

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Análisis de buenas prácticas sectoriales en la producción y desarrollo de pozos en yacimientos de roca generadora en países de América y Canadá.

Martha Roció Rivera Calderón

Trabajo de Grado para Optar el Título de Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas

Director

José Carlos Cárdenas

MSc en Ingeniería de petróleo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería De Petróleos

Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas

Bucaramanga

2021

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Objetivos	10
1.1 Objetivo General	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. Justificación	11
3. Marco Referencial.....	12
3.1 Marco Teórico.....	12
Antecedentes Investigativos.....	12
Cadena De Valor Implicada En Las Definiciones De La Viabilidad De La Perforación De Pozos En Yacimientos De Roca Generadora En Colombia.	14
3.2 Marco De Referencia Actual	20
3.3 Marco Conceptual	24
3.4 Identificación Y Rol De Actores Gubernamentales Y Privados Para La Viabilidad De La Explotación De Yacimientos De Roca Generadora Y Su Regulación Actual.....	26
3.4.1 Agencia Nacional De Hidrocarburos	28
3.4.2 Autoridad Nacional De Licencias Ambientales –Anla.....	29
3.4.3 El Ministerio De Minas Y Energía – Mme.....	32
3.4.4 Empresas Operadoras.....	34
3.5 Marco Legal	39
3.5.1 Sector Socio Ambiental	39
3.5.2 Regulación	45

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

4. Análisis de los procesos e impactos ambientales recopilados de algunas experiencias en Estados Unidos, Canadá Y Argentina.....	58
4.1 Estados Unidos.....	61
4.1.1 La Regulación Sobre Fracturación Hidráulica En Estados Unidos	64
4.1.2 Regulación En Estados Unidos.....	64
4.1.3 Contratos De Fracturación Hidráulica En Eeuu.....	70
4.2 Canadá.....	73
4.2.1 Regulación Canadá	80
4.2.1.1 Provincia De Alberta.....	85
4.2.1.2 British Columbia's	94
4.2.1.3 Territorios Del Noreste	97
4.2.2 Análisis Parcial Canadá	98
4.2.3 Contratos De Fracturación Hidráulica En Canadá.....	99
4.3 Argentina.....	101
4.3.1 Regulación Ambiental General En Argentina	108
4.3.2 Regulación Ambiental Específica En La República Argentina.....	108
4.3.3 Contratos Argentina	115
5. Dimensión ambiental y normatividad existente de roca generadora	119
5.1 Regulación	119
6. Recomendaciones	136
7. Conclusiones.....	144
Referencias Bibliográficas	148

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Normativa de actividad de los hidrocarburos en Colombia.....	45
Tabla 2 Normatividad aplicadas en materia de yacimientos no convencionales.....	51
Tabla 3 Áreas adjudicadas para exploración y explotación de YNC años 2012-2014.....	122
Tabla 4 Fortalezas y debilidades de las normas técnicas en Colombia	138

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Comportamiento de las reservas de crudo y gas de Colombia, y su detalle de incorporación anual	16
Figura 2 Regalías Petroleras	19
Figura 3 Regulación en el estado de Colorado	69
Figura 4 Tierras donde el CER tiene jurisdicción sobre las actividades de petróleo y gas	84
Figura 5 Mapa de las formaciones de esquisto de Alberta	85
Figura 6 Descripción general de la cuenca sedimentaria del oeste de Canadá	86
Figura 7 Formación vaca Muerta.....	103
Figura 8 Volumen total de agua, Etapas y destino final	113
Figura 9 Producción de gas y de aceite en Estados Unidos	128
Figura 10 Producción de petróleo en el primer mes por pozo nuevo	129
Figura 11 Producción de gas de pozo nuevo por plataforma.....	131
Figura 12 Plameación Estratégico	142

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Resumen

Título: Análisis de buenas prácticas sectoriales en la producción y desarrollo de pozos en yacimientos de roca generadora en países de América y Canadá.*

Autor: Martha Rocío Rivera Calderón, **

Palabras Clave: Buenas prácticas, Producción, Desarrollo, Yacimientos.

Descripción

Este estudio de investigación es una recopilación sobre la regulación y explotación de yacimientos de roca generadora en países como Estados Unidos, Canadá, Argentina y Colombia, esta investigación busca generar un instrumento de análisis para lograr buenas prácticas en la explotación de hidrocarburos y que a largo plazo sean sostenibles, recopila opiniones de diversos autores, a su vez enuncia los distintos escenarios normativos y legales que actúan como reguladores de la explotación de estos mismos. Así mismo se establecen los diversos conceptos y estadísticas sobre fracturación de Hidrocarburos en los yacimientos de roca generadora de estos países, la investigación realizada es de tipo descriptiva la cual se encuentra dividida por capítulos en donde se describe la actividad de la industria Petrolera, su explotación y producción en Norte América y Sur América, este análisis descriptivo se fundamenta principalmente en respaldar las buenas prácticas de explotación de hidrocarburos y traerlas a un posible escenario de productividad en Colombia, con el fin de ser sostenible en el tiempo y materia económica; con esta recopilación se busca establecer una base que permita a los sectores que participan en la producción de pozos de yacimientos de roca generadora un instrumento guía sobre buenas prácticas en la producción y desarrollo de los pozos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería De Petróleos, Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas. Director: José Carlos Cardenas. MSc en Ingeniería de petróleo.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Abstract

Title: Analysis of good sectorial practices in the production and development of wells in source rock reservoirs in American and Canadian countries.*

Author: Martha Rocio Rivera Calderon, **

Key Words: Good practices, Production, Development, Reservoirs.

Description

This research study is a compilation on the regulation and exploitation of source rock fields in countries such as the United States, Canada, Argentina and Colombia, this research seeks to generate a tool for analysis to achieve good practices in the exploitation of hydrocarbons and that in the long term are sustainable, collects opinions of various authors, in turn enunciates the various regulatory and legal scenarios that act as regulators of the exploitation of these same. Likewise, it establishes the different concepts and statistics on hydrocarbon fracturing in the deposits of generating rock in these countries. The research is descriptive and is divided into chapters where the activity of the oil industry, its exploitation and production in North America and South America is described, this descriptive analysis is mainly based on supporting the good practices of hydrocarbon exploitation and bringing them to a possible scenario of productivity in Colombia, in order to be sustainable in time and economic matter; with this compilation we seek to establish a base that allows the sectors involved in the production of wells of source rock reservoirs a guiding instrument on good practices in the production and development of wells.

* Degree Work

** School of Physicochemical Engineering. School of Petroleum Engineering, Master of Oil and Gas Engineering. Director: Jose Carlos Cardenas. MSc in Petroleum Engineering.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Introducción

El garantizar un acceso asequible en términos económicos, confiable para las comunidades, sostenible y moderno de la energía; es parte de los objetivos de desarrollo globales para las próximas décadas siguientes.

El desarrollo del gas natural no convencional, o de gas natural en yacimientos no convencionales, representa una opción energética, y es necesario un análisis de su aplicabilidad. Cualquier análisis que considere el desarrollo de este recurso se ubicará en un contexto económico caracterizado particularmente por una crisis energética y el afán por reducir la dependencia externa por parte de los países de la región. Arroyo, A., & Perdriel, A. (2015).

El gas natural no convencional se ha convertido así en un suministro alternativo de abastecimiento, dados los recursos potencialmente disponibles en la región, tomando como modelo aplicable la experiencia de los Estados Unidos, Canadá y Argentina sobre su producción.

Las operaciones en yacimientos de roca generadora en Colombia son escasas, debido al desconocimiento de estas operaciones de exploración en este tipo de pozos, en contraste con Colombia, esta técnica se adelanta en América con resultados positivos en la industria, en la actualidad en Colombia se afectaría el desarrollo de áreas exploratorias por las siguientes causas:

1. Incertidumbre en la técnica de fracturamiento hidráulico en yacimientos no convencionales.
2. Información limitada en aspectos económicos, sociales y ambientales de la contaminación del agua por aditivos químicos, fugas de metano y la ocurrencia de sismos.
3. Impacto social por información y auditoria limitadas y déficit de regulaciones ante estas operaciones que proyectan lograr la incorporación de reservas adicionales.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

La persistencia del panorama descrito, incrementa la baja actividad de la industria Petrolera en Colombia y la aceleración de la pérdida de autosuficiencia energética de nuestro país.

Colombia está iniciando la incorporación tecnológica de la fractura hidráulica en el desarrollo de sus yacimientos. Por esta razón se hace necesario conocer la experiencia de estos países, con la finalidad de identificar tendencias comunes y en lo posible sugerir recomendaciones hacia las buenas prácticas tendientes a un desarrollo sostenible, a sabiendas que a nivel global su extracción ha sido cuestionada por las implicancias ambientales y sociales inherentes a esta.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar un análisis de las buenas prácticas sectoriales implementadas en países de América con las cuales se alcanzó la viabilidad de la exploración de pozos en yacimientos de roca generadora y adaptarlo al contexto Nacional.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar las partes interesadas implicadas en las definiciones de la viabilidad de la perforación de pozos en yacimientos de roca generadora en Colombia.

Documentar el desarrollo de las buenas prácticas de las empresas en operaciones de “Fracking” en otros países de América Latina, Estados Unidos y Canadá.

Comparar las medidas empresariales y gubernamentales que viabilizaron los proyectos de exploración de pozos en yacimientos de roca generadora en países de América con las existentes en Colombia.

Proponer una estrategia de buenas prácticas para Colombia, como resultado del análisis de los aspectos operacionales, legales, ambientales, gubernamentales del país o países similares a Colombia en cada aspecto.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

2. Justificación

En Colombia hay buenas reservas y son conocidos los estudios sobre yacimientos no convencionales, visibles en la página web de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) (s.f). Ante la experiencia de los Estados Unidos, en los últimos años se ha visto un creciente interés por parte de países como Argentina, Brasil, México y Colombia de incorporar paulatinamente el desarrollo de yacimientos no convencionales; en Colombia este desarrollo se ha visto afectado por la desinformación y la limitación en materia de regulación, normatividad y auditoria gubernamental, la cual genera incertidumbre en el desarrollo de la técnica” Fracking”. El análisis pretende la viabilidad al desarrollo de la tecnología en la exploración de pozos en Colombia. Los beneficiados de esta investigación serán todos los actores conectados al desarrollo de la tecnología como: Entes gubernamentales, legales, empresariales y la comunidad del área de influencia del desarrollo del proyecto.

Se busca contribuir con este análisis investigación al conocimiento de buenas prácticas sectoriales en el ámbito, económico, social y ambiental extractadas de las experiencias en países de América, contribuyendo con mitigar la reducción de reservas de petróleo y gas, en pro de la reanimación de la actividad petrolera de nuestro País.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

3. Marco Referencial

3.1 Marco Teórico

Antecedentes Investigativos

De acuerdo con la necesidad de incrementar la extracción de hidrocarburos, particularmente el uso del método de fracturamiento hidráulico, cuya finalidad es el de aumentar e incorporar reservas, dicha metodología de extracción genera una controversia amplia y compleja, la cual requiere una documentación y recopilación veraz de información del uso de estas operaciones.

A continuación, se reseñan algunos de los aportes más representativos en cuanto a la literatura, y estudios alcanzados de esta técnica.

Bertinat et al, (2014) relaciona las advertencias sobre los riesgos e incertidumbres originados de la dinámica industrial y la incursión del fracturamiento Hidráulico como alternativa para un crecimiento económico, basándose en el flujo de movimientos sociales y políticos. De esta forma trayendo a contraste los megaproyectos que antes eran aceptados sin discusión por la población a la actualidad, en donde estos comienzan a convertirse en motivos de problematización y de intensos debates sociales.

La difusión de la información relacionada al fracturamiento Hidráulico reforzará a entender la problemática, cuyo punto de partida inicial es el debate de las actividades operacionales de fracking, y poder contrastar si los temores, miedos y afectaciones al ecosistema rigen del mismo modo a los que se originan en Colombia actualmente

Por otra parte Di Sbroiavaccad, (2015) en su investigación relaciona herramientas del como se manifiestan los intereses económicos en la industria y la sociedad, detallando el marco de

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

producción, oferta y demanda de las reservas, estableciendo escenarios de autoabastecimiento; enfocado en los lineamientos de información ante: entes gubernamentales, sociedad e industria.

La obtención y clasificación de información permite mermar el grado de incertidumbre de las estimaciones, encaminando el proceso a la obtención de mejores estrategias gerenciales de los recursos, como los son la disminución de costos, mejoramiento de técnicas de explotación, la reducción significativa de daños e impacto ambiental, la rentabilidad de la extracción, entre otras, esta técnica permite el saber llegar con la información concreta y específica que posibilite la valoración de los diferentes escenarios.

Arevalo Ballen Omar y Suarez Acevedo, (2016) en su estudio investigativo agrupan una serie de datos que sirve como herramienta para comprender los factores del impacto ambiental por la actividad Planeada de Fracturamiento en Colombia.

Hollanda et al, (2016) Concentra una visión de la industria del petróleo y del gas en América Latina, a su vez documenta la competitividad de los países productores, y permite entender, el desafío de la integración regional y la seguridad energética.

El Acuerdo 02 de 2017, (2018) reglamenta la normatividad y regulación sobre los Yacimientos no Convencionales que rige para las operaciones de “fracking” en Colombia en la actualidad, este acuerdo se convierte en material que puede ser analizado y comparado con las regulaciones de los países donde se permitió la operación en América.

Durham, N.C (2017) y La escuela Ambiental Duke, suministra datos y hechos sobre la actividad del fracking, actualiza los casos y documenta toda la información utilizada por los ambientalistas de los diferentes países que proyectan la actividad de fracking, los cuales son referentes usados en los debates y sus artículos ayudan a identificar el alcance de los impactos nombrados al ecosistema.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Di Sbroiavaccad (2013) Este documento, sistematiza y analiza la información más reciente sobre recursos y reservas, además presenta escenarios exploratorios prospectivos de elaboración propia, en el cual se analiza la oferta y la demanda de petróleo y gas, con la finalidad de obtener algunas conclusiones respecto a estos temas, planteando una posible hoja de ruta. Todas estas medidas posibilitarían disminuir la presión sobre la demanda de hidrocarburos y además ampliar la oferta. El modelo de Argentina que hoy se presenta como modelo de abastecimiento hidrocarburífero, sienta bases para otras regiones, como una fortaleza, que ha logrado afianzarse en el sector, definiendo y diseñando una política energética que permite superar la situación actual y generando las bases para construir una matriz energética diversificada y sustentable.

Con el fin de cumplir los objetivos propuestos en el presente proyecto de investigación, iniciaremos entendiendo la importancia del petróleo en la economía actual y su cadena de valor en el presupuesto nacional.

Cadena de valor implicada en las definiciones de la viabilidad de la perforación de pozos en yacimientos de roca generadora en Colombia.

Es de gran importancia entender de donde nació la necesidad del desarrollo del fracking en Colombia y por qué se acoge este método de fractura hidráulica como una alternativa para afrontar la crisis de energía, el ejemplo mejor dado para este escenario son las operaciones adelantadas y los resultados en países como EE. UU y Canadá.

Se plantea el desarrollo de operaciones de fracking en Colombia, como medida para afrontar la futura crisis energética, de acuerdo a las reservas actuales del país estimadas en 2.041 millones de barriles que llevaría a Colombia a una sostenibilidad de 6.3 años aproximadamente, lo anterior crea una necesidad de búsqueda urgente para suplir la demanda propia. Países como Estados Unidos y Canadá han mostrado como superaron la dependencia de importación de crudo

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

de otros países, logrando estabilizar la economía en este sector, posicionándose en el mercado, reduciendo costos en producción, logrando que las prácticas operacionales, ambientales sean sostenibles.

Históricamente la economía colombiana ha sido apalancada por la producción de crudo, esta actividad es la que ha generado tradicionalmente uno de los mayores ingresos a las arcas del estado, como resultado la infraestructura productiva del país se ha especializado en este sector, Colombia se ha convertido en uno de los mayores exportadores de crudo de Sudamérica, al grado que en inicios del año 2018, desplazó a Venezuela como mayor exportador de crudo en Sudamérica hacia los Estados Unidos exportando 426.000 bls día de petróleo (BPD) contra 409.000 BPD por parte de Venezuela, en gran parte relacionado con la coyuntura social y política por la cual atraviesa Venezuela. Martínez, F., Perilla, C., & Urquijo, J. (2019).

Es de conocimiento que las reservas de yacimientos de petróleos convencionales en el país son cada vez menores y que existen reservas de yacimientos no convencionales que representan una importante fuente no explotada, y que potencialmente podría convertirse en material de autosuficiencia petrolera para el país, para lograr explotar estos yacimientos no convencionales se requiere de operaciones como la fractura Hidráulica llamada popularmente como “fracking”.

A continuación en la figura 1, se ve el comportamiento de las reservas de crudo y gas de Colombia, y su detalle de incorporación anual, esto según el sitio web la república (2021).

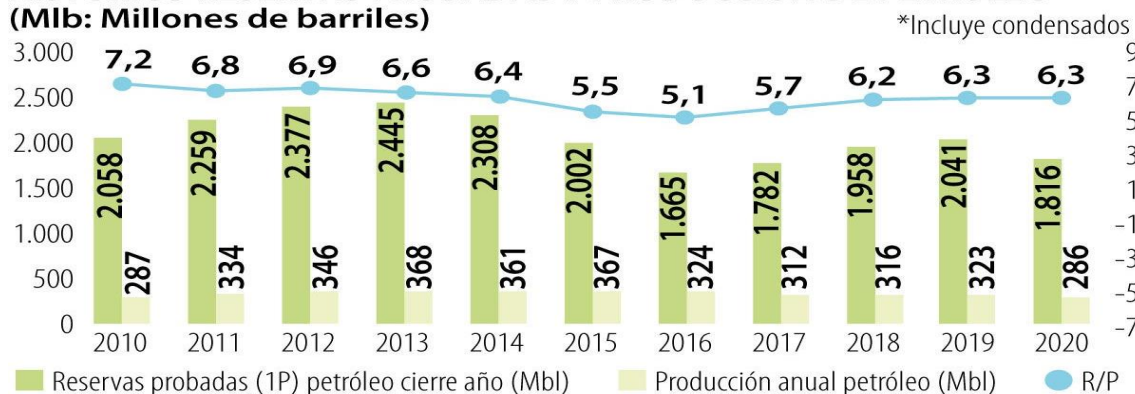
ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 1

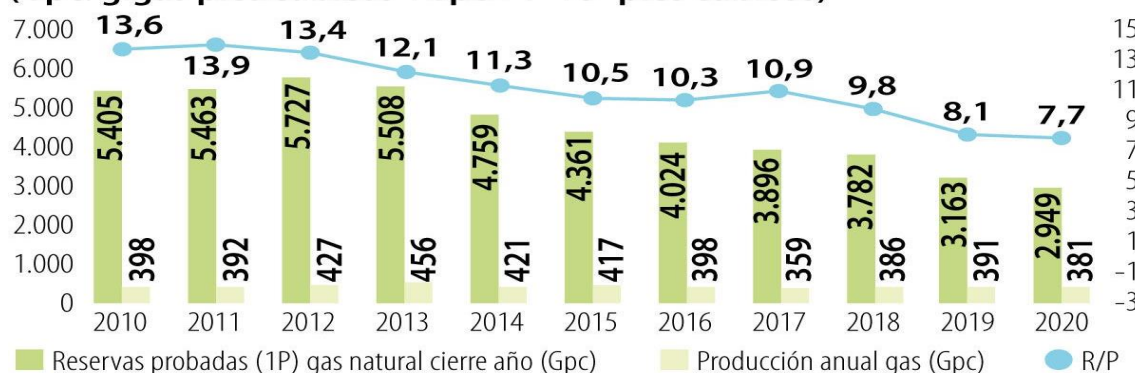
Comportamiento de las reservas de crudo y gas de Colombia, y su detalle de incorporación anual.

COMPORTAMIENTO DE LAS RESERVAS DE CRUDO Y GAS DE COLOMBIA

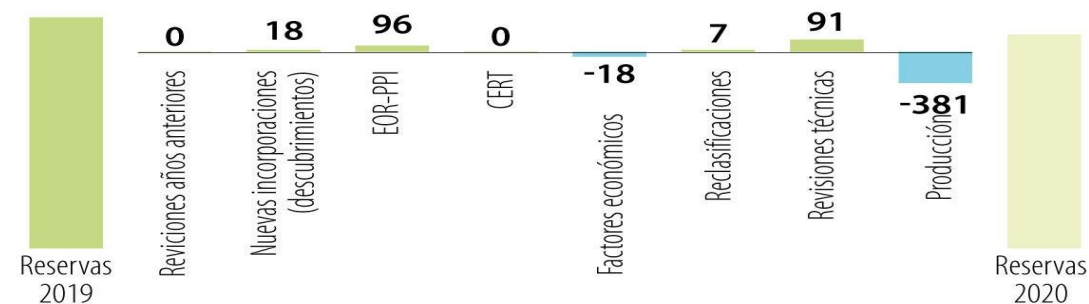
HISTÓRICO RESERVAS PROBADAS Y PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO (Mlb: Millones de barriles)



HISTÓRICO RESERVAS PROBADAS (1P) Y PRODUCCIÓN DE GAS (Gpc: gigas pies cúbicos 1Gpc= 1*10⁹ pies cúbicos)



DETALLE DE INCORPORACIÓN ANUAL 2019-2020 (Gpc: gigas pies cúbicos 1Gpc= 1*10⁹ pies cúbicos)



Fuente: Minenergía / Gráfico: LR-AL

Nota: extraído del sitio web la república (2021).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

La importancia del petróleo en la economía actual es innegable, es el generador de renta externa más relevante, incluso por encima del café y del agro; además es una fuente de ingresos significativa para los departamentos y municipios debido a las regalías y contribuciones fiscales que se reciben en las distintas fases del proceso de exploración, explotación y distribución del petróleo. En general el sector petrolero es llamativo por la alta rentabilidad en el proceso y los altos ingresos fiscales, debido a las utilidades que la actividad genera, considerando los riesgos elevados a causa de volumen en de producción, factores naturales y la geopolítica.

Varios estudios revelan la contribución directa de sector sobre el crecimiento del PIB en Colombia, por ende ante una pérdida de la autosuficiencia del PIB petrolero, el cual posee una participación promedio (entre 2010-2019) de 5.3% en el PIB total, aproximadamente cerca de 30 billones de COP en el Producto Interno Bruto Total (Espinosa et al. 2020), de acuerdo a lo anterior, la disminución o pérdida del PIB petrolero afectaría significativamente los recursos que normalmente son invertidos en la ejecución de proyectos en la principales ciudades y departamentos del País.

Este impacto sería de mayor incidencia en los principales departamentos productores del país, en los cuales de acuerdo con el DANE, la actividad petrolera posee una participación en el PIB cercana al 50%, en Departamentos tales como, Arauca (42.9%), Casanare (58.3%), Meta (53.5%) y Putumayo (42%). Adicionalmente, el crudo tiene implicaciones en la estabilidad cambiaria y fiscal, tanto es así que las exportaciones de combustible y productos de la industria extractiva para finales del 2019 participaron con 53.5% del valor FOB total de las exportaciones (DANE, 4 febrero de 2020).

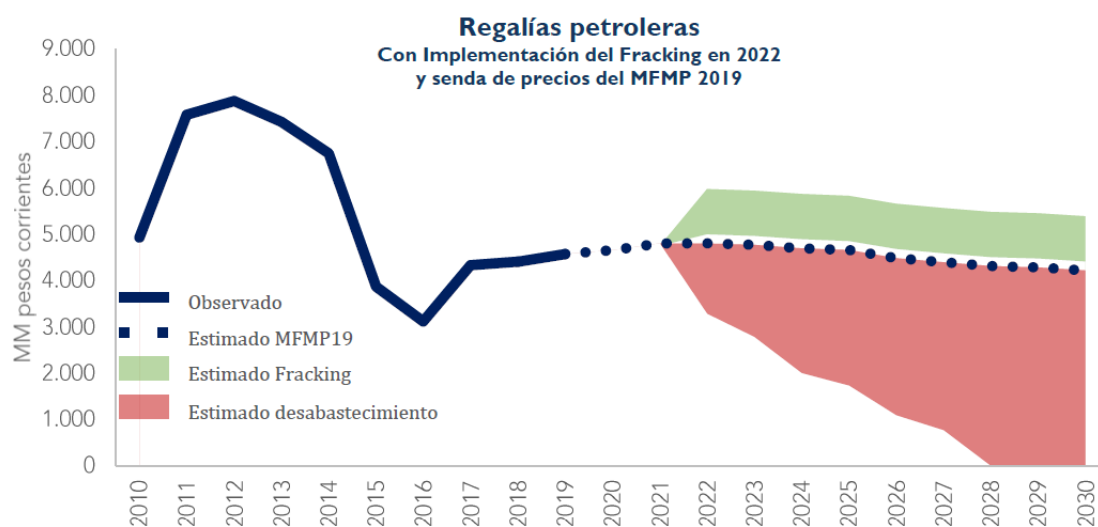
Para efectos del producto interno bruto (PIB), durante el primer trimestre de 2020 registró una contracción de 0,8% que contrata con el crecimiento de 5,3% que tuvo durante el mismo

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

periodo de 2019. Las cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE) señalan que todo el sector minero se contrajo en 3% en el lapso enero-marzo 2020 versus los mismos meses de 2019, mientras que el PIB total de Colombia tuvo un ligero crecimiento de 1,1% en este lapso, pero indica un ligera desaceleración con respecto al primer trimestre de 2019. Los ingresos por exportaciones petroleras alcanzaron un total de 2.875 millones de dólares, una caída de 22,7% con respecto a los ingresos percibidos en 2019 cuando se superaron los 3.724 millones de dólares. Las divisas percibidas en el primer trimestre por la venta externa de crudo representaron 32,7% del total de las exportaciones que alcanzó 8.809 millones de dólares.

Teniendo como base lo anterior, los impactos que origina sobre el desempeño del país son altos, dada la variación en los precios del mercado internacional, los productos vía de la refinación y sus derivados, se observa en el siguiente figura 1, el precio internacional de petróleo de referencia Brent a pesar de tener alta volatilidad, tiene periodos donde se ubicó a 80 USD por barril e incluso en unos buenos periodos con un precio mayor a 100 USD, de ahí el interés de inversión y los grandes beneficios que deja su exportación y el mismo autoabastecimiento con el que cuenta aun el país; los precios siempre influenciados por los eventos sociales y la geopolítica que genera el dinamismo más alto en el posicionamiento del precio en el mercado.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 2*Regalías Petroleras*

Nota: Extraído de DANE, Cálculos Campetrol.

El estado colombiano ha encontrado en este sector una fuente para el desarrollo económico dada la rentabilidad que genera su explotación, puesto que la nación queda con la mayor parte de la regalías recaudadas a través de los distintos gravámenes, este recaudo representa cerca de un 74 % de la renta líquida, lo anterior implica una pérdida de 4.5 billones de pesos en regalías petroleras, los cuales son destinados a proyectos prioritarios del plan de desarrollo, dichas regalías mayormente son invertidas en proyectos de contenido social, salud, educación, agua potable y alcantarillado, saneamiento ambiental e infraestructura. Bajo el escenario un posible incremento en la producción a partir del fracking, las regalías petroleras podrían ampliarse entre 0.2 y 1.2 billones de pesos anuales.

Con respecto al desempeño del PIB y del PIB petrolero colombiano en el 2020, dada la condición adversa en términos de mercados bursátiles, demanda, comercio y turismo a nivel internacional, sumado a las menores perspectivas de precios del petróleo y una inminente

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

depreciación del peso, podría ocasionar que la economía colombiana atravesase dificultades no previstas inicialmente para este año.

Es importante resaltar que la disminución en los precios del crudo afecta directamente la operación de toda la cadena de valor del sector petrolero en Colombia, sin embargo, las lecciones aprendidas con la crisis del 2014 permitieron que la industria actualmente sea más resiliente ante la volatilidad de los precios internacionales.

Se debe resaltar la importancia de mantener e intensificar las medidas gubernamentales para reactivar y fortalecer el sector petrolero colombiano, para que resista los choques externos negativos actuales, y este sector continúe aportando el autoabastecimiento energético, al crecimiento económico, las cuentas fiscales externas, las oportunidades en la región y el desarrollo territorial sostenible.

3.2 Marco de referencia actual

En concordancia con lo anterior, el gobierno colombiano dada su preocupación por la producción futura de petróleo y su relación con el fracking, a través del Ministerio de Hacienda, expide un concepto jurídico en contra del proyecto de ley número 58 de 2018 que tiene como objetivo: prohibir la utilización del fracturamiento hidráulico para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales. Este concepto jurídico lo expide debido a diferentes consideraciones económicas que sustentan la necesidad de implementar y no prohibir técnicas como el fracking para mantener y aumentar la producción de crudo en el país, dada la importancia que tiene en la consolidación fiscal del Estado y en la economía del país.

De acuerdo a lo anterior es importante que el gobierno y la empresa privada busquen en conjunto lograr el uso de energías fósiles de yacimientos de roca Generadora, dada las condiciones necesarias para su explotación se expresa el escenario de discusión sobre la conveniencia socio –

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

ambiental, generando el debate en escenarios jurídicos, requiriendo así un marco Regulatorio respecto a las operaciones en Yacimientos de Roca Generadora y el desarrollo de las medidas mínimas que se deben poner en práctica para esta tecnología y quienes deben hacer parte de esta creación en la regulación de la misma.

Referente a este marco ya el Sector tiene aprobado por parte del gobierno el desarrollo de un proyecto Piloto de Perforación, de acuerdo con el proyecto decreto “LA EXPLORACION DE LOS YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES “, se realizará en tres etapas: 1. Condiciones previas, 2. Concomitante, 3. Evaluación, proyectos sujetos a una licencia ambiental y en la cual los aspectos técnicos serán definidos por el Ministerio de Minas y Energía, por el cual mediante el decreto 328 de 2020 da a conocer la condición para la utilización de yacimientos no convencionales o de Roca Generadora como Proyecto piloto.

En el decreto 328 se define los PPII (plan Piloto) como procesos experimentales científicos y técnicos de carácter temporal, que buscan recopilar información social ambiental, técnica y operacional de los yacimientos No convencionales que requieren el uso de la tecnología de fracturamiento hidráulico multietapa con perforación Horizontal (FH-PH) para su extracción. Sector Administrativo de Minas y Energía. (2015, mayo).

Adicionalmente según el Sector Administrativo de Minas y Energía. (2015, mayo). busca generar conocimiento para el fortalecimiento institucional, promover la participación ciudadana en estos procesos y evaluar los efectos de la técnica del FH-PH, según las condiciones de diseño, vigilancia, monitoreo y control que se establezcan. El documento establece diferencia entre la operación de fracturamiento hidráulico empleado en yacimientos no convencionales como las lutitas y carbonatos apretados y el utilizado en otros yacimientos como el gas asociado a mantos de carbón (CBM por sus siglas en ingles) y las áreas bituminosas, excluyendo a los últimos del

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

alcance de los PPII. Otro punto relevante es que el Ministerio de Minas y Energía (MME) será quien se encargara de establecer las zonas geográficas en las cuales se podrá llevar a cabo los PPII, además de las condiciones y requisitos técnicos que se deben cumplir para el desarrollo de los mismos, acogiéndose a las normas internacionales dispuestas para estas operaciones paralelamente, la Agencia Nacional de Hidrocarburos se encarga de fijar los mecanismos contractuales, o las debidas modificaciones a los mecanismos existentes, para el desarrollo de los proyectos.

En concordancia con lo anterior, los PPII estarán sujetos a la expedición de una licencia ambiental correspondiente para lo cual, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expedirá los términos de referencia, mientras que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) evaluará las solicitudes de estas licencias y pronunciará su otorgamiento o declinación de los plazos establecidos por la normatividad vigente. El gobierno Nacional fijo tres etapas para el desarrollo de los PPII con duraciones y objetivos definidos, las etapas en la que se divide son: Etapa de condiciones previas, etapa concomitante y etapa de evaluación.

La etapa de condiciones previas es la primera etapa y con esta se iniciaría la expedición final del documento y durará hasta el otorgamiento de la licencia ambiental del proyecto, tendrá por objeto recopilar información acerca de las condiciones iniciales ambientales, sociales, económicas y de salud previa intervención con los PPII. La información recolectada en esta fase constituirá las líneas base de cada proyecto, y a su vez se clasificarán como líneas bases generales (ambiental, salud, sismicidad y social), que serán levantadas por entidades del gobierno y se publicarán en el centro de transparencia cuando el primer proyecto obtenga licencia ambiental. Adicionalmente se encuentran las líneas bases locales que estarán a cargo de los contratistas de los PPII, de conformidad con los términos de referencia generales por parte del Ministerio de Medio

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la segunda etapa denominada Concomitante se ejecutaran las actividades de perforación, completamiento, y dimensionamiento del yacimiento y, simultáneamente se revisaran, gestionaran y monitorearan los aspectos técnicos, ambientales de salud, sociales o institucionales, además de organizar la información recopilada, Finalmente, en la Etapa de Evaluación se valorará la información generada y las necesidades de fortalecimiento institucional que resulten durante la ejecución de los PPII, y los resultados propios del proyecto, con el fin de definir la viabilidad de la exploración comercial de los YNC y de la aplicación de la técnica del FH-PH, el proceso de evaluación durante la última etapa será llevada a cabo por un Comité Evaluador para el desarrollo de los proyectos.

Por consiguiente los PPII estarán sujetos a la expedición de una licencia ambiental correspondiente, por lo cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expedirá los términos de referencia, mientras que la Autoridad Nacional estará a cargo de las aprobaciones de los proyectos representado por el ministerio de Minas, tras la evaluación de un comité que estará conformado por el Ministro de Hacienda y Crédito Público o su delegado; el Ministro de Salud y Protección Social o su delegado; el Ministro de Minas y Energía o su delegado; el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible o su delegado y un representante experto en temas ambientales vinculado a una universidad acreditada. Sector Administrativo de Minas y Energía. (2015, mayo).

Así mismo pasará a evaluación de un representante experto en temas de hidrocarburos vinculado a una universidad acreditada o a un cuerpo técnico consultivo del Gobierno nacional y un representante de las asociaciones, corporaciones y organizaciones nacionales de la sociedad civil. Es de importancia resaltar que uno de los puntos adicionales es que el comité evaluador tendrá el máximo de independencia, para lo cual, se incluyó también, además de la academia, la evaluación de un representante experto en temas de hidrocarburos vinculado a la academia, o un

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

cuerpo técnico consultivo del Gobierno nacional y un representante de las asociaciones, corporaciones y organizaciones nacionales de la sociedad civil. Sector Administrativo de Minas y Energía. (2015, mayo).

En función de lo planteado por el Ministerio de Minas, el decreto agrupó las ideas de ciudadanos que se plantearon en la etapa de comentarios, con más de 600 participantes, en donde se incluirá una veeduría Ciudadana, para fortalecer los fines investigativos y de naturaleza científica de los mismos y que ayudará a soportar la transparencia. Según lo establecido en la nueva norma “El comité evaluador será el encargado de evaluar la información generada y necesidad de fortalecimiento institucional durante la ejecución de los proyectos, con aspectos: recursos hídricos, biodiversidad y ecosistemas: el objetivo es concluir remitiendo recomendaciones en relación con la técnica de estimulación hidráulica en yacimientos no Convencionales”.

Para poder entender por qué son necesarios todos los actores enunciados anteriormente como parte de la cadena de valor que evalúan la viabilidad y práctica de esta técnica de explotación de recursos se debe conocer el impacto que genera el desarrollo de la explotación de hidrocarburos como la raíz de las finanzas en la economía colombiana y entender como la técnica de extracción No Convencional, es una alternativa para el complemento de la matriz energética del país, es conveniente evaluar la incidencia económica y ambiental que trae consigo la aplicación de la técnica llamada fracking que puede verse magnificada en el contexto actual en el país.

3.3 Marco conceptual

Un yacimiento convencional, según la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2016), hace referencia a una formación rocosa en la que existen acumulaciones de Hidrocarburos en trampas estratigráficas y/o estructurales que se caracterizan por contar con un sistema natural de presión único, el cual al ejecutar la producción de hidrocarburos en una parte de este tipo de yacimientos

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

afectará la presión del reservorio en toda su extensión; según Schlumberger (2021), este tipo de yacimientos se caracteriza por las fuerzas de flotabilidad, las cuales mantienen los hidrocarburos en el lugar por debajo de una roca de cubierta que actúa como sello lo que permite que habitualmente el petróleo o el gas natural fluyan con facilidad hacia el interior de los pozos. Barreto, N. (2016).

Un yacimiento no convencional de acuerdo a García y Garcés (2012), son reservorios de petróleo y gas natural, que dadas sus condiciones de localización y características físicas no pueden ser explotados con los métodos tradicionales y deben aplicarse técnicas especiales para su recuperación, este se caracteriza por contener formaciones sedimentarias con petróleo de muy alta viscosidad lo que dificulta la fluencia hacia los pozos. Así mismo Sánchez (2014), los hidrocarburos en este tipo de yacimiento permanece en la roca generadora sin migrar a una roca almacenadora, como en los yacimientos convencionales.

Diferencia entre yacimiento convencional y no convencional, según Moreu (2012), el término no convencional a este tipo de yacimientos es poco afortunado, pues no es un rasgo intrínseco del recurso recuperado, ya que tanto el gas como el petróleo tienen las mismas características físico-químicas de un yacimiento convencional, la diferencia radica en las condiciones geológicas de su localización, al estar este ubicado en la roca madre su permeabilidad y porosidad son bajas, los poros de las lutitas son tan pequeños que se miden en nanómetros.

Fractura hidráulica, de acuerdo a García y Garcés (2012), es una técnica que consiste en inyectar un fluido a alta presión hacia la roca que contiene el recurso, con el objetivo de fracturarla para permitir que el hidrocarburo fluya hacia la boca del pozo, este fluido inyectado se compone de agua en gran parte, con químicos especiales que le dan prioridades que le permiten adecuarse a las condiciones geológicas del yacimiento. Por otra parte Salcedo, I. J. (2016). Define el fracking

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

como una práctica que busca nuevas fuentes de energía a fin de que los hidrocarburos de yacimientos no convencionales alcancen viabilidad económica, mediante una extracción que se realiza con técnicas de perforación de pozos horizontales, pozos multilaterales y otras técnicas hasta lograr alcanzar la mayor parte del yacimiento. Pinto-Valderrama e Idrovo (2019), la definen como una tecnología usada con diferentes propósitos en la industria de los hidrocarburos, la cual consiste en inducir fisuras en la roca inyectando agua a presión (90%), junto a una serie de aditivos (0,5%), a través de las paredes del pozo y mantener estas fisuras abiertas introduciendo arena (9,5%) en ellas, para así mejorar el paso del hidrocarburo líquido y gaseoso hacia la superficie.

Yacimiento de roca generadora, de acuerdo a Pinto-Valderrama e Idrovo (2019), los yacimientos no convencionales que requiere de fracturamiento hidráulico como los de gas shale y el oil shale, son denominados también Yacimientos de roca generadora – YRG. El término es recogido también por la ANH, para referirse a los yacimientos no convencionales (Acuerdo No. 2, 2016).

Buenas Prácticas de la Industria del Petróleo: Según la ANH (2016), hace referencia a los procedimientos, métodos y procesos seguros, eficientes y adecuados para la seguridad de las operaciones petrolíferas, la protección del medio ambiente y de las personas, cuyo fin es obtener el máximo beneficio económico en la recuperación final de reservas, y la reducción de pérdidas, durante el desarrollo de la cadena producción de Hidrocarburos.

3.4 Identificación y rol de actores gubernamentales y privados para la viabilidad de la explotación de yacimientos de roca generadora y su regulación actual.

Ahora bien, al identificar las partes implicadas en las definiciones de la viabilidad de la perforación de pozos en yacimientos de roca generadora en Colombia y quienes participan activamente, conforman el modelo estratégico del valor compartido entre empresa, entorno y

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

comunidad-para la creación propuesta de conceptos de relación estratégica comunitaria entre las empresas del sector de hidrocarburos , las entidades públicas, el entorno y la comunidad, privilegiando el resultado a la denominada sociedad del conocimiento (Bockstette & Stamp, 2011). En esencia la CVC (cadena de valor compartido), requiere la identificación de la estrategia que contribuya al progreso económico y social de las comunidades donde las compañías llevan a cabo su actividad, favoreciendo de igual forma a la generación de valor económico y el aumento de competitividad, estos aspectos son un diferenciador sobresaliente con respecto a las formulaciones más tradicionales del concepto de responsabilidad social corporativa.

Por otra parte las modificaciones más recientes en el país en materia de contratación y política de hidrocarburos, se hace visible una problemática de escepticismo y conflicto entre la las comunidades y el sector petrolero que ocasiona desconfianza con el proceso. Principalmente esto surge por la exploración y explotación de hidrocarburos, los cuales producen una serie de intereses económicos, ambientales, sociales, culturales, entre otros los cuales son material que comúnmente desencadena distintas situaciones adversas para la región y las comunidades, entre las más comunes y frecuentes se encuentran las protestas, bloqueos y daño a la infraestructura, por consiguiente trae como consecuencia atraso en el desarrollo de proyectos vigentes y futuros de yacimientos convencionales y no convencionales como los de roca generadora, que afectan el entorno (medio ambiente, comunidad, seguridad).

Dicho lo anterior, al analizar estos factores que inciden en los proyectos de producción de hidrocarburos y roca generadora, se puede deducir que la principal causa que logra generar desconfianza y conflicto entre la industria de los hidrocarburos y las comunidades es la desinformación que se ha desencadenado alrededor de las tecnologías que las empresas utilizan,

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

dando mayor relevancia a la fractura hidráulica y el desconocimiento del impacto de dichas empresas en factores económicos, social y cultural del país.

Identificaremos a continuación las partes implicadas en las definiciones de la viabilidad de la perforación de pozos en yacimientos de roca generadora en Colombia.

3.4.1 Agencia nacional de hidrocarburos

. A partir Decreto Ley 1760 del año 2003, “se escinde la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, se modifica su estructura orgánica y se crean la Agencia Nacional de Hidrocarburos y la sociedad Promotora de Energía de Colombia S. A. “. A partir de esta normativa se suprime la administración del subsuelo a Ecopetrol y emerge la Agencia Nacional de Hidrocarburos desmontando el contrato de asociación y retornando a la concesión. Ahora bien, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) es el gestor a cargo de asumir el papel de ente vigilante y de control del Estado, además, de otorgar el contrato de concesión a las empresas concediéndole autonomía en todas las actividades y delegando la responsabilidad e inversión social. Por lo tanto y como lo describe en su página, “La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) de Colombia administra los recursos de petróleo y gas con el objetivo de generar energía, ingresos para el Estado y actividad económica”. La ANH tiene la facultad de adjudicar áreas para exploración y producción de hidrocarburos.

Por otra parte es la responsable de Generar los contratos de asignación de áreas E&P (Exploración y Producción), se encarga del desarrollo y supervisa su cumplimiento, referente al área previamente asignada sea de desarrollo convencional o de YNC (yacimientos no convencionales o roca generadora). Es quien define: el alcance, los términos de ejecución, las regalías, el periodo del contrato de acuerdo a los compromisos fijados en el acuerdo 4 de 2012 y los términos particulares en el acuerdo 3 del 26 de marzo de 2014.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

3.4.2 Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA

En el año 2010, en el mandato del Ex presidente Santos, se expone un retraso de más del 90%, en el proceso de otorgamiento de las licencias ambientales, por esta causa el gobierno Nacional decide crear un organismo técnicamente fuerte con autoridad administrativa y financiera para evacuar los trámites pendientes y fortalecer el sistema para los retos futuros, donde el objetivo primordial es ser la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental, por la cual se crea la Unidad Administrativa Especial del orden nacional, denominada Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- en los términos del artículo 67 de la Ley 489 de 1998 , creándose bajo el decreto 3573 de 2011, con autonomía administrativa y financiera, sin personería jurídica, la cual hará parte del Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo. No obstante dentro de su manejo el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible generó los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos de 2014, en el cual dentro de sus términos contiene las “consideraciones Generales para la presentación de los estudios”.

En el documento se relacionan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA) referentes a proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (ANLA, 2014). Los términos son de naturaleza genérica y en consecuencia deberán ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretenda desarrollar el proyecto. El EIA deberá ser estructurado en concordancia con el principio de desarrollo sostenible y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales. El EIA debe desarrollarse con la mejor información disponible de alto nivel científico y técnico, que cuente con metodologías rigurosas para el levantamiento y

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

análisis de información, a su vez que sea acorde con las metodologías definidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante MADS) y lo establecido en los presentes términos de referencia. El Plan de Manejo Ambiental (en adelante PMA) deberá plantearse con base en la jerarquía del manejo de potenciales impactos identificados, es decir en primera instancia considerar e implementar medidas para prevenir y evitar que ocurran los impactos, seguidas de medidas para reducir y minimizar, y por último medidas compensatorias de los impactos residuales. Resolución 421 (2014).

En cuanto a Los Planes de Manejo Ambiental específicos, entregados para aprobación y revisión de la ANLA, deberán ser entregados previamente al inicio de las actividades para cada uno de los pozos exploratorios, estos deberán abordar medidas de manejo de los impactos de los proyectos exploratorios específicos, y aspectos complementarios de acuerdo con el nivel de detalle de la información. Para el caso de la perforación exploratoria de proyectos relacionados con Yacimientos no Convencionales (en adelante YNC) adicional a los presentes términos de referencia, el EIA deberá ser complementado con los requerimientos establecidos de acuerdo a la norma establecidos en el decreto 328 del 2020 y con el propósito objeto de presentar los términos de referencia y requerimientos adicionales para los proyectos que pretendan desarrollar un Estudio de Impacto Ambiental con su respectivo Plan de Manejo Ambiental para la perforación exploratoria de hidrocarburos presentes en yacimientos no convencionales, exceptuando arenas bituminosas e hidratos de metano. Resolución 421 (2014).

La razón de establecer términos de referencia y requerimientos adicionales se fundamenta principalmente por las particularidades propias de las actividades de exploración de yacimientos no convencionales, que ameritan un tratamiento y análisis especial con énfasis en las medidas de manejo y mitigación de potenciales impactos y riesgos ambientales y sociales.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Estos términos de referencia y requerimientos deben presentarse como una parte adicional a los requerimientos de los Términos de Referencia de Exploración de Hidrocarburos, a su vez deben ser incluidos de tal forma que constituya un solo documento integrado del EIA y PMA, donde se identifiquen de manera holística las actividades, las áreas de influencia, la línea base, evaluación de impactos y medidas de manejo con relación a la actividad de exploración de yacimientos no convencionales. Resolución 421 (2014).

Por otra parte, la Constitución Política determinó en su artículo 332 que el Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, en la misma Carta Política, a través del artículo 334, dispone que el Estado, por mandato de la ley, intervendrá en la explotación de los recursos naturales, entre otros, para racionalizar la economía con la finalidad de alcanzar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo de la preservación de un ambiente sano. A su vez los artículos 2 y 158 del Decreto Ley 1056 de 1953, del Código de Petróleos, señalan que el petróleo es de propiedad estatal y sólo se podrá explotarse en virtud de los contratos que se suscriban, al tiempo que, se otorga al Ministerio de Minas y Energía la labor de fiscalizar la explotación de los yacimientos de petróleo con el objeto de impedir el agotamiento prematuro de los campos, el desperdicio de aceite y/o gas, o una explotación contraria a la técnica o a la economía, que existen yacimientos convencionales y no convencionales, y diferentes técnicas para su exploración y explotación.

Así como los yacimientos no convencionales son aquellos que se caracterizan por tener una baja permeabilidad primaria y se les debe efectuar estimulación para mejorar las condiciones de movilidad y recobro, entre los más comunes se encuentra el gas y petróleo de lutitas, carbonatos apretados, gas metano asociado a los mantos de carbón, las arenas apretadas y arenas bituminosas.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Con respecto a la técnica de fracturamiento hidráulico multietapa con perforación horizontal, a diferencia de la estimulación hidráulica vertical, es utilizada para extraer gas o petróleo de los yacimientos no convencionales, tales como: carbonatos apretados y gas y petróleo de lutitas. Que la Ley 99 de 1993, por medio de la cual se creó el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, estableció como principio general ambiental en su primer artículo, numeral sexto que la formulación de las políticas ambientales en Colombia debe tener como base el resultado del proceso de investigación científica.

3.4.3 El Ministerio de Minas y Energía – MME

El Ministerio de Minas y Energía (MME) se crea a raíz de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), una época de conflicto internacional, en esta época de disputa surgieron problemas de orden económico que repercutieron directamente en el progreso de Colombia, dada la situación, el Gobierno Nacional diseñó un plan para la defensa y el fomento de las industrias existentes, buscando el aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo de otras fuentes de producción. El Ministerio de Minas y Energía de Colombia (Min energía) es la oficina estatal que se encarga de dirigir la política nacional en cuanto a minería, hidrocarburos e infraestructura energética.

La responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía es la de administrar los recursos naturales no renovables del país, asegurando su mejor y mayor utilización; la orientación en el uso y regulación de los mismos, garantizando su aprovisionamiento y velando por la protección de los recursos naturales del medio ambiente, con la finalidad de garantizar su conservación, restauración y el desarrollo sostenible, en concordancia con los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental, enmarcados por la autoridad ambiental competente. Este organismo estatal tiene como misión formular y adoptar políticas dirigidas al aprovechamiento sostenible de los recursos

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

mineros y energéticos que contribuyan al desarrollo económico y social del país. Por otra parte, los objetivos principales del Ministerio son los de incentivar el aprovechamiento y la explotación integral de los recursos naturales no renovables, propender por el cumplimiento de los ingresos proyectados en el plan de recursos y en el presupuesto del SGR (Sistema General de Regalías), a través del compromiso por parte de los gobernantes locales, que permita generar entornos favorables para el cumplimiento de las metas de producción y el adecuado recaudo de regalías, contribuir al desarrollo sostenible de los territorios en los cuales se realiza exploración y explotación de los recursos naturales no renovables, enriquecer mejoras en la relación de los mandatarios locales y el sector minero-energético.

En cuanto a la relación con la implementación de los Proyectos Pilotos Integrales de Investigación (PPII)” establecido en el Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, con Legalidad, Emprendimiento y Equidad para Todos”, de la Ley 1955 de 2019, el Congreso de la República determino diversos objetivos de política pública, en donde figura el pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades, el cual rige el desarrollo minero energético con responsabilidad ambiental y social, y la seguridad energética para el desarrollo productivo. En este mismo capítulo de las bases del Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, con Legalidad, Emprendimiento y Equidad para Todos”, se fija que el Ministerio de Minas y Energía deberá evaluar la ejecución de planes piloto para la obtención de mayor información técnica sobre el desarrollo de la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales con el objetivo de identificar los principales riesgos asociados con el desarrollo de estos recursos, definiendo si la regulación e institucionalidad actuales pueden respaldar su explotación de una manera responsable con el medio ambiente y las comunidades .Dentro del sector no gubernamental encontramos las empresas operadoras,

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

empresas de la industria petrolera que agrupa las actividades de exploración y producción, dentro de estas las más relevantes son: CANACOL ENERGY LTD, EXXON MOBIL, ECOPETROL S.A., CONOCO PHILLIS (MinEnergía).

3.4.4 Empresas operadoras

CANACOL ENERGY LTD: Es una empresa de origen canadiense, su objeto es la exploración y producción de gas y petróleo con alcance en Ecuador, México y especialmente en Colombia. Se encuentra listada en Toronto Stock Exchange y en el OTCQX de Estados Unidos. También está adscrita a la Bolsa de Valores de Colombia y de México, bajo los símbolos CNE, CNNEF, CNEC y CNEN. La ubicación de su sede corporativa se encuentra en Calgary, Alberta (Canadá), y su sede administrativa en la ciudad de Bogotá, Colombia. La compañía corporativa cuenta con importantes socios tales como ConocoPhillips, Ecopetrol, Petroecuador, Pacific Rubiales, Schlumberger y Sinochem. En el año 2017, CANACOL sostuvo una activa participación en 19 contratos de exploración y producción en el país de Colombia, de estos contratos en 15 de ellos estuvo en calidad de operador y en 4 como socio inversionista. Las áreas de dichos contratos suman en total 1045.491 hectáreas y se ubican en las cuencas de los Llanos Orientales, Valles Inferior y Medio del Magdalena, Cordillera y el Caguán-Putumayo. Gracias a la ejecución de estas operaciones, CANACOL generó ingresos en 2017 por valor de \$ 741.164 millones de pesos, representando un aumento respecto de 2016, cuyos ingresos ajustados por petróleo y gas fue de \$615.380 millones de pesos, con un 83,0% por encima del año anterior, Canacol tomó la decisión de enfocar su producción exclusivamente en el gas natural, donde los precios son permanentemente altos y estables, combinados con costos de producción excepcionalmente bajos, logrando respaldar la previsibilidad y estabilidad operacional. Los programas de perforación de exploración le han permitido a Canacol reemplazar la producción decreciente de estos campos

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

mayores y abastecer la creciente demanda de gas, asegurando que los requerimientos de gas de Colombia se cumplan y se sigan cumpliendo en el futuro previsible.

EXXON MOBIL: ExxonMobil Corporation (NYSE: XOM) es una compañía petrolera estadounidense, constituida inicialmente como Standard Oil Company en el año 1870 por su fundador John Rockefeller, y reestructurada como trust en los años de 1882 a 1892, y posterior a estos años fue agrupada como la Standard Oil Co. of New Jersey en 1899 y por último fraccionada en 1911 en virtud de la Ley Sherman Antimonopolios (o Sherman Antitrust Act) en el muy controversial caso de Standard Oil Co. of New Jersey v. United States. La empresa realiza sus operaciones principalmente en el sector de petroquímicos, en el sector de energía eléctrica, petróleo y gas.

Entre sus intereses operacionales y de desarrollo se ubica el sector de refinamiento Downstream, Dueño/Operador, los plásticos y resinas, el proceso de licuefacción, la producción y exploración “offshore” también denominada costa afuera, la producción de materias primas e insumos de los tipos de hidrocarburos, el Procesamiento de gas licuado de petróleo en sus siglas GLP, la técnica de Upstream, operaciones submarinas, de costa adentro y termo, los combustibles residuales, y demás productos finales, el manejo de equipos de perforación, la instalación en la producción de crudo, en aguas profundas, procesos de regasificación, lubricantes, sector de refinerías y de gas natural licuado- GNL. Sus actividad económica se extiende por más de 40 países ubicados en distintas partes del mundo, las principales áreas de operación son la explotación, comercialización y elaboración de productos de origen petrolero y gas natural, así como la manufactura de productos químicos, plásticos y fertilizantes. Por la capacidad en volumen de ventas alrededor de 26.949 millones de dólares, era considerada en 1984 como la sexta empresa petrolífera del mundo y la cuarta de Estados Unidos. En el mismo año adquirió unos beneficios de

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

1.183 millones de dólares y ocupó a 53.581 empleados, la sede social se encuentra en la ciudad de Dallas, por otra parte en el año 2009 fue clasificada por la revista Fortune como la segunda empresa con mayor patrimonio monetario del mundo, y superada por Royal Dutch Shell. En el último informe que señala datos sobre las 500 empresas con mayor capitalización bursátil del mundo se enlista como la numero uno con un capital de aproximado de 416.000 millones de dólares y ubicándose para el año 2012 como una de las empresas con mayor rendimiento operacional de américa latina, la mayor actividad de Exxon en Colombia para el desarrollo de proyectos no convencionales se ubica en el Valle Medio del Magdalena en jurisdicción del municipio de Puerto Wilches.

ECOPETROL S.A: Es una empresa conformada por sociedad colombiana de economía mixta, se encuentra vinculada al Ministerio de Minas y Energía, empezó sus operaciones en 1951 como una empresa de origen estatal, posteriormente en el año 2003 se convirtió en una sociedad pública por acciones. En la actualidad es una de las principales empresas productoras de hidrocarburos del país, cuyas actividades están presentes a lo largo de toda la cadena del negocio petrolero, en el upstream se concentran en la exploración y producción, en el midstream se enfocan en el transporte y en el downstream en la comercialización y refinación. A su vez es propietaria de la mayor parte de los oleoductos y poliductos del país los cuales intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y terminales marítimos, tanto en el mar Caribe cuyo centros de acopio son Coveñas, Cartagena y Santa Marta, y en el océano Pacífico la ciudad de Tumaco.

Ecopetrol cuenta con participación en el negocio de los biocombustibles y está presente en la actualidad en países como Brasil, Perú y el Golfo de México (Estados Unidos). Los proyectos de crudos no convencionales se pretenden desarrollar en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

y en la Cuenca del Cesar-Ranchería, es de importancia conocer que la Cuenca Valle Medio del Magdalena ubicada en Colombia cuenta con un potencial de entre dos y siete mil millones de barriles de petróleo equivalente, mientras que la Cuenca Cesar-Ranchería también ubicada en Colombia tendría un potencial de hidrocarburos gaseosos recuperables superiores a 10 trillones de pies cúbicos.

CONOCO PHILLIPS: Es una empresa internacional de energía, su sede central está ubicada en Houston, Texas, también cuenta con oficinas en varios países, y es la tercera empresa petrolera con mayor representación de Estados Unidos, su creación se debió a la fusión de Conoco Inc. y la Phillips Petroleum Company el 30 de agosto de 2002, Conoco Phillips emplea a unas 32.600 personas en todo el mundo con una representación en casi 40 países. A partir del año 2006, sus 12 refinerías de EE. UU contaban con una capacidad de procesamiento de crudo combinado de 2.208.000 de barriles por día por lo cual es el segundo mayor refinador en los Estados Unidos. A nivel global, tienen una capacidad combinada de procesamiento de crudo de 2.901.000 de bbl/d ($461.200 \text{ m}^3 / \text{d}$) posicionándose en el quinto mayor refinador del mundo. En la actualidad es considerada como una de las empresas líder mundialmente en el desarrollo de recursos petroleros no convencionales, en Colombia cuentan con la firma de un contrato adicional y nombrados operador del bloque VMM-3 por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) el 2 de diciembre de 2015.

Conoco Phillips maneja una participación del 80% en el bloque y CNE Oil & Gas S.A. es dueña del interés de participación restante, manejan una proyección de nueve años de actividades exploratorias para el bloque VMM-3, la cual contara con fases, la primera fase del Contrato Adicional consiste en desarrollar las pruebas de producción del pozo Picoplata #1. Las pruebas del pozo han sido certificadas como pruebas convencionales por parte de la ANH, y autorizadas bajo

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

la licencia ambiental existente que envuelve las actividades convencionales de acuerdo a la Resolución 0857 de la ANLA, este pozo fue otorgado inicialmente a Shell y transferido a ConocoPhillips Colombia por medio de la Resolución 0227 de la ANLA el 7 de marzo de 2016. Las pruebas definirán la caracterización, la calidad del depósito y los hidrocarburos en esta área del bloque VMM-3, si las pruebas del pozo resultan de manera favorable ConocoPhillips podría avanzar a una segunda fase la cual requerirá la concesión de una nueva licencia ambiental para actividades no convencionales, actualmente SE presento documentos para una licencia ambiental de exploración de reservorios no convencionales, y de acuerdo a esto la ANLA aceptó la aplicación el día 4 de enero de 2018, el documento se encuentra en revisión, en relación con el bloque VMM-2, son socios con la Empresa Canacol Energy Colombia S.A. quien aún no cuenta con una licencia ambiental para la exploración de depósitos no convencionales. Aunque ya presentaron una aplicación para obtener la licencia ambiental para la exploración de reservorios no convencionales en el bloque VMM-2 en la fecha 11 de abril de 2018 aún se encuentra a la espera de la decisión de ANLA. Conoco Phillips. (2018).

Colombia avanza en el desarrollo de los pilotos de fracking con dos iniciativas aprobadas y que se espera empiecen a operar a finales de 2021 o a principios del 2022. Recientemente, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) autorizo la propuesta hecha por ExxonMobil para la ejecución de un proyecto piloto de fracking en el Valle Medio del Magdalena en jurisdicción del municipio de Puerto Wilches. Por esta decisión, Colombia ya cuenta con dos proyectos pilotos de fracking aprobados, siendo el primer proyecto concedido Kale a manos de Ecopetrol que se desarrollará también en esa zona del país. En total, son cuatro los pilotos de fracking que se pretenden desarrollar en Colombia los cuales traerían inversiones por más de \$400 millones de dólares. Tres de los cuatro proyectos se llevarán a cabo en la cuenca del Valle Medio del

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Magdalena, y el otro proyecto se pretende desarrollar en la cuenca Cesar-Ranchería ubicado en la Guajira.

En caso de darse luz verde a la exploración y explotación comercial del fracking en Colombia, la ANH prevé que existe el potencial para extender las reservas de petróleo desde los 6,3 años actuales hasta un posible rango de 8 y 22 años, mientras que en gas las reservas podrían aumentarse desde los 8,1 años hasta entre 35 y 50 años.

Las empresas habilitadas por la ANH para llevar a cabo los proyectos pilotos de fracking en Colombia son cuatro a la fecha, la cuales son: Ecopetrol, ExxonMobil, Drumond Energy y Tecpetrol Colombia. Cabe resaltar que Tecpetrol, es la filial Argentina del grupo energético italo-argentino Techint, quien se encuentra activa en Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela, anterior a esto Conoco Philips había sido habilitada inicialmente para hacer los pilotos de fracking pero por “decisiones de la matriz” y las afectaciones de la pandemia del coronavirus decidieron abstenerse de seguir con ese tipo de proyectos en Colombia, por ultimo uno de los componentes más importantes en alcanzar la viabilidad de la explotación de yacimientos de roca generadora, es el sector Social.

3.5 Marco legal

3.5.1 Sector socio ambiental

Colombia es un estado social de derecho y está promulgado en la Constitución Política Colombiana de 1991, en la cual se establece los deberes y derechos que gozan las personas, según el artículo 1 en el cual señala que: “Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general”. Y en su artículo 2 enuncia

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

“Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo”. Al señalar que Colombia es un Estado Social de Derecho, se entiende que es una organización de república unitaria, descentralizada y con autonomía de sus entidades territoriales, y es por la constitución que se crean las políticas, normas y leyes que buscan el equilibrio de la sociedad, previamente a la constitución en el año 1973 se creó la Ley 23 cuyo propósito es el de “Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional”. Posteriormente a esta ley, se creó la Ley 09 de 1979 mediante el cual se expidieron medidas sanitarias para la protección del medio ambiente y se le permitió al Ministerio de Salud emitir normas para el control la contaminación atmosférica, De esta forma fue que en enero de 1982 el Ministerio de Salud Pública expidió el Decreto 02 de 1982 por medio del cual se reglamentó parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, cuya materia de normatividad son las emisiones atmosféricas.

La Constitución Política de Colombia del año 1991 planteó una serie de deberes y derechos donde se involucra el medio ambiente. En el capítulo 3 de la constitución se enuncia los derechos colectivos y del ambiente, y se establece en los artículos 79 y 80 que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano” a su vez que “La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo” y Además, “deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

causados”. Por esta razón se da origen a la Ley 99 de 1993 en la cual se creó el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, quien reorganizó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, además estructuró el Sistema Nacional Ambiental –SINA y dictó otras disposiciones.

La Ley 23 del 19 de diciembre de 1973 emitida por el congreso de Colombia, y la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993 emitida también por el congreso de Colombia, crea el Ministerio del Medio Ambiente y por las cuales surge la política ambiental colombiana, enmarcada en los siguientes principios:

- La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

- Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

- En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.

- El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

- Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

Con base a los principales principios plasmados anteriormente, el Ministerio de Medio Ambiente es el ente que se encarga de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, y su objetivo es el de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

naturaleza y de definir de acuerdo a los términos de la ley 99 de 1993, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible. El Ministerio de Medio Ambiente en año 1995, fijó la norma para el componente aire a través del Decreto 948, el cual contiene el reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire. Para el correcto desarrollo de este decreto se ha expedido la Ley 99 de 1993 del Congreso de Colombia que habla sobre Política Ambiental Colombiana y los principios generales ambientales, la resolución 909 del 5 de junio de 2008 que contiene normas específicas nacionales y locales para emisiones de fuentes móviles, fijas, calidad de combustible y otras disposiciones. En abril de 2006 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, expiden el Decreto 979 “Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995”, el cual señala las clases de norma de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de emisión, los niveles de prevención, alerta y emergencia, y las medidas para la atención de estos episodios, los planes de contingencia por contaminación atmosférica y la clasificación de las “áreas-fuente” de contaminación. En la Resolución 601 del 2006 “se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia”, la cual tiene dentro de su normatividad los límites máximos permisibles para contaminantes criterio, los cuales continúan vigentes en la actualidad.

En cuanto a temas de contratación petrolera en Colombia, hasta el año 2003 existía el contrato por asociación, la Ley 20 de 1969 estableció el marco jurídico que permitía celebrar Contratos de Asociación en Colombia, donde el Gobierno disponía para declarar reserva nacional cualquier área petrolífera de su territorio y aportarla a la Empresa Colombiana de Petróleos para que ésta la explore, explote y administre directamente, o en asociación con el capital público o

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

privado, nacional o extranjero. En el año 2003 se expide el Decreto Ley 1760 “Por el cual se escinde la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, se modifica su estructura orgánica y se crean la Agencia Nacional de Hidrocarburos y la sociedad Promotora de Energía de Colombia S. A.” · Es decir, se suprime la administración del subsuelo a Ecopetrol y surge la Agencia Nacional de Hidrocarburos desmontando el contrato de asociación, la Ley 20 del 22 de diciembre de 1969 del congreso de Colombia en el Artículo 1 señala” Todas las minas pertenecen a la Nación, sin perjuicio de los derechos constituidos a favor de terceros. Esta excepción, a partir de la vigencia de la presente ley, solo comprenderá las situaciones jurídicas subjetivas y concretas debidamente perfeccionadas y vinculadas a yacimientos descubiertos”. Y regresa a la concesión. Es a partir de este momento que el Estado le otorga la vigilancia y control a la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Por otra parte, se habla de regalías en la Constitución Política de 1886 en su Artículo 202 en donde se estableció como principio la propiedad del Estado sobre el subsuelo y, por ende, sobre los recursos naturales no renovables, lo que da surgimiento al pago de regalías por parte de los explotadores de tales recursos., a su vez en el Artículo 332 de la Constitución Política de 1991 se define que el Estado es propietario del subsuelo y los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes. López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. (2012).

En el Artículo 360 de la misma constitución se reconoce como beneficiarias directas de las regalías a las entidades territoriales en las cuales se explotan y a los puertos marítimos o fluviales por donde se transportan los recursos naturales no renovables, en el Artículo 361 de la Constitución Política de 1991 se crea el Fondo Nacional de Regalías (FNR) y determina los sectores de inversión: promoción de la minería, preservación de medio ambiente y proyectos regionales de

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

inversión. Posteriormente nace la Ley 141 de 1994 allí se estableció oficialmente un régimen de regalías del 20%, esta recogía lo asentado en el contrato de asociación creado años anteriores, seguidamente en el año 2002 se expide la Ley 756 que modificó la Ley 141 de 1994 y en ella se establece criterios de distribución y cálculo de regalías para los diversos productos de origen minero, de hidrocarburos y sus derivados. López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. (2012).

Los ingresos provenientes de las regalías fueron objeto de una reforma constitucional según el Acto Legislativo 05 del 2011 por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, donde se modificaron los artículos 360 y 361 de la Constitución Política de 1991, en esta reforma se reordena su distribución con el propósito minimizar la inequidad y la pobreza, atacar la ineficiencia y promover su correcta utilización que garantice y respalde una mejor distribución de los recursos e incluir elementos de carácter estratégico que beneficie no solo a los entes territoriales sino a toda la Nación.

En cuestión de escenarios con temas sociales se crea la Ley 472 de 1998, a si mismo se desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de 1991, el cual tiene relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo, concretamente a la exigibilidad de protección del ecosistema y en general al goce de un ambiente como un derecho colectivo y la protección del equilibrio ecológico. Según el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo OIT en el artículo 14 señala “los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos a garantizar el respeto de su integridad”. Este convenio fija el deber del Estado Colombiano de consultar los preceptos legislativos y administrativos susceptibles de afectar directamente a los pueblos originarios, estableciendo dinámicas apropiadas de consulta a los

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

pueblos interesados, de buena fe y con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.

3.5.2 Regulación

En la siguiente tabla se presenta las normas que rige la actividad de los hidrocarburos en Colombia, donde se puede encontrar las leyes, los decretos, las resoluciones y la constitución política de Colombia (Hernández Amado 2019)

Tabla 1

Normativa de actividad de los hidrocarburos en Colombia

FECHA DE EXPEDICIÓN	NORMA	DESCRIPCIÓN
Enero 04 de 1950	Decreto 10 dela presidencia de la república.	Se aumentan los beneficios nacionales en dos puntos porcentuales con respecto a la Ley 37 de 1931 que había definido el sistema de regalías Vigente.
Diciembre 22 de 1969	Ley 20 del congreso de Colombia	Por la cual se dictan algunas disposiciones sobre minas e hidrocarburos.
Septiembre 10 de 1973	Acuerdo 0038 INDERENA	Estatuto de Flora Silvestre.
Diciembre 19 de 1973	Ley 23 del congreso de Colombia	Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
Diciembre 18 de 1974	Decreto Ley 2811 Presidencia de la República	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Agosto 05 de 1886	Constitución Política de 1886 (Art. 202)	En esta última se estableció como principio la propiedad del Estado sobre el subsuelo y, por Ende, sobre los recursos naturales no renovables, lo que da origen al pago de regalías por parte de los explotadores de tales recursos.
Diciembre 30 de 1986	Ley 79 del congreso de Colombia	Por la cual se prevé a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones.
Octubre 26 de 1989	Decreto 2462 Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta parcialmente el Código de Minas y el Decreto 507 de 1955 incorporado a la Legislación Ordinaria para la Ley 141 de 1961. Regulación para materiales de construcción.
Diciembre 27 de 1989	Ley 84 Congreso de Colombia	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Marzo 04 de 1991	Ley 21 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en Países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989.
Julio 04 de 1991	Constitución Política de 1991 (Art. 332)	El Estado es propietario del subsuelo y los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de Los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.
	Constitución Política de 1991 (Art. 360)	Reconoce como beneficiarias directas de las regalías a las entidades territoriales en las cuales se explotan y a los puertos marítimos o fluviales por donde se transportan los recursos naturales No renovables.
	Constitución Política de 1991 (Art. 361)	Crea el Fondo Nacional de Regalías (FNR) y determina los sectores de inversión: promoción De la minería, preservación de medio ambiente y proyectos regionales de inversión.
Julio 02 de 1993	Ley 55 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.
Diciembre 22 de 1993	Ley 99 Congreso de Colombia	Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se Organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones.
Mayo 31 de 1994	Ley 134 Congreso de Colombia	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
Junio 28 de 1994	Ley 141 Congreso de Colombia	Por la cual se crean el Fondo Nacional de Regalías, la Comisión Nacional de Regalías, se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no Renovables, se establecen las reglas para su liquidación y distribución y se dictan otras disposiciones. Se estableció oficialmente un régimen de regalías del 20% que recogía lo establecido en el contrato
Diciembre 14 de 1994	Resolución 541 Ministerio del Medio Ambiente	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y Disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Junio 05 de 1995	Decreto 948 Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. (https://goo.gl/mbFPhm).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Noviembre 14 de 1995	Resolución 1351 Ministerio del Medio Ambiente	Por medio de la cual se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE-1). Para cumplir con los requisitos y fines previstos en el artículo 97 del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Enero 09 de 1996	Ley 253 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989.
Junio 06 de 1997	Ley 373 Congreso de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Julio 07 de 1997	Resolución 619 Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
Julio 29 de 1997	Ley 393 Congreso de Colombia	Por la cual se desarrolla el artículo 87 de la Constitución Política, respecto de la Acción de Cumplimiento.
Agosto 07 de 1997	Ley 397 Congreso de Colombia	Por la cual se desarrollan los Artículos 70, 71 y 72 y demás Artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la Cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias. Ley general del Patrimonio Cultural.
Agosto 05 de 1998	Ley 472 Congreso de Colombia	Por la cual se desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones. Reglamentan las acciones populares y de grupo, concretamente a la exigibilidad de protección del ecosistema y en general al goce de un ambiente como un derecho colectivo y la protección del equilibrio ecológico.
Marzo 29 de 2010	Resolución 650 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.
Agosto 04 de 2010	Resolución 1503 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se adoptan otras determinaciones.
Septiembre 27 de 2011	Decreto 3573 Presidencia de la República	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA– y se dictan otras disposiciones.
Agosto 31 de 2012	Resolución 1517 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Manual para la asignación de compensación por pérdida de biodiversidad.
Septiembre 15 de	Resolución 1401 Ministerio de Ambiente,	Por la cual se señala el criterio para definir la autoridad ambiental competente para aprobar el plan de contingencia del transporte de hidrocarburos o

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

2012	Vivienda y Desarrollo Territorial	sustancias nocivas de que trata el inciso 2 del artículo 3o del Decreto 4728 de 2010.
Marzo 20 de 2014	Resolución 0421 Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación Exploratoria de hidrocarburos.
Marzo 27 de 2014	Resolución 90341 Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.
Julio 25 de 2014	Resolución 1207 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
Marzo 17 de 2015	Resolución 324 Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental y se dictan otras disposiciones.
Mayo 26 de 2015	Decreto 1076 Presidencia de la República	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible -Prioridades para el uso del recurso forestal (Libro 2, Parte 2, Título 2, Capítulo 1, Sección 17, Artículos 2.2.1.1.17.1. a 2.2.1.1.17.12). -Conservación de recursos naturales en predios rurales (Libro 2, Parte 2, Título 2, Capítulo 1, Sección 18, Artículos 2.2.1.1.18.1. a 2.2.1.1.18.7.). -Regulación de las actividades respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible (Libro 2, Parte 2, Título 2, Capítulo 1, Sección 1 a 15, Artículos 2.2.1.1.1.1 a 2.2.1.1.15.3). -Procedimiento para otorgar concesiones. Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 2, Sección 9, Artículo
Mayo 26 de 2015	Decreto 1080 Presidencia de la República	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura. El Ministerio de Cultura tendrá como objetivos formular, coordinar, ejecutar y vigilar la política del Estado en materia cultural de modo coherente con los planes de desarrollo, con los principios fundamentales y de participación contemplados en la Constitución Política y en la ley y le corresponde formular y adoptar políticas, planes generales, programas y proyectos del Sector Administrativo a su cargo.
Enero 06 de 2016	Ley 1774 Congreso de Colombia	Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones. Ley contra el maltrato a los Animales.
Octubre 31 de 2016		Por medio del cual se establece el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

	Resolución 000252 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	
Diciembre 22 de 2016	Decreto 2099 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la "Inversión Forzosa por la Utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales" y se toman otras determinaciones.
Diciembre 23 de 2016	Resolución 2182 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos.
Marzo 23 de 2017	Resolución 149 Servicio Geológico Colombiano	Por la cual se determinan las especificaciones del monitoreo de sismicidad cerca de los pozos de exploración y/o producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.
Agosto 15 de 2017	Resolución 1669 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o instrumento equivalente y se adoptan otras determinaciones.
Septiembre 15 de 2017	Resolución 1912 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica Colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
Noviembre 22 de 2017	Decreto 1915 Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Por el cual se adiciona el título 5 de la parte 6 del libro 1 al Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria. Para reglamentar el artículo 238 de la Ley 1819 de 2016. "Obras por impuestos".
Diciembre 20 de 2017	Decreto 2157 Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
Diciembre 29 de 2017	Decreto 2245 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas.
Mayo 18 de 2018	Resolución 0883 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones.
		-Constitución Política de Colombia (art. 2, 7, 40, 330 (parágrafo) -Convenio 169 de la OIT (Ley 21 de 1991), sobre pueblos indígenas y tribales.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

	MARCO JURÍDICO DE LA CONSULTA PREVIA	-Ley 70 de 1993, que desarrolla el art. 55 transitorio de la Constitución, reconoce las comunidades negras y establece mecanismos para su protección. -Artículos 69 al 76 de la Ley 99 de 1993, para la explotación de recursos naturales renovables. Entre otras se dictan disposiciones acerca de los modos de participación de la comunidad a lo largo de los procesos de licenciamiento y operación de los proyectos de desarrollo (Título X). -Decreto 1320 de 1998, que reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales. -Decreto 200 de 2003 por el cual se determinan los objetivos y la estructura del Ministerio del Interior y de Justicia y se establece que le corresponde a la Dirección de Étnicas, coordinar interinstitucionalmente la realización de la consulta previa. -Ley 165 de 1994. Convenio de Diversidad Biológica para el caso de Permisos de Investigación Científica (conocimientos asociados a la biodiversidad). -Proyecto de Ley No. De 2018 por el cual se regula el Derecho Fundamental a la Consulta Previa y se dictan otras disposiciones.
7 de Julio de 2020	Resolución 40185 de 2020 Ministerio de Mina y Energía MME	Por la cual se establecen lineamientos técnicos para el desarrollo de Proyectos Piloto de Investigación Integral - PPII en Yacimientos No Convencionales - YNC de Hidrocarburos, a través de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH.
24 de Diciembre de 2020	UPME (Unidad de planeación Micro energética) 386 DE 2020	Por la cual se establece la metodología, los requisitos y el procedimiento para acceder a los cupos de combustible exento de la sobretasa al ACPM que deben ser tramitados y asignados por la UPME para cada vigencia fiscal" F-DI-06 -V2.
21 de abril de 2021	Resolución 4011 de 2021	Por la cual se desarrolla la metodología adoptada por la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías para incentivar la producción de recursos naturales no renovables y el transporte marítimo y fluvial de estos recursos y sus derivados y establece la asignación y distribución parcial para el bienio 2021-2022 y se

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

asignan recursos al Archipiélago de San Andrés,
Providencia y Santa Catalina

Nota: Extraído de “*Modelo estratégico para la creación de valor compartido entre las empresas del sector de hidrocarburos, el entorno y las comunidades en Colombia*”, Hernández Amado, M.Y. (2019)

De acuerdo con el arreglo institucional y la estructura del estado colombiano, las entidades competentes con autoridad para el sector hidrocarburos son: Desde el punto de vista técnico, el Ministerio de Minas y Energía, a través de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), entidad creada mediante el artículo 2 del Decreto 1760 del 2003; y desde el punto de vista ambiental, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), creada en el artículo 1 del Decreto 3573 del 2011. En el siguiente cuadro se enuncian las normas más aplicadas de las entidades descritas, en materia de yacimientos no convencionales:

Tabla 2

Normatividad aplicada en materia de yacimientos no convencionales

FECHA EXPEDICIÓN	DE	NORMA	DESCRIPCIÓN
		Ley 20 de 1969	En el artículo 1º establece que “Todas las minas”, (incluyendo los yacimientos de hidrocarburos, artículo 13) “pertenecen a la Nación, sin perjuicio de los derechos constituidos a favor de terceros.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

	El Decreto 1994 de 1989	Por el cual se aclara que los derechos a favor de terceros tienen que estar vinculados al descubrimiento de uno o varios yacimientos de hidrocarburos antes del 22 de diciembre de 1969. Este decreto fue declarado ajustado a la ley por el Consejo de Estado. En conclusión, a partir de dicha fecha, no es de recibo reclamar derechos de propiedad privada sobre yacimientos minerales o de hidrocarburos en Colombia.
12 de mayo	CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social), Documento 3517	Se solicitó al MME y ANH las normas técnicas necesarias para la exploración y explotación del GMDC (Gas metano asociado a depósitos de carbón) y que se adoptaran los mecanismos para evitar el conflicto entre productores de carbón, sector minero y productores de gas, sector petrolero.
	Resolución #181495 de 2009	Por la cual se nombra por primera vez, en la regulación técnica colombiana, los “Yacimientos no Convencionales” sin reglamentar las actividades de exploración y producción de dichos yacimientos, advirtiendo que el Ministerio “regulará las actividades relativas a la exploración y explotación de los yacimientos no convencionales.” (Parágrafo del Artículo 1) Por la cual se define los yacimientos no convencionales “Son todos aquellos donde la acumulación es predominantemente regional, extensa y la mayoría de las veces independiente de trampas estratigráficas o estructurales. Poseen bajas porosidades y permeabilidades y pobres propiedades petrofísicas. Su desarrollo requiere de alta tecnología, se les asocia muchas reservas y son capaces de producir por varias décadas.” Se refiere claramente a los yacimientos de petróleo y gas en Lutitas, (“oil & gas shales”) y que recientemente la Agencia Nacional de Hidrocarburos ha denominado Yacimientos en Rocas Generadoras. “Los típicos yacimientos no convencionales incluyen las arenas apretadas de gas, carbonatos apretados, gas de capas de carbón, hidrocarburos de carbonatos y/o areniscas naturalmente fracturadas, arenas bituminosas, gas de lutitas”.
	Resolución #180742 de 2012 Ministerio de Minas y Energía.	Por la cual se estableció los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

26 de diciembre de 2013	Decreto 3004 de 2013	Por el cual: “se establecen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales” y ordena al Ministerio expedir las normas técnicas y procedimientos para cumplir con dichos procedimientos. Este decreto define un yacimiento no convencional como “la formación rocosa con baja permeabilidad primaria a la que se le debe realizar estimulación para mejorar las condiciones de movilidad y recobro de hidrocarburos”. El mismo Decreto 3004 de 2013 ordena al Ministerio de Minas y Energía expedir las normas técnicas y procedimientos que regulen la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales y establece que estos son: 1. Gas y petróleo en arenas y carbonatos apretado 2. Gas metano asociado al carbón 3. Gas y petróleo de lutitas (Shale) 4. Hidratos de metano, y 5. Arenas bituminosas.
20 de marzo de 2014	Resolución No. 0421 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones
27 marzo de 2014	Resolución No. 90341 Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se deroga la Resolución 180742 y establece los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de los yacimientos no convencionales, se enfoca de nuevo a la regulación sobre la perforación, completamiento, fracturamiento hidráulico, pruebas y producción de pozos horizontales en yacimientos de petróleo y gas de lutitas, así como en las operaciones de inyección de agua de retorno utilizadas en las operaciones de fracturamiento hidráulico y la del agua que se produzca de dichos pozos. Con excepción de los hidratos de metano y las arenas bituminosas. Resolución que al igual que la anterior no incorpora los nuevos procedimientos y tecnologías utilizados para prevenir los daños ambientales, especialmente aquellos derivados del fracturamiento hidráulico. La Resolución del MME impone una serie de obligaciones que buscan específicamente la protección de los acuíferos y formaciones aledañas al pozo, mediante el aislamiento adecuado y seguro del pozo, tales como: (i) requerimientos estrictos de cementación de pozos; (ii) pruebas de presión de todos los

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

		revestimientos; (iii) garantizar que la distancia entre los pozos y el acuífero no sea inferior a 5 veces el radio del fraccionamiento hidráulico y (iv) la prohibición de realizar operaciones de fracking en pozos que se encuentren a menos de 200 metros de un pozo de agua con fines de consumo, irrigación u otras actividades de subsistencia. La Resolución no hace referencia a los yacimientos de gas y petróleo de arenas y carbonatos apretados y a los yacimientos de gas metano asociado a los yacimientos de carbón, con excepción en estos últimos, de la distancia mínima entre el diámetro de la estimulación hidráulica y la separación al o los acuíferos aprovechables.
Mayo 2015	Decreto 1073	“Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”, para el sector hidrocarburos el Decreto considera algunos aspectos generales de la regulación vigente sobre las actividades de exploración y explotación, valorización y contabilización de las reservas y propiedad del recurso. Este Decreto no resuelve los vacíos que existen en la regulación del sector petrolero.
17 marzo de 2015	Resolución No.631*** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
18 de Mayo de 2017	Acuerdo 02 Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)	Fija reglas para la asignación de áreas y para contratar la exploración y explotación de hidrocarburos, así como para la selección de contratistas y la gestión, seguimiento, control y vigilancia de los negocios de la ANH.
8 de noviembre 2018		Suspender provisionalmente el Decreto 3004 de 2013 y la Resolución #90341 del 2014 ante la solicitud de medidas cautelares interpuesta por medio de demanda contra la Nación. El Consejo de Estado con su fallo no podría prohibir los pozos piloto de fracking en Colombia ya que el fallo recae sobre el Decreto 3004 de 2013 y la Resolución 90341 de 2014 que están demandados y suspendidos como medida cautelar, pero no se está prohibiendo el desarrollo del fracking en el país. Solo el Congreso de la República tiene la tarea de decidir si se aprueba o no se aprueba el fracking y la ley está por encima de los decretos y las resoluciones.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

el Consejo de Estado abrió la posibilidad de realizar pilotos de fracking en el Magdalena Medio, en una tarea que será más científica y de investigación y para tal fin se dictaron una serie de normas jurídicas para poder realizarlos. Actualmente están las siguientes normas:

28 de febrero 2020	Decreto 328 de 2020	Por el cual se fijan lineamientos para adelantar Proyectos Piloto de Investigación Integral -PPI/ sobre Yacimientos No Convencionales - YNC de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal- FH-PH, y se dictan otras disposiciones"
4 de septiembre 2020	Resoluciones 821 de 2020	Por la cual se expiden los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII) sobre Yacimientos No Convencionales (YNC) de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal (FH-PH).
7 de Julio 2020	Resolución 40185 Ministerio de Minas y Energía	Traza los requisitos técnicos para el desarrollo de la actividad, Por medio de esta Resolución el MME dispuso que los PPII se desarrollarán en las cuencas sedimentarias del Valle Medio del Magdalena, Cesar y Ranchería, las cuales podrán ser perforadas, completadas, fracturadas, estimuladas y dimensionadas a través de la técnica de FH-PH, bajo el entendido de que por cada proyecto piloto se podrán perforar hasta dos pozos horizontales y en máximo dos locaciones (cada locación es un polígono en superficie de máximo 10 hectáreas), y que el máximo número de proyectos permitidos es 4.
Agosto 20 de 2020	Resolución 904 de 2020 Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se fijan lineamientos sociales para el desarrollo de los Proyectos piloto de investigación integral en yacimientos no convencionales de hidrocarburos a través de la técnica de fracturamiento hidráulico Horizontal (fracking)". sí mismo, se adiciona el cumplimiento de los requisitos en materia social establecidos en la Licencia Ambiental, el contratista deberá incorporar a su estrategia de entorno y gestión social un componente específico para la ejecución, se denominará Estrategia Específica de Relacionamiento Social. Esta estrategia debe atender a la naturaleza científica e investigativa de los mismos y a la necesidad de propiciar una dinámica de diálogo social permanente con los diversos grupos de interés y construir confianza para la ejecución.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Nota: Extraído de “Modelo estratégico para la creación de valor compartido entre las empresas del sector de hidrocarburos, el entorno y las comunidades en Colombia”, Hernández Amado, M.Y. (2019)

En este orden de ideas, a diferencia de lo que ha ocurrido en otros países, Colombia ha expedido los reglamentos técnicos para la implementación del fracking previo a que se inicien este tipo de operaciones, precisamente para prevenir las afectaciones que estas actividades puedan tener en el medio ambiente y permitir la extracción de hidrocarburos no convencionales de manera sostenible.

Los pozos pilotos de fracking contarán con un Comité Evaluador que calificara las variables y su concepto será relevante para el futuro del fracking en el país, la información que se evaluará será de tipo ambiental, social, económico y de salud, apoyado en las líneas base que se han establecido para cuantificar el desarrollo de cada uno de los pilotos. Estas mencionadas líneas base las están organizando las entidades del Estado que se complementarán a su vez con las líneas de base local, las cuales son estructuradas por los contratistas. Esta información será introducida en el Centro de Transparencia, y de allí el Comité Evaluador tomará una decisión final para mirar si el fracking es viable en el país. En cuanto a los temas de parte ambiental, aún faltan regulaciones que se ajusten a la realidad del fracking. Por ejemplo, actualmente no se cuenta con estándares aplicables a ciertas sustancias de relevancia ambiental derivadas de la actividad del fracturamiento hidráulico.

El Decreto 3004 de 2013 en el cual se “establecen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales” y la Resolución 90341 de 2014 por la cual se establecía “los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales” normas que en la

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

actualidad se encuentran en litigio ante el Consejo de Estado, las cuales fueron demandadas porque se faltó al principio de precaución por parte del Estado para prevenir efectos colaterales ambientales. Es necesario señalar que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible actualmente mantiene una posición y es que el sector no está completamente listo para la explotación de Yacimientos No Convencionales, por eso está formulando un plan a cinco años para fortalecer la capacidad institucional y contar con los estudios necesarios con miras a proteger el recurso hídrico.

Considera la ANLA que Colombia y sus instituciones requieren un mayor acondicionamiento para esta actividad y en ese sentido, proponen un Plan de Alistamiento del Sistema Nacional Ambiental con un plazo a cinco años, que analice, estudie y prepare acciones que protejan el recurso hídrico frente a una eventual actividad de los Yacimientos No Convencionales, y se encuentra planteado alrededor de cinco (5) premisas:

“1. Un estudio detallado de aguas subterráneas y el desarrollo de un inventario de acuíferos del país, especialmente en la zona del Valle Medio del Magdalena, que permita identificar la ubicación de este recurso, y así definir las medidas para su protección.

2. Desarrollo de un estudio sismológico y su correspondiente cartografía para definir posibles amenazas y medidas de prevención y mitigación de riesgos.

3. Elaboración, por parte del sector de Minas y Energía, bajo los lineamientos y metodologías definidas por el Ministerio de Ambiente, de una evaluación ambiental estratégica de la región del Valle del Magdalena Medio.

4. Implementación de un sistema de registro, verificación, control y vigilancia de los fluidos que serían utilizados en esta tecnología, esto con el fin de proteger de impactos negativos, los recursos naturales del país.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

5. Fortalecimiento de la capacidad institucional (ANLA, Corporaciones Autónomas Regionales e institutos de investigación) para la vigilancia de esta actividad por parte del Sistema Nacional Ambiental y del sector de Minas y Energía.”

Es de importancia resaltar que el gobierno de Colombia tomó la decisión de progresar en el desarrollo de del sector de hidrocarburos en el año 2012, en donde se otorgaron los primeros cinco bloques para la exploración y producción mediante tecnologías no convencionales, y de acuerdo a dicha decisión, fue que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la Resolución 0421 de marzo de 2014, expide los términos de referencia para el desarrollo de esta actividad, teniendo como premisa principal la protección del patrimonio natural y del recurso hídrico.

Por consiguiente, basado en los estudios y sus últimos descubrimientos especialmente los realizados por la EPA de los Estados Unidos, el Ministerio estima que el sector no se encuentra completamente listo para el desarrollo o ejecución de esta actividad, por lo cual manifiesta debe ser implementado el plan de alistamiento el cual se está formulando y proponiendo para la vigilancia y control de dicha actividad.

4. Análisis de los procesos e impactos ambientales recopilados de algunas experiencias en Estados Unidos, Canadá y argentina.

De acuerdo a Stinco (2001), se puede afirmar que, a partir del proceso de generación de los yacimientos estos se pueden clasificar brevemente en yacimientos o reservorios convencionales y no convencionales. Un reservorio convencional, no es nada más que la existencia de una roca generadora, una roca reservorio y una trampa geológica junto a los procesos de generación, migración y la formación de una trampa para el almacenamiento de hidrocarburos. Otro criterio

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

conceptual aplicable para los yacimientos o reservorios convencionales, es aquel que reitera que son yacimientos y que pueden producirse de manera natural y sin estimulaciones o procesos que aumenten su productividad, volúmenes de hidrocarburos de forma comercial y/o económicamente rentables. Barreto, N. (2016).

Según Barrera (2014), la creciente demanda energética ha sido la principal causa de la disminución de las reservas de yacimientos convencionales. Esta situación ha sido el punto de partida para que la industria hidrocarburífera aproveche de una manera eficiente este tipo de recursos, a su vez da pie al comienzo de la explotación de los yacimientos no convencionales para surtir la constante demanda. Acorde con Gutiérrez (2008), los yacimientos no convencionales entran en escena cuando coexiste con la tecnología disponible para su explotación, así que el significado correcto no es fácil de resolver puesto que en ocasiones un yacimiento pasó de ser considerado como no convencional a convencional según paso el tiempo y consigo el desarrollo tecnológico, un ejemplo a citar sería el que sucedió en Estados Unidos a mediados de 1978, cuando todo el gas natural que había sido descubierto en la cuenca sedimentaria de Anadarko no podía ser producido debido a que no era económicamente rentable hacerlo, en aquella época aun no existía la tecnología para poder explotar tal cantidad de recursos descubiertos y por esto fueron considerados en aquella fecha como hidrocarburos provenientes de un reservorio no convencional. Barreto, N. (2016).

Con lo anterior, y de acuerdo a Gutiérrez se quiere afirmar que la designación que se le da a un reservorio de ser o no convencional fluctúa con el tiempo y la evaluación económica del mismo cumple un papel fundamental para el desarrollo y explotación de los recursos descubiertos. Por consiguiente, una definición acertada para los yacimientos no convencionales (YNC) es la de Anadón y Masarik (2013), que establece que “un yacimiento o reservorio no convencional presenta

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

formaciones geológicas cuyos hidrocarburos, en su mayor parte, no migraron desde la roca generadora o roca madre hacia la roca reservorio para formar los yacimientos convencionales; dicho en otras palabras, son aquellos yacimientos cuyos hidrocarburos están almacenados en la roca generadora”. Con base al concepto emitido por Anadón y Masarik entre los yacimientos no convencionales también se incluyen aquellos reservorios que no pueden ser explotados por los métodos utilizados para la explotación de yacimientos convencionales, lo que conlleva a que los YNC requieran mayores inversiones y cuenten con tecnologías más avanzadas para su explotación, a causa de la complejidad que se presentan en el subsuelo. A continuación, se presentan algunas de las características más distintivas de ambos tipos de yacimientos, con el objetivo de identificar, exponer y presentar de una manera más práctica las diferencias más notorias que hay entre ellos. Barreto, N. (2016).

La autora Salcedo, I. J. (2016) mediante su investigación realizada señala que los impactos ambientales del fracking han sido ampliamente advertidos en varios espacios, y la regulación existente frente al tema parece no ser suficiente para enfrentar los daños al medio ambiente, Estados Unidos , Canadá y Argentina son de los países que actualmente utiliza este método de manera frecuente en América, por la demanda de hidrocarburos con la que cuentan, en los últimos años diversos estudios han arrojado informes sobre las consecuencias ambientales que ha representado dicha explotación, pero realmente ha sido preponderante que sea sostenida la extracción por encima de las consecuencias ambientales que esta pueda tener.

Las importancias de realizar este análisis radican en los proyectos que se tienen a corto plazo para realizar este tipo de explotación en varios lugares de Colombia, y es necesario plantear una serie de iniciativas regulatorias que permitan que el medio ambiente no se vea afectado de manera irreversible, usando las experiencias que viabilizaron los proyectos de extracción.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

4.1 Estados Unidos

En la actualidad esta técnica es utilizada por varios países, uno de ellos y quien lo realiza a mayor escala es Estados Unidos, en este país ha avanzado en los últimos años una legislación para prevenir los impactos ambientales que han sido evidenciados a causa de esta práctica, de igual forma la autora indica que debe destacarse que la técnica representa una producción mayor de hidrocarburos para los países que la han puesto en práctica. Por otra parte, señala que, en el círculo económico, la técnica de la fractura hidráulica es una práctica beneficiosa que favorece a otros países debido a las diversas áreas de oportunidad, puesto que anteriormente dependían de las importaciones de fuentes convencionales de energía de países productores, además de aumentar el volumen de trabajo e incrementar el flujo de los recursos económicos en ámbito de orden territorial, donde se practica y sus alrededores. (Valdés, 2011).

Estados Unidos es uno de los países que actualmente ha optado por la técnica de fracturación hidráulica, esto para mejorar su producción, es notable e importante el resultado que ha presentado el uso de la técnica que, en su economía, se ha concluido según la cifra del gigante americano lo siguiente: Las inversiones estadounidenses en extracción de gas hacen que a la fecha el país sea el mayor productor de gas de todo el mundo, incluso superando a países europeos como Rusia. La llave de su éxito ha sido su inversión en la exploración y explotación de yacimientos no convencionales, sobre todo en tight, cuyos costos descienden al mejorar las técnicas de perforación y de estimulación de pozos, esto último basado en investigaciones de Barreiro & Masarik, (2017).

La práctica del desarrollo del fracking en países como Estados Unidos, Canadá e Inglaterra ha posibilitado evidenciar que esta técnica desencadena daños o que hay riesgo de que los ocasione. Esto principalmente resulta por la contaminación y uso intensivo de aguas superficiales y subterráneas, la contaminación del aire y la atmósfera, los Impactos ambientales del fracking

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

analizado desde la experiencia internacional de Estados Unidos permite explorar nuevos riesgos y visibilizar posibles problemáticas que surgen a raíz de estos daños y riesgos, por otra parte, en diciembre de 2014, el Estado de Nueva York prohibió el fracking en todo su territorio. Esta decisión se basó en un informe oficial que concluye: “partiendo de la literatura y experiencia existentes, la actividad de la fractura hidráulica ha resultado en impactos ambientales que potencialmente pueden afectar la salud pública”. (Castellón et al. 2016). Es notorio que una de las mayores preocupaciones surge debido al uso de las diferentes sustancias químicas, que son utilizadas en los procesos de explotación, y el tratamiento incorrecto que se le da a estos residuos, del mismo modo se ha llegado a concluir que la fracturación en las rocas profundas puede aumentar los riesgos de sismicidad en el territorio donde se emplea esta práctica. Salcedo, I. J. (2016).

Así mismo Salcedo, I. J. (2016) en su tesis indica que Estados Unidos es el país que efectuó por primera vez la técnica de fracturación hidráulica, debido a la exigencia de obtener una mayor rentabilidad en los proyectos de explotación, ocasionando que se probaran nuevos métodos que permitieran obtener mayores beneficios en la extracción, el interés de las aplicaciones del proceso de fractura crecieron rápidamente e incrementaron el suministro de petróleo en Estados Unidos por encima de lo previsto. Este tipo de tratamientos en los pozos llegó a más de 3.000 pozos al mes por tramos a mediados de los años 1950. (Montgomery & Smith, 2010).

Es notorio el impacto que presenta este tipo de explotación y el aumento de su aplicación a lo largo del territorio americano y abriendo paso a la aplicación de diferentes productos para optimizar los resultados en la fractura. Así a principios de 1970 se empieza a implementar el agua como elemento principal en la fractura. Se empezaron a desarrollar proyectos de investigación que posibilitara hallar fuentes de hidrocarburos como lo fue el Eastern Gas Shales Project (EGSP), que

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

es explicado de la siguiente manera por la CEPAL y consignado en la investigación realizada por Salcedo, I. J. (2016):

En el año de 1976 el MERC lanzó el “Unconventional Gas Research Program”, el cual incluía un plan o programa con una duración de cinco años denominado “Eastern Gas Shales Project” (EGSP), el cual contaba con tres objetivos principales:

1. Realizar un inventario de las formaciones de gas de esquisto devonianas en los Apalaches y sectores de Illinois y Michigan.
2. Determinar las reservas recuperables de gas de esquisto
3. Determinar las tecnologías más efectivas para su extracción al menor costo posible. (CEPAL, 2015).

Este proyecto permitió mediante pruebas de perforación determinar los yacimientos más trascendentes de gas de esquisto, por tal razón se logró aumentar la producción del mismo en un periodo en el cual el panorama de reservas era realmente preocupante. De esta forma se dio continuidad a las pruebas de fracturación con diversas mezclas, hasta el año de 1997 en el cual la compañía Mitchell Energy logro realizar una técnica que combinaba fluidos de agua, arena, y diferentes químicos, para realizar extracciones más eficientes. (Gómez et al., 2013). Así nació la nueva cultura de explotación en Estados Unidos que se ha convertido en hito de una marcada controversia por las consecuencias que puede generar esta forma de extracción. A lo largo de la historia y basado en las experiencia se ha probado con diferentes técnicas de explotación de hidrocarburos que propicie mayor rentabilidad el negocio, y permita optimizar la extracción de los recursos de la forma más eficiente posible, dando pautas para que se diseñen técnicas más complejas que logren una mayor productividad y rentabilidad.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Como lo ha descrito Salcedo, I. J. (2016), el método de fractura hidráulica nace como respuesta a la demanda de hidrocarburos que se acrecentó con el paso del tiempo a nivel global, ante una naciente amenaza de escasez se hizo indispensable intentar realizar formas de explotación que permitieran obtener, recursos que antes no se explotaban de manera adecuada como es el caso de shale gas y tight gas realizados por (Montgomery & Smith, 2010).

4.1.1 La Regulación sobre fracturación hidráulica en Estados Unidos

Cada estado implementa la regulación sobre explotación de hidrocarburos de acuerdo a sus respectivas políticas económicas y ambientales. En el siguiente apartado se desarrollará la manera en como son realizados este tipo de contratos en Estados Unidos y en Colombia para llevar a cabo una comparación de la reglamentación definida de cada uno. Salcedo, I. J. (2016).

4.1.2 Regulación en Estados Unidos

Como se relacionó anteriormente la raíz de la fracturación hidráulica dio inicio en Estados Unidos, y por lo cual es considerado como pionero en la regulación de esta técnica, es necesario aclarar que la regulación en Estados Unidos consta de normas federales y estatales habrá referencias a la regulación estatal de California y Colorado. por lo cual este estudio se enfocara en la normatividad federal y de manera particular

De acuerdo con los autores Boxerman & Visser (2012) que señalan lo siguiente respecto a la regulación de la fracturación hidráulica en Estados Unidos: Históricamente, los estados han representado un papel principal en temas de regulación del petróleo y el desarrollo de gas natural en los EE.UU., esta tendencia se ha mantenido a la fecha para la reglamentación de la fractura hidráulica, la regulación estatal concede a cada estado que evalúe las características únicas de sus actividades petroleras y de gas adaptándolas a las materias específicas que se les presentan. Por tal motivo, incluso en ausencia de nuevas regulaciones específicas, la fracturación

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

hidráulica está sujeta a las regulaciones generales de petróleo y gas en cada estado. Los autores indican que la regulación más específica está diseñada por cada uno de los Estados de acuerdo a sus necesidades, las leyes federales solo dan unas pautas de manera general, en ese sentido los estados son autónomos respecto a la implementación de la fractura hidráulica para la explotación de hidrocarburos. Salcedo, I. J. (2016).

Regulación federal:

De acuerdo a lo planteado por el autor anterior, se habla de la fracturación hidráulica como un escenario que ha cobrado una inusual relevancia en Estados Unidos, es así como esta industria ha sido exenta de cumplir varias disposiciones normativas diseñadas para la protección de los recursos ambientales, por tal motivo los autores Brady, W. & Crannell, J. (2012) realizaron el siguiente análisis:

Es evidente que la industria del petróleo y del gas, y en alguna ocasión la fracturación hidráulica específicamente, goza de ciertas exenciones de distintos estatutos ambientales federales relevantes, incluyendo algunos como la Ley de Agua Potable Segura; La Ley de Conservación y Recuperación de Recursos; La Ley de Planificación de Emergencias y Derecho a Saber de la Comunidad; La Ley de Agua Limpia; La Ley de Aire Limpio; La Ley de Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidad; Y la Ley de Política Ambiental Nacional, muchas de las exenciones relacionadas a los estatutos mencionados anteriormente provienen o fueron fortalecidas por la Ley de Política Energética sancionada en el año 2005.

Lo anterior expuesto por el autor, señala cómo el desarrollo de la industria minero energético en Estados Unidos, se ha transformado en el principal sector a desarrollar, apartando a un lado algunas políticas de protección ambiental. De acuerdo a lo enunciado previamente algunos estados han realizado algunas moratorias al respecto, que impiden la realización a escalas

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

mayores del fracking hasta que no haya estudios que permitan cuantificar los impactos ambientales del mismo.

Respecto a esta temática existen ciertas leyes federales que reglamentan de manera general la praxis que se debe tener en cuenta, al momento de desarrollar perforaciones para la extracción de hidrocarburos no convencionales, una de las mayores preocupaciones es el impacto por el uso de agentes químicos en el proceso de fracturación y como estos podrían terminar contaminando los recursos hídricos. (Congressional Research Service, 2015). Para el caso puntual en cuanto a temas de la protección de los recursos hídricos el Congreso de Estados Unidos promulgó La Ley de Agua Potable Segura (SDWA) en el año 1974, la Environmental Protection Agency (EPA) es la encargada de poner en marcha dicha ley, y además debe fijar los requisitos mínimos para los programas de prevención de la inyección subterránea, La EPA decidió no aplicar estas exigencias normativas a la fractura hidráulica, hasta el año 2011 cuando un tribunal determinó que dicha actividad constituye inyección subterránea. (Brady, W. & Crannell, J. 2012). Y traído al español por Salcedo, I. J. (2016).

La regulación encaminada a la protección de los recursos hídricos no ha sido adelantada, debido a que la Environmental Protection Agency (EPA) en los estudios que ha realizado sobre los impactos de la fracturación hidráulica ha concluido que estos son mínimos e irrelevantes, y por tal razón no ha visto la necesidad de implementar regulaciones más estrictas. Por ende, se puede percibir cómo a nivel federal la regulación que existe ha contemplado únicamente cierto tipo de exenciones al cumplimiento de regulaciones en materia ambiental, y ha permitido que los estados regulen con autonomía esta práctica de acuerdo a sus políticas y necesidades. Salcedo, I. J. (2016).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Regulación estatal

Para Salcedo, I. J. (2016). El desarrollo normativo relacionado a la fracturación hidráulica en Estados Unidos se realiza principalmente en los Estados, ya que en la actualidad las normas federales no representan mayores condiciones para esta forma de explotación.

De acuerdo a la premisa anterior, se realizará un análisis sobre la regulación existente basada en los estados de California y Colorado, y su relación respecto a la realización del fracking.

Estado de Colorado

En este estado se ha desarrollado la fracturación hidráulica basándose en información que permite analizar la afectación de los recursos naturales, para esto la legislación del Estado de Colorado ha implementado varias leyes las cuales regulan las prácticas de perforación y los elementos previos y posteriores que se deben tener en cuenta. (Fracking Regulations by State - ALS", 2016) , está información es traída al español por Salcedo, I. J. (2016).

Por otra parte, los autores Brady, W. & Crannell, J. (2012), en su investigación revelan datos sobre la regulación emitida en Colorado, un ejemplo a contraste es la Ley de Conservación de Petróleo y Gas (OGCA) , la norma es un estatuto primario que administra y dirige el petróleo y el gas como parte de la declaración legislativa, la OGCA expresa que se debe tener en cuenta el interés público y lograr obtener un desarrollo responsable y equilibrado en términos de producción y utilización de los recursos naturales de petróleo y gas en el estado de Colorado de una manera consistente con la protección de la salud pública, la seguridad y el bienestar, incluida la defensa del medio ambiente y los recursos de la fauna silvestre. Esta ley permite a la Comisión de Conservación de Petróleo y Gas de Colorado (COGCC) la potestad para regular la operación del gas y petróleo con el fin de prever y mitigar los impactos ambientales adversos y

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

significativos ya sean de naturaleza: aire, agua, suelo o recurso biológico producto de las operaciones de petróleo y gas para proteger en medida la salud pública, la seguridad y el bienestar.

De acuerdo con lo planteado por los autores anteriormente mencionados se puede contemplar que en el estado de Colorado se ha empleado medidas que protegen en primer lugar la salud pública y el bienestar de los ciudadanos, de manera que la explotación de hidrocarburos no convencionales debe ser responsable y evaluar los impactos que por su actividad puede ocasionar en los recursos naturales.

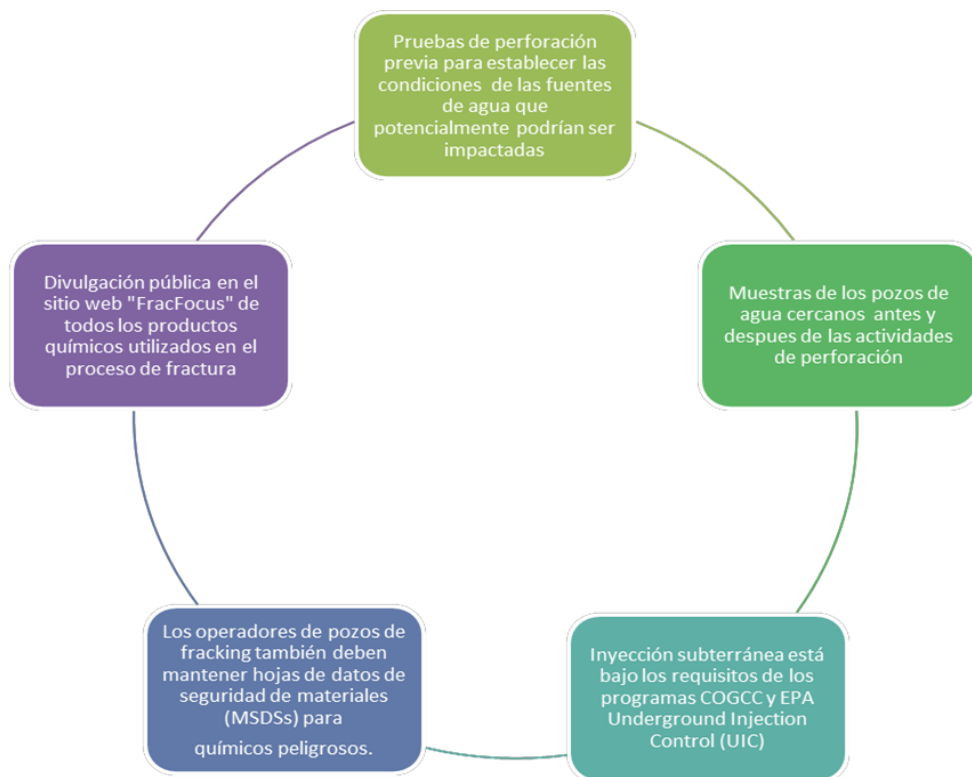
Por consiguiente, en el estado de Colorado aquel que pretenda llevar a la práctica un proyecto de fracking debe realizar una solicitud formal especificando los aspectos técnicos del pozo y su cercanía con las fuentes de agua, posteriormente la Colorado Oil and Gas Conservation Commission (COGCC) procederá a analizar la viabilidad de la perforación y puede abstenerse de concederla, en caso de que se contemple que existe una amenaza inminente que atente a la salud pública o los recursos naturales. (Fracking Regulations by State - ALS", 2016).

Los ejes principales de la regulación en Colorado se muestran en la siguiente figura:

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 3

Regulación en el estado de Colorado



Nota: Extraído de “Impactos ambientales del fracking analizado desde la experiencia internacional de Estados Unidos” Salcedo, I. J. (2016).

Se puede concluir que el estado de Colorado ha aplicado una regulación responsable en materia de fracturación hidráulica, y ha considerado de vital importancia la protección de los recursos naturales y la salud pública de sus habitantes, las constantes pruebas de impacto y la continua información que reportan los operadores de pozos de explotación de hidrocarburos no convencionales permite que las entidades autorizadas puedan ejercer un control pleno de la actividad. Salcedo, I. J. (2016).

Estado de California

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Este estado dirige una amplia regulación en cuanto a la protección de los recursos hídricos al igual que los recursos naturales, por tal motivo después de realizar varios estudios se ha implementado reglamentación a partir del año 2015 puntualmente para la explotación de hidrocarburos mediante la fracturación hidráulica. De acuerdo a la nueva regulación está incluye aspectos importantes en materia relacionadas a las pruebas de pozos en donde se incluye la pre-fractura; la supervisión durante y después de las actividades de fractura; la exteriorización de los materiales utilizados en el fracturado. Esto conduce a que las autoridades o entidades de control puedan adquirir información más exacta del cómo se está llevando a cabo el proceso de explotación. (Kiparsky & Foley, 2013). Se puede concluir, que los estados se preocupan cada vez más por implementar regulaciones que sean responsables con los recursos naturales y que no afecten a la seguridad pública de sus habitantes, dichos cambios se han realizado debido a las experiencias de otros estados, los cuales han avanzado respecto a una regulación más fuerte que permita un control real sobre esta actividad. Salcedo, I. J. (2016).

4.1.3 Contratos de fracturación Hidráulica en EEUU

Es preciso señalar que según Salcedo, I. J. (2016). la mayoría de Estados pertenecientes a los Estados Unidos entre sus políticas en cuanto a la propiedad de tierra establecen que los recursos hallados en el subsuelo pertenecerán al dueño del predio, en contraparte al sistema actual de Colombia donde estos recursos pertenecen de manera exclusiva al estado, la propiedad privada de derechos minerales ayuda a resistir el impulso del gobierno de aumentar los ingresos a través de la perforación de hidrocarburos. (Wang & Krupnick, 2013).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Dado que el sistema de concesión para explotación de minerales es totalmente diferente en Estados Unidos, se hace conveniente citar al autor Mora Contreras, (2010) el cual relaciona el principio de la accesión, el cual se apega a la claridad del principio, el cual señala que la propiedad del suelo o tierra, confiere al propietario la propiedad del subsuelo y de todo lo que se encuentre en él, por lo tanto, el poseedor del suelo es también propietario del subsuelo. De hecho, en el derecho común de los Estados Unidos se usa la expresión en latín “ad coelum et ad inferos” que traducido a nuestro idioma sería “hasta el cielo y hasta el infierno”, es usado para explicar en términos jurídicos este tipo de propiedad, que garantiza al propietario del suelo los derechos exclusivos de todo lo que se encuentre en el subsuelo del mismo. Salcedo, I. J. (2016).

Como lo indica el autor el sistema estadounidense en términos de explotación de hidrocarburos, concede derechos sobre los minerales hallados en el subsuelo, los cuales pertenecerán al propietario del terreno en donde estos se encuentren, y es así como la industria minera se ha logrado fortalecer de forma significativa.

Por otra parte, el autor Yeatts, (2010) detalla los beneficios del sistema estadounidense en contra parte con los de América Latina de la siguiente manera:

Si el petróleo o el gas son producidos por empresas privadas o monopolizadas a favor del gobierno, quien recibe la mayor parte de las ganancias será el Estado, es bastante frecuente que esos dineros o utilidades se utilicen para sostener a los jefes de Estado en el poder, al contrario de Estados Unidos, en donde los individuos poseen y controlan la mayoría de los derechos de subsistencia de la nación que están directamente relacionados a la energía y a otros minerales, los resultados son diferentes totalmente. Mientras que en la industria de petróleo y gas en los Estados Unidos se ha expandido rápidamente y a gran escala, trayendo prosperidad a muchas áreas que anteriormente estaban subdesarrolladas

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

o desiertas, los ingresos provenientes de la explotación de los recursos petroleros en otros países han colaborado en el sostenimiento de gobiernos corruptos con pocos o ningún beneficio para el bienestar general.

El resultado de la política minero energética en Estados Unidos ha obtenido resultados positivos para aquel país, en donde la política no cuenta con ningún tipo de inherencia en las licencias que se otorgan para la explotación minera, ya que estas son manejadas gracias a los contratos privados entre las empresas dedicadas a la explotación de minerales y los propietarios de los terrenos en donde yacen los minerales. Salcedo, I. J. (2016). Los contratos privados se desarrollan de la siguiente forma según lo señala el autor Mora Contreras (2014):

El contrato de arrendamiento de petróleo y gas es una institución de tipo jurídica, y es común en el sector petrolero estadounidense, por el cual el arrendador quien sería el propietario del subsuelo o ya sea el poseedor de sus respectivos derechos mineros, ya que puede darse la probabilidad que sean dos personas, otorga al arrendatario en este caso la compañía petrolera los derechos exclusivos de explorar, producir y comercializar el petróleo y el gas que encuentre durante un determinado plazo, a cambio del pago del precio de primas y regalías que se generen de la actividad. Este contrato, planteado inicialmente para reglamentar las relaciones jurídicas y económicas entre actores privados dedicados a la exploración y producción de petróleo y gas natural en terrenos de propiedad privada en EUA, se extendió luego, con variantes, a la tierra de propiedad pública, cuando se promulgó la ley federal de arrendamientos de tierras mineras en 1920.

En relación a lo previamente señalado por el autor Salcedo, I. J. (2016)., se entiende que mediante los contratos cuya naturaleza es privada, son realizados de acuerdo a las disposiciones establecidas por la ley de arrendamiento de tierras mineras, (Mineral Lands Leasing Act), Así

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

mismo deben cumplir con los requerimientos relacionados a actividades previas a la perforación y que estas dependen de cada estado, para ejemplificar este enunciado se trae el caso del estado de Colorado en donde se deben realizar unas pruebas de recolección de datos de aguas superficiales, las cuales deben medir los parámetros de PH, la alcalinidad, y los metales presentes en la muestra, entre otros, para realizar estos estudios deben emplearse métodos analíticos autorizados por la EPA para el agua potable y los análisis deben ser realizados por laboratorios con programas acreditados a nivel estatal o nacional. (fracking regulations by State - ALS,2016).

Por lo tanto se debe cumplir con los requisitos de la regulación federal y estatal relacionados anteriormente y de igual forma deben realizarse los contratos de arrendamiento correspondientes para la explotación de los minerales perseguidos, en resumen englobando los conceptos emitidos anteriormente se puede concluir, cómo se da manejo a los recursos minerales en Estados Unidos, y los resultados obtenidos por el país de forma eficiente, permitiendo entre sus regulaciones que la propiedad del suelo y subsuelo pertenezcan a los particulares, esto ha permitido que el gobierno se aparte de este tipo de relaciones por lo que el riesgo de corrupción se minimiza. Salcedo, I. J. (2016).

Por otra parte, para Salcedo, I. J. (2016), en el caso de las actividades de fracturación hidráulica se han desarrollado estrategias que permiten un control adecuado de los recursos medioambientales que podrían llegar a ser afectados, dicha regulación está sujeta a la autoridad de cada estado, por consiguiente no existe unificación al respecto en todo el país.

4.2 Canadá

El gas y el petróleo en Canadá, abarca la oferta primaria de energéticos, la amplia cantidad de hidrocarburos con la que cuenta el país refuerza el dominio de ambos en la industria energética canadiense para los próximos años, el incremento en la demanda de gas se debe principalmente a

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

la constante utilización de este recurso para la producción de energía y la extracción de petróleo y gas en especial de arenas petroleras y bituminosas.

Canadá para la época del año 2005 ocupaba el segundo lugar como exportador a nivel mundial de Gas Natural (GN), en ese momento solo fue superado por Rusia, todo el gas para exportación se enviaba a Estados Unidos, lo cual representado en cifras correspondía a un 87% de las importaciones Estadunidenses, que aseguraba la oferta interna. Como contrapartida, para el 2010 Estados Unidos desplaza a Canadá y toma el segundo lugar como productor mundial de GN, esta modificación en el comercio del recurso energético, coincide con el floreciente auge del Fracking a finales de la década del año 2000 en la unión americana, puntualmente en el estado de Texas para el 2010.

Las diferencias entre las provincias de Canadá son complejas, debido a la extensión territorial y la respectiva posesión de los recursos naturales. Alberta, provincia canadiense es una de las principales zonas de auge económico del país, debido a que gran parte de la producción de la energía se genera en esa provincia y abarca mayormente el mercado de energía de Canadá y deja atrás a otras provincias menos ricas tales como Saskatchewan o Manitoba, por esta razón Alberta es considerada el mayor centro energético de Canadá, y se calcula que dentro de sus reservas de Gas Natural, cerca de 40 Billones de pies cúbicos son comercializables. A pesar de la perforación de los sitios extractivos, los recursos no convencionales no han remplazado a la producción convencional de gas, por lo cual el Gas No Convencional (GNC) es el que domina el mercado Canadiense y Alberta es en la actualidad el mayor productor y a su vez el centro energético Canadiense por excelencia, es necesario visualizar las provincias como British Columbia y Ontario que no poseen grandes reservas pero si altos consumos al igual que la provincia de Quebec, esta desigualdad abre las puertas a buscar alternativas para el fracking en

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Canadá, unido a las discrepancias entre las provincias, producto de las desigualdad de sus procesos en la toma de decisiones, permite una luz para la fracturación hidráulica. (Howlett & Brownsey, 2011).

La hostilidad al desarrollo de esquisto y recursos reducidos generalmente se centra en los efectos potenciales de la fracturación hidráulica en temas relacionados a la salud pública y medio ambiental. Estas preocupaciones ambientales frecuentes se vinculan con los impactos potenciales del desarrollo de dicha técnica en las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, sus emisiones al aire, y los posibles impactos sobre la tierra, en el cual se incluyen los terremotos o sismicidad inducida, en consecuencia, visibilizando y atrayendo la atención del público.

Para el año 2013 la agencia de gobierno Environment Canadá encomienda al Consejo de Academias Canadienses que llevara a cabo un estudio sobre la situación del conocimiento de los impactos ambientales ligados al desarrollo de gas de esquisto en Canadá. El informe concluyó que existen vacíos relacionados al conocimiento científico respecto a los recursos hídricos y las emisiones de este método al aire, ambas relacionadas con la integridad de los pozos, la tierra, la sismicidad inducida y los impactos sociales. También se encuentra en curso una investigación federal para evaluar las técnicas de exploración y/o producción que permita prevenir o minimizar los riesgos de contaminación, las emisiones, e impactos en la tierra y la sismicidad inducida asociados con el esquisto y el desarrollo de recursos reducidos.

Calidad y cantidad de agua

La posible amenaza de contaminación de aguas superficiales y subterráneas debido a la exploración y producción de esquisto, la escasez de recursos, junto a la fracturación hidráulica, es una preocupación común, en especial por áreas pobladas donde las aguas superficiales y subterráneas se aprovechan como agua potable, también con fines agrícolas o industriales.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

El método de fracturación hidráulica se ha usado para estimular los pozos de producción de yacimientos convencionales de petróleo y gas natural en Norte América durante más de medio siglo, en los cuales alrededor de 180.000 pozos han sido fracturados hidráulicamente solo en la provincia de Alberta, que en su mayoría son pozos verticales, y alrededor de 14.000 pozos horizontales se han fracturado hidráulicamente hasta ahora en todo Canadá, siendo la mayoría de estos con ubicaciones en áreas relativamente remotas. Se involucró en la mayoría de estos, tratamientos de fracturas relativamente grandes y a gran volumen.

La normatividad de la industria de petróleo y gas en Canadá está planteada para proteger los recursos hídricos durante el proceso de producción y desarrollo de petróleo y gas, incluido el esquisto y el desarrollo compacto. Las regulaciones específicas pueden variar entre las respectivas jurisdicciones, pero en todos los casos es necesario el uso de revestimientos de acero y cemento para aislar y proteger las zonas de aguas subterráneas de las zonas más profundas de petróleo, gas natural y agua salina.

Generalmente, el manejo de todas las aguas residuales de las actividades de fracturamiento hidráulico se recolectan y almacenan en tanques de depósito cerrado o embalses con contención secundaria para prevenir una posible infiltración del suelo. El producto de aguas residuales puede ser reutilizado en otras operaciones de fracturación hidráulica o reinyectarse a profundidad en acuíferos salinos profundos. Las aguas residuales no se introducen en las aguas superficiales (por ejemplo, lagos y arroyos) ni en los acuíferos cercanos a la superficie utilizados para el suministro de agua potable.

En el proceso de fracturación hidráulica, los aditivos químicos utilizados generalmente representan menos del 1% del fluido inyectado, son utilizados para varios propósitos, primordialmente para aumentar la viscosidad del fluido inyectado, para potenciar la recuperación

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

de agua después de la fracturación o proteger la tubería de producción de la corrosión. El fluido de fracturamiento usado es específico para cada operador y difiere de una estructura a otra. El registro químico FracFocus.ca suministra información referente a los aditivos utilizados en las operaciones de fracturación hidráulica, los métodos de fracturación hidráulica y las normativas de las provincias canadienses. Las compañías de Columbia Británica, Alberta y New Brunswick tienen la obligación legal de difundir de manera pública los aditivos que son utilizados en la mezcla de fluidos de fracturación, y las reglamentadas por el Regulador de Energía de Canadá, anteriormente denominada Junta Nacional de Energía.

Además de la problemática de calidad del agua, existe una constante preocupación pública que está relacionada con los requisitos de cantidad de agua para el esquisto y el desarrollo de los recursos reducidos. Ya que no todos los reservorios de origen no convencional requieren grandes cantidades de agua y una alta presión para poder fracturar, la cantidad de agua necesaria para estimular un pozo dependerá en primera instancia de las propiedades geológicas y de la roca del yacimiento que se pretenda explotar, esto determinará la presión, profundidad, longitud y método de estimulación necesarios para fracturar la roca.

Emisiones de aire

Por otra parte, una de las preocupaciones ambientales referentes al esquisto y el desarrollo de recursos reducidos corresponden a las emisiones atmosféricas y la calidad del aire. Los contaminantes del aire, las toxinas y los gases que provocan efecto invernadero pueden tener impactos en la salud de la población y los ecosistemas a nivel regional y cambios climáticos a escala mundial.

Gran parte de las áreas de esquisto y gas compacto que se desarrollan actualmente manejan un bajo contenido de dióxido de carbono, semejante a la producción de gas convencional típica.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de esquisto y gas compacto producido y consumido son similares a las de la producción y uso de gas natural convencional, el estudio del ciclo de vida analiza todas las emisiones relevantes de gases de efecto invernadero de todas las etapas de producción, procesamiento, transporte y uso final de un combustible para proporcionar una huella de carbono completa. La herramienta de análisis del ciclo de vida GHGenius de Natural Resources Canadá se usó para modelar las emisiones de gases de efecto invernadero del gas de esquisto.

En general, la investigación halló que el gas de esquisto contenía emisiones ligeramente más altas que las emitidas por el gas natural convencional, un 4% más, sin embargo tenía emisiones mucho más bajas entre el 29 a 38 por ciento menos que los productos derivados del petróleo o el carbón, cada vez que se produzca gas natural y este no se pueda comercializar o reinyectar en un pozo de petróleo o gas, debe ventilarse o quemarse.

Es de importancia señalar que el programa de informes de gases de efecto invernadero de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá aplica únicamente para instalaciones grandes, debido a que las actividades de fracturamiento hidráulico no cumplen el umbral para reportar emisiones, y gran parte de las fuentes de emisión ocurren en recintos que no están sujetas a reporte. Si bien los reguladores de las provincias canadienses establecen requisitos y regulaciones para las emisiones de gases de efecto invernadero, estos no suelen incluir fuentes de emisiones pequeñas o mínimas. Las fugas de metano de los pozos también han sido identificadas como causa potencial de contaminación atmosférica, siendo estas emisiones fugitivas, tanto de los pozos convencionales como de los yacimientos no convencionales. En el oeste de Canadá, los requisitos de monitoreo provinciales permiten a los reguladores cuantificar las emisiones fugitivas que provienen directamente del pozo.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Impactos terrestres

Otra de las preocupaciones frecuentes relacionadas con los posibles impactos en la tierra del esquisto y el desarrollo reducido, vendría siendo la huella y la sismicidad inducida, sin embargo no se espera que la huella por el uso de la tierra del esquisto y el desarrollo reducido sea mayor a la causada por la huella de las operaciones convencionales. A su vez la evolución en la tecnología de perforación horizontal posibilita el perforar y producir mayor cantidad de pozos desde el mismo sitio. Con el uso de plataformas de pozos, en donde se realizan múltiples perforaciones a pozos horizontales desde una misma ubicación, son necesarios menos caminos de acceso y la concentración de las instalaciones y tuberías dentro de la huella minimiza aún más la perturbación en la superficie.

Los terremotos naturales en Canadá ocurren mayormente en áreas sísmicas activas en las cuales no se está produciendo fracturación hidráulica o inyección de aguas residuales en pozos profundos. Si bien la fracturación hidráulica o la inyección profunda de aguas residuales en ocasiones pueden estar relacionados con los sucesos de terremotos sentidos, estos eventos generalmente son relativamente menores y rara vez se sienten.

En todo el territorio de Canadá, existen más de 200 sismógrafos que miden continuamente la actividad sísmica local y global. Se han instalado localmente agrupaciones densas de sismógrafos en varias zonas con operaciones de fracturamiento hidráulico, un ejemplo se ubica en el noreste de la Columbia Británica, cuyo fin es comprender la fuente de los temblores e interpretar la reacción de la roca a los parámetros de fracturamiento hidráulico. Para el caso de las áreas con producción de lutitas y reservorios reducidos, el problema radica en diferenciar los eventos de la corteza profunda con los ocasionados por los eventos superficiales relacionados con programas de fracturación hidráulica o con la reinyección de aguas residuales en acuíferos profundos. De igual

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

modo se han extendido matrices de sismógrafos en los Territorios del Noroeste y New Brunswick al considerarse áreas de potencial exploración y desarrollo de esquisto y reservorio compacto, esto para monitorear la sismicidad natural de las regiones como línea de base.

4.2.1 Regulación Canadá

De acuerdo a la Constitución de Canadá, las provincias gozan de recursos energéticos terrestres dentro de sus fronteras y son el principal regulador de su desarrollo.

Las instituciones reguladoras provinciales renuevan constantemente sus marcos regulatorios para evidenciar la naturaleza variable de las tecnologías de extracción de petróleo y gas natural, incluido el esquisto y el desarrollo de recursos reducidos. Estos escenarios contribuyen a garantizar un funcionamiento seguro de la conservación y protección del medio ambiente y los recursos.

Reglas de oro de la Agencia Internacional de Energía para una edad de oro del gas, 2012

La tecnología y el conocimiento existen para que el gas no convencional se realice de una manera ambientalmente aceptable. La industria debe lograr la confianza del público mostrando un desempeño ejemplar; los gobiernos deben asegurarse de que existan políticas y regímenes regulatorios adecuados (AIE, 2012).

Regulación del desarrollo

En Canadá, de acuerdo a la reglamentación los derechos de exploración y producción de petróleo y gas natural generalmente se obtienen por medio de un proceso de licitación, a excepción de Quebec, en donde el sistema procede por orden de llegada denominadas reclamaciones.

Por otra parte, en el norte de Canadá y en el extranjero, el desarrollo de emisión de derechos está basado en un único sujeto de licitación cuantificable con derechos enfocado a la mejor oferta. En la actualidad, para impulsar la exploración remota, el criterio de licitación es la cantidad total

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

de dinero que el postor propone emplear en el trabajo exploratorio de la parcela dentro de un plazo específico, llamado compromiso de licitación de obra.

En la mayor parte de Canadá, las licencias de exploración integran el derecho a buscar hidrocarburos, pero no adjudica la propiedad de los derechos de superficie, y es por ello que se precisa la consulta del propietario para realizar actividades de exploración. También se requiere la opinión de los nativos sobre las decisiones que puedan afectar los derechos o títulos de propiedad de los aborígenes sobre sus tierras.

Comúnmente se requieren acuerdos de arrendamiento para el acceso a la tierra de superficie. Los reguladores también pueden solicitar que los informes de perforación regulares, los datos de registros geofísicos y los datos de pruebas de pozos se hagan de manera público, según la categoría del pozo.

Regulación federal

De acuerdo a las obligaciones federales en temas de regulación se abarca el comercio de energía interprovincial e internacional, los oleoductos entre jurisdicciones, la prevención de la contaminación, la defensa y protección del hábitat, la supervisión regulatoria de productos químicos, así como temas relacionados a regulación de recursos naturales en zonas del norte de Canadá, como las áreas marinas en alta mar y las tierras de aborígenes.

Natural Resources Canadá (NRCan)

Según el Natural Resources Canadá (2015) como agencia federal de energía, provee experiencia y liderazgo en políticas sobre esquisto y recursos limitados por medio del estudio de los mercados de energía; financiación y realización de investigaciones científicas; realiza consultas con la industria, los reguladores, el mundo académico y otros departamentos gubernamentales con el objetivo de divulgar las políticas y abordar las inquietudes.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

A su vez el Servicio Geológico de Canadá (GSC), adscrito al NRCan, suministra información geo científica que es usada para tomar decisiones de exploración, gestión de recursos y protección ambiental.

Environment and Climate Change Canadá (ECCC)

Con respecto al papel de las autoridades de Environment and Climate Change Canadá (ECCC) con temas relacionados a la prevención de la contaminación y la protección del hábitat está previsto en un conjunto de leyes, en especial la Ley de Protección Ambiental de Canadá de 1999 (CEPA 1999) y la Ley de Pesca. La ECCC también es responsable de la Ley de Especies en Riesgo y la Ley de la Convención de Aves Migratorias.

Según CEPA (1999), Health Canadá (HC) y ECCC comparten la responsabilidad de valorar los riesgos potenciales relacionados a los contaminantes ambientales y las sustancias químicas y de fomentar medidas de control si se comprueba que una sustancia representa un riesgo para el medio ambiente o la salud de los canadienses, e incluye la autoridad para regular los contaminantes del aire y los gases de efecto invernadero enumerados.

La ECCC también es responsable de administrar y dar cumplimiento a las disposiciones de prevención de la contaminación de la Ley de Pesca, la cual prohíbe el almacenamiento de sustancias nocivas en aguas frecuentadas por peces o en un lugar donde exista el riesgo de que la sustancia pueda introducirse en dichas aguas, a excepción que el depósito esté autorizado por reglamento, bajo una ley federal.

Regulador de Energía de Canadá (CER)

El Regulador de Energía de Canadá (CER), anteriormente denominado la Junta Nacional de Energía, es una organización federal independiente que se encarga de regular varios aspectos del sector industrial de esquisto y recursos limitados de Canadá. Es la encargada de regular la

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

construcción y operación de gaseoductos interprovinciales e internacionales y el comercio de energía.

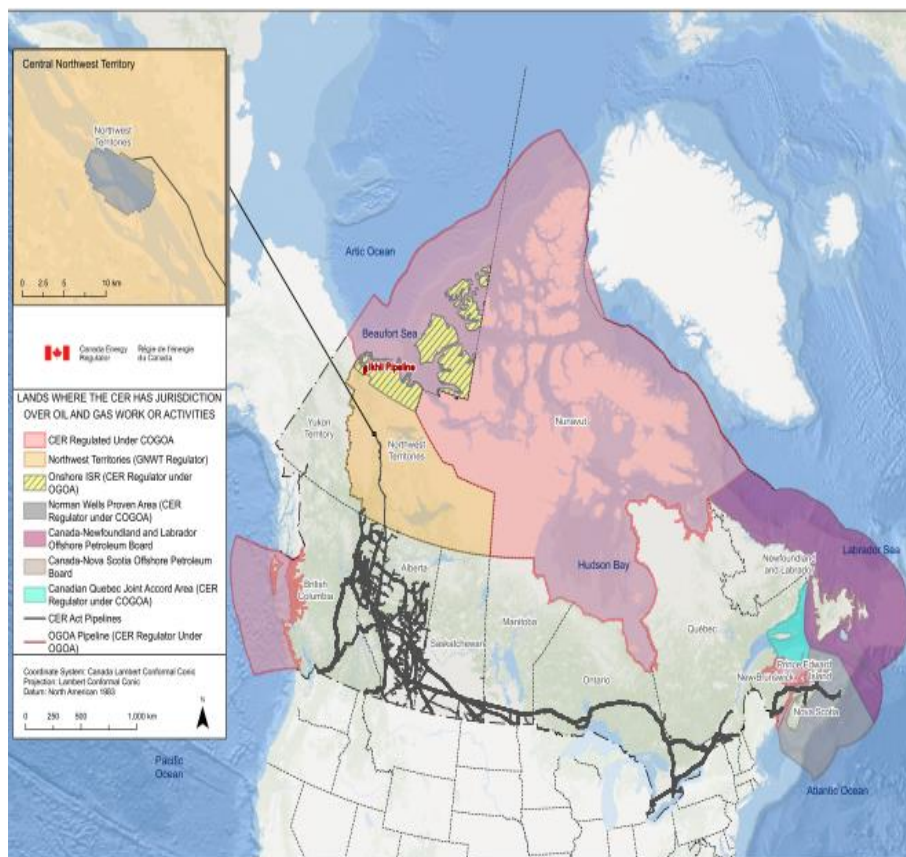
El CER también cuenta con responsabilidades regulatorias relacionadas a las actividades de exploración y producción de petróleo y gas en zonas específicas que no están reguladas por acuerdos conjuntos federales y provinciales. Estas responsabilidades regulatorias están bajo la Ley de Operaciones de Petróleo y Gas de Canadá, y también por ciertas disposiciones de la Ley de Recursos de Petróleo de Canadá las cuales son administradas a regiones particulares, a continuación en la Figura 3 se enmarca las actividades de petróleo y gas en las que figura su jurisdicción:

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Tierras donde el CER tiene jurisdicción sobre las actividades de petróleo y gas

Figura 4

Tierras donde el CER tiene jurisdicción sobre las actividades de petróleo y gas



Nota: Extraído de Regulador de Energía de Canadá (2019)

Servicios Indígenas de Canadá

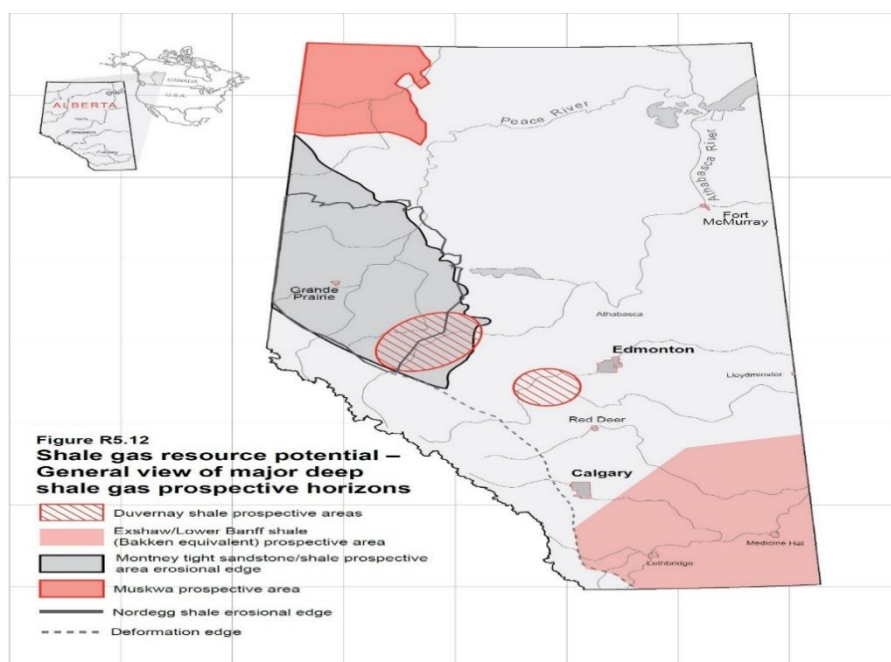
El esquiisto y los recursos limitados en las tierras con reservas de las Primeras Naciones están supervisados por Indian Oil and Gas Canada (IOGC), una agencia operativa especial dentro de Indigenous Services Canada (ISC). La cual opera de conformidad con la Ley de Petróleo y Gas de la India y e Indian Oil y regida bajo el Reglamento de Gas de 1995, así como otras informaciones pertinentes a la legislación y directrices.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

4.2.1.1 Provincia de Alberta. En la actualidad, se estima que más de la mitad de los pozos de petróleo y gas natural del oeste de Canadá se perforan horizontalmente y que durante el año 2013, se calcula que el 80 por ciento de todos los pozos de petróleo puestos en funcionamiento en Alberta utilizaron técnicas de perforación horizontal. La técnica de fracturación hidráulica ha sido usada de forma segura en más de 180.000 pozos de petróleo y gas en Alberta desde la fecha en que se introdujo la tecnología en la década de 1950. A partir de 2008 se han completado más de 10,000 pozos en Alberta empleando la combinación de fracturamiento hidráulico de múltiples etapas y técnicas de perforación horizontal. La geografía de los recursos de esquisto de Alberta se resume en la Figura 4. A continuación.

Figura 5

Mapa de las formaciones de esquisto de Alberta

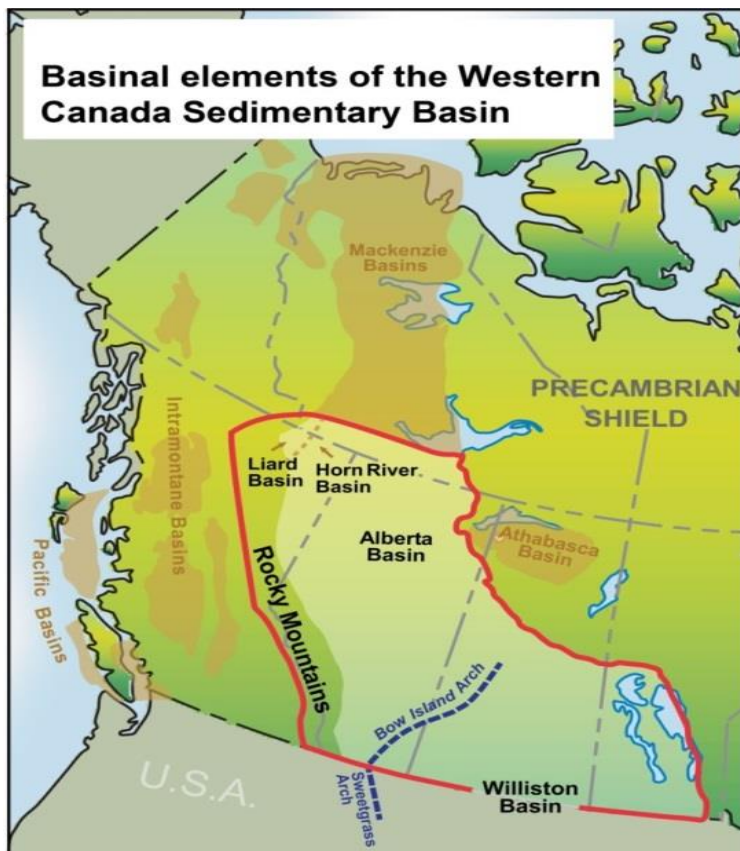


Nota: Extraído de Regulador de energía de Alberta (2014)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 6

Descripción general de la cuenca sedimentaria del oeste de Canadá



Nota: Extraído de Regulador de energía de Alberta (2014)

El Regulador de Energía de Alberta (AER) se remite al petróleo, al gas y al gas de esquisto del siguiente modo:

- Tight Oil: aceite que se encuentra en rocas de baja permeabilidad, incluidas areniscas, limolitas, lutitas y carbonatos.
- Tight Gas: gas natural que se encuentra en rocas de baja permeabilidad, incluidas areniscas, limolitas y carbonatos.
- Shale Gas: gas natural encerrado en roca de grano fino y rica en materia orgánica

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Para el año 2012, la Junta de Conservación de Recursos Energéticos (ERCB), en la actualidad AER, saco al público un informe sobre el potencial de petróleo y gas alojado en esquisto y limolita de la provincia de Alberta, este informe facilita datos de referencia, relaciona la información y permite una comprensión de la geología, la distribución, las características del yacimiento y el potencial de los recursos de gas y petróleo de las unidades clave de lutitas y limolitas en la provincia.

El informe infirió que los recursos in situ de gas y petróleo alojados en lutitas y limolitas son extensos, que la Formación Duvernay, la Formación Muskwa, la Formación Montney, el Miembro Nordegg y las formaciones basales Banff y Exshaw en ocasiones denominadas “Alberta Bakken” por esta industria muestran un gran potencial inmediato. Es relevante señalar que la Formación Montney está dominada por limolitas pero que a su vez incluye algunas zonas de lutitas y areniscas.

Exploración y Producción

A diferencia de la producción primaria convencional de petróleo y gas natural, donde el desarrollo se puede obtener solo perforando un pozo para dejar que el recurso fluya a la superficie, los recursos de origen no convencional están aprisionados en la roca con vías de flujo limitadas o nulas. Por esta razón, son necesarios métodos para agrietar o fracturar la roca que permita al petróleo y gas fluir hacia la superficie a través del pozo.

La fracturación hidráulica desde que se introdujo en la década de los años 50 en la provincia de Alberta se ha utilizado de forma segura en más de 180.000 pozos, y se han introducido parcialmente nuevas tecnologías para su perforación, desde el año 2008 se ha evidenciado la producción de 10,000 pozos en Alberta que han estado utilizando la combinación de fracturamiento hidráulico de múltiples etapas y técnicas de perforación de pozos horizontales para

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

el desarrollo de petróleo y gas. La Junta de Conservación de Recursos Energéticos (AER) requiere que todas las compañías divulguen información sobre los fluidos utilizados en las operaciones de fracturación hidráulica. La información puede ser encontrada públicamente en FracFocus.

Regulación

La administración de la provincia de Alberta otorga orientación política a la Junta de Conservación de Recursos Energéticos (AER), encarga de regular todas las actividades de desarrollo de petróleo, gas natural, arenas petrolíferas y carbón en la provincia. Gracias a esta colaboración, Alberta Environment and Parks (AEP), Alberta Energy y AER han reconocido mejoras normativas y de políticas relacionadas con:

- Administración del Agua
- Protección de aguas subterráneas
- Integridad del pozo
- Calidad del aire
- Ruido y luz
- Sismicidad inducida

.Actualmente, AER está colocando a prueba un plan piloto llamado play-based regulación (PBR), que concederá a la AER probar, en una escala limitada, un marco nuevo para regir el desarrollo de petróleo y gas no convencional. Este plan piloto evaluará los proyectos a escala regional y mejorará la evaluación de los efectos potenciales de múltiples actividades de desarrollo en áreas específicas de la provincia y sus efectos acumulativos por las actividades a largo plazo.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

En algunos casos, se precisaron cambios en la toma de decisión, ya que el desarrollo transcurrió con el tiempo y se los avances requirieron de nueva y de más información. Cuando esto sucede, la decisión original se debe revisar para reflejar y emitir una política correcta.

Reglamento de Exploración

Las regulaciones de exploración de la AER pormenorizan qué debe hacer la industria geofísica en sus actividades diarias que involucran operaciones geofísicas, con el fin de garantizar el cumplimiento normativo. Las autoridades de exploración complementarias detallan específicamente de qué manera los operadores deben realizar estas actividades de campo regidas de acuerdo con las regulaciones de exploración.

Administración del Agua

La administración de Alberta maneja una política y una legislación encaminadas a la protección del agua, en cuanto a términos de la calidad y cantidad de agua usadas en las operaciones de petróleo y gas aguas arriba. El agua se plantea desde su normatividad como fuente de vida, y la estrategia de sostenibilidad de Alberta establece una dirección general para la gestión de los recursos hídricos de la provincia. En cuanto a las operaciones de petróleo y gas, AEP cuenta con una política de conservación de agua para proyectos que realizan inyección de agua a largo plazo con objeto de mejorar la recuperación de petróleo. La Política de conservación y asignación de agua para inyección en yacimiento petrolífero del año 2006 es aplicable a las operaciones convencionales in situ de inundación de agua y arenas petrolíferas térmicas.

Protección de aguas subterráneas

El Gobierno de Alberta, por medio de la AER, maneja exigencias reglamentarias diseñadas para evitar que el fluido de fracturación hidráulica se combine con el agua subterránea y el agua superficial.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

De acuerdo a la directiva de AER 083, el objeto de esta es el Fracturamiento hidráulico e Integridad del subsuelo, a su vez exige que los titulares de licencia cumplan con las regulaciones para la gestión de la integridad del subsuelo asociada a las actividades de fracturación hidráulica del subsuelo, incluidos los requisitos para evitar la pérdida de la integridad del pozo, gestionar el control del pozo en un pozo periférico y prevenir impactos superficiales e impactos en acuíferos no salinos y pozos de agua.

A través de la Directiva 059, se habla de los requisitos de presentación de datos de perforación y terminación de pozos, el AER solicita la publicación de la composición del fluido de fracturación hidráulica, los datos de la fuente y el volumen de agua de un pozo a otro. Una vez detallada la información sobre los productos químicos que se utilizan, se pueden obtener de forma pública en la página de FracFocus.ca

Cualquier fluido que retorne a la superficie producto de las actividades de fracturación hidráulica debe manejarse bajo rigurosas pautas exigidas y aplicadas por el AER. Aun si el líquido ha sido tratado, no puede ser devuelto a un cuerpo de agua natural. A continuación, las directivas que hacen referencia al almacenamiento y manejo de fluidos:

- Directiva 055: Requisitos de almacenamiento para la industria del petróleo upstream
- Directiva 058: Requisitos de gestión de residuos de yacimientos petrolíferos de la industria petrolera aguas arriba

Integridad del pozo

El AER establece entre sus regulaciones estrictos requisitos para el revestimiento cementado relacionados a la construcción del pozo, en el cual se incluye el uso de revestimiento de acero cementado en el pozo, que proporcionen una barrera segura entre el pozo y cualquier fuente cercana de agua.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

- Directiva 008: Requisitos de profundidad de la carcasa de superficie
- Directiva 009: Requisitos mínimos de cementación de carcasas
- Directiva 083: Fracturamiento hidráulico - Integridad del subsuelo

Por otra parte la calidad del aire es necesaria e importante para la calidad de vida y la salud de todos los habitantes de Alberta. Por tal motivo los objetivos y directrices de calidad del aire ambiental de la provincia de Alberta establecen niveles mínimos aceptables que garantice la seguridad y la protección ambiental relacionada con la calidad del aire.

Para ello está la Directiva 60 de la AER, la cual regula la quema, incineración y ventilación de la industria petrolera aguas arriba, mediante requisitos de rendimiento y presentación de informes, permisos y recopilación de datos.

Ruido y luz

Los habitantes cercanos a las operaciones de extracción y exploración de recursos no convencionales pueden experimentar sensaciones de luz y ruido. Para atenuar esto, la AER diseño la directiva 56, la cual detalla las aplicaciones y programas de desarrollo de energía, donde se enmarcan requisitos de notificación y consulta, y determina los requisitos de proximidad para pozos de petróleo y gas de estructuras residenciales.

Asimismo, la directiva 038 de la AER, cuyo fin es el control de ruido, establece los requisitos para el control del ruido de todas las operaciones e instalaciones bajo la jurisdicción de la AER, y expone un enfoque para abordar los problemas de ruido. La AER también colabora estrechamente con los municipios y las comunidades al proporcionar información sobre los desarrollos potenciales, esto para soportar su preparación ante un mayor tráfico y otras preocupaciones.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Sismicidad inducida

La sismicidad inducida hace referencia a eventos sísmicos resultantes de la actividad humana. La AER da seguimiento a la actividad sísmica en la provincia de Alberta valiéndose del Observatorio Regional de Alberta para la Red de Estudios de Terremotos (RAVEN) y usando las redes operadas por Natural Resources Canada, la Universidad de Alberta, la Universidad de Calgary, la Oficina de Minas y Geología de Montana y la Universidad de Western Ontario. La información recopilada de estas terminales se usa para documentar la sismicidad natural y las inducidos por la actividad humana, los datos se compilan en un catálogo completo de terremotos o una base de datos sísmica de Alberta. Es posible encontrar mayor información sobre el Proyecto de Estudios de Terremotos de Alberta y la actividad sísmica en general a través del sitio web del Servicio Geológico de Alberta (AGS).

Investigación pública

El Gobierno de Alberta contiene varios recursos disponibles al público, en temas de producción de recursos no convencionales y fracturación hidráulica, a continuación se detalla uno de los empalmes más importantes, FracFocus es una propuesta de colaboración entre provincias, territorios, reguladores e industria cuya meta es brindar al público información objetiva sobre temas de fracturamiento hidráulico, primordialmente respecto a legislación y regulaciones vigentes que propenda la protección del medio ambiente, incluidas las aguas subterráneas, y la transparencia en la mezcla que componen los fluidos de fracturamiento hidráulico.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Inversión social

Con respecto a la inversión social, en parte es manejada por las compañías operadoras; un ejemplo de esto es la empresa subsidiaria Shell Canada Limited, la cual financia una amplia gama de programas de inversión social en las comunidades de esquisto de Alberta donde tiene participación, esta empresa ha contribuido económicamente en estas comunidades, con ejes enfocados en el desarrollo comunitario, educación, medio ambiente, salud, seguridad, habilidades comunitarias y desarrollo empresarial.

La participación de la comunidad en operaciones puede abrir un futuro al fracking, debido al desarrollo de las arenas petrolíferas que impulsó el crecimiento económico de Alberta en un promedio tasable del 5,5 por ciento anual entre 2010 y 2014, casi el doble de la tasa nacional, debido a la caída del precio del petróleo en 2014 la región entro en una recesión y desde entonces ha provocado que los productores desechen al menos \$32 mil millones de dolares en proyectos planificados.

Según declaraciones del presidente ejecutivo de Encana, Doug Suttles en Columbia británica en noviembre del 2017 manifestó que es probable que las comunidades hayan perdido oportunidades en relación a los campos de esquisto. Manifestó en la conferencia que estas actividades tienen una huella de carbono mucho menor que el barril promedio refinado hoy en día, y se encamino al principal objetivo de fortalecer relaciones con las comunidades indígenas potencialmente afectadas por las actividades, visibilizando sus aportes para el proceso de toma de decisiones. A través del compromiso público emitido por el directivo con las comunidades indígenas, Shell busca evitar y / o mitigar los impactos en los medios de vida tradicionales. Siempre que sea posible, Shell también busca restaurar la tierra y los recursos de importancia cultural a las etnias nativas de Alberta.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

4.2.1.2 British Columbia's. Regulación, el control regulatorio para el desarrollo de esquisto y recursos limitados, solo es posible a través de la supervisión regulatoria, mediante la legislación, la regulación y las condiciones de los permisos. La principal normativa para que riga la actividad de petróleo y gas en el British Columbia's en español denominado Columbia Británica son la Ley de Actividades de Petróleo y Gas y la Ley de Petróleo y Gas Natural.

La BC Oil and Gas Commission, al español Comisión de Petróleo y Gas de BC , fundada en octubre de 1998 es una agencia reguladora de la provincia de Columbia Británica, se encarga de supervisar las operaciones de petróleo y gas en BC, envolviendo temas de exploración, desarrollo, transporte por oleoductos y la recuperación, mientras intenta el equilibrio de una gama amplia de consideraciones ambientales, económicas y sociales.. La agencia regula todas las actividades de petróleo y gas bajo la Ley de Actividades de Petróleo y Gas, incluidas las actividades de desarrollo de esquisto y recursos limitados, tienen la responsabilidad de confirmar el cumplimiento de las regulaciones en la industria de acuerdo a la legislación provincial. A su vez se encarga de asegurar relaciones de trabajo mancomunado con los pueblos indígenas.

De acuerdo a La Ley de Actividades de Petróleo y Gas promulgada en 2010, es una legislación vigente que se centra en el control eficaz del desarrollo de petróleo y gas, y a su vez es la responsable de velar por la protección de la seguridad pública y el medio ambiente. Dentro de los reglamentos asociados a la Ley se incluye la perforación y producción, el reglamento de tuberías, la protección ambiental y el reglamento de gestión y geofísica de exploración. Dichas regulaciones son aplicadas a pozos de origen convencional y no convencional, como instrumento clave para la regulación se puede acceder al Registro de Divulgación de Sustancias Químicas de FracFocus, el cual es uno de los principales recursos de información pública sobre fracturamiento hidráulico, es una herramienta que cuenta con una amplia base de datos que contiene los

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

componentes de fracturamiento utilizados por empresas de la provincia, la Columbia Britania (BC) fue la primera provincia de Canadá en firmar para FracFocus, permitiendo que la divulgación en la plataforma fuera obligatoria desde el 2012.

Reglamento de Exploración

En cuanto a los derechos superficiales de petróleo y gas natural (PNG), estos son concedidos y administrados a través del Ministerio de Desarrollo del Gas Natural amparado por la Ley de Petróleo y Gas Natural, los interesados la obtención de los derechos deben iniciar con un proceso de licitación sellada bastante reñido de carácter mensual, antes de pretender solicitar actividades de exploración o desarrollo. El Ministerio tiene la facultad de disponer de estos derechos a través de la emisión de las licencias de perforación o licencias de arrendamientos, Por una parte las licencias de perforación adjudican el derecho exclusivo de explorar la búsqueda de petróleo y gas natural por medio de la perforación de pozos y tienen plazos de tres, cuatro o hasta cinco años, los términos primarios varían de acuerdo a la ubicación, por otra parte los arrendamientos otorgan el derecho exclusivo de producir petróleo y gas natural y cuentan con términos que van desde cinco años o hasta diez años, según la ubicación.

Una vez la compañía que ha adquirido los derechos del subsuelo de PNG, tiene la potestad de solicitar las operaciones de exploración, desarrollo o producción a través de la Comisión. Ahora bien, el reglamento de exploración geofísica es aplicado al sector de industria o empresas encargadas de realizar actividades de geofísica. Entre las regulaciones que se aplican antes de emitirse los permisos de actividad se incluyen: el reglamento de tasas, impuestos y seguridad, y el reglamento de notificación y consulta. Por otra parte la comisión usa el denominado enfoque de análisis basado en áreas esto con el propósito de determinar los impactos generados por las actividades de petróleo y gas en la superficie terrestre. Este análisis, permite a los encargados de

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

la comisión una correcta toma de decisiones basando su análisis en la valoración del impacto a raíz de las actividades de petróleo y gas, tomando como premisa los ejes ecológicos, culturales y sociales en un contexto que incluya todas actividades de desarrollo.

Regulación de la producción

En la actualidad, la Comisión de petróleo y gas BC es la entidad que regula y normaliza las actividades para la producción de los recursos de gas no convencional, esta actividad de minería está regida por la ley de actividades de petróleo y gas, la actividades relacionadas a la producción de gas no convencional también están asociadas a las regulaciones de los siguientes reglamentos: el Reglamento de Perforación y Producción incluye lineamientos técnicos relacionados a la perforación, la fracturación hidráulica y la producción, en el Reglamento de Gestión y Protección ambiental se encuentran las regulaciones de protección ambiental, en cuanto a los requisitos de emergencia pueden ser ubicados en el Reglamento de gestión de emergencias, en el sitio web de la Comisión, en la pestaña sobre legislación existe una lista completa de estas regulaciones para los interesados en operar estas actividades..

Fundamentalmente el desarrollo de permisos y regulaciones se crearon para englobar las tecnologías aplicadas en la producción de gas de esquisto, incorporando de igual forma la técnica de fracturación hidráulica y el uso de agua, las regulaciones exponen el cómo la industria de estos sectores debe proteger los recursos hídricos durante el proceso de perforación y producción, y la Comisión la encargada de gestionar las respectivas aprobaciones y velar por el cumplimiento en la políticas de uso del agua basándose en los valores ambientales, de igual forma es la carga de suspender actividades que requieran el uso del agua cuando se incumpla en proteger estos valores, por último es obligatorio el requisito del envío de los ingredientes utilizados en la mezcla de fluidos de fracturación hidráulica en sitio web de FracFocus. (www-fracfocus.ca)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

El programa de cumplimiento y ejecución que regula la comisión es extenso, y abarca a todo el proceso de las actividades de petróleo y gas, desde las etapas de exploración hasta su desarrollo, inclusive las operaciones, el abandono y la recuperación final. En cuanto a las inspecciones, auditorías, investigaciones y demás evaluaciones, se ejecutan alrededor de 4.000 cada año, entre las acciones para el cumplimiento de las regulaciones se ejecutan órdenes y sanciones de índole monetarias cuales son publicadas cada trimestre en la sección de informes en la página web de la Comisión.

4.2.1.3 Territorios del Noreste. Regulación, a comienzos de abril del año 2014, se ocasionaron cambios regulatorios y devolución en los territorios del noroeste de Canadá, esto por causa del proceso de devolución, por consecuencia se asignó a los encargados y responsables de administrar los intereses del petróleo y gas de la tierra en el Noroeste, asignándose al Departamento de Industria, Turismo e Inversión (ITI) del Gobierno de los Territorios del Noroeste (GNWT) como responsable de esta tarea, respecto a los intereses emitidos en el exterior siguen siendo una responsabilidad de grupos étnicos de la región denominada como Asuntos Aborígenes y Desarrollo del Norte de Canadá (AANDC).

Es así que el GNWT es el actual ente regulador de los intereses petroleros en tierra de los Territorios del Noroeste, salvo la Región de Asentamiento Inuvialuit (ISR), y la Oficina de Operaciones de Petróleo y Gas es la responsable principal de conceder las autorizaciones de actividades petroleras para esta área.

Anteriormente la responsabilidad de emitir las autorizaciones para obras y actividades de petróleo y gas en los Territorios del Noroeste eran de Junta Nacional de Energía, y está seguirá siendo el organismo regulador respecto a las actividades de petróleo y gas en el ISR, según la

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

legislación y las regulaciones de los territorios del Noreste, y respecto a las zonas en costa afuera y excluidos, serán bajo la jurisdicción de AANDC incluida el Área Probada de Norman Wells.

De acuerdo a La Ley de recursos petroleros (PRA) esta normativa se aplica a tierras petroleras, regidas bajo el control y administración de la comisión, la legislas es semejante a la ley de recursos petroleros de Canadá, esta sienta reglas referentes a la emisión de participaciones, las licencias relacionadas a exploración, descubrimiento significativo, de producción y regalías.

Por otra parte se encuentra La Ley de Operaciones de Petróleo y Gas (OGOA) que en cuanto a legislación guarda similitud con la Ley de Operaciones de Petróleo y Gas de Canadá (OGOA), esta legislación define reglas respecto a la emisión de autorizaciones y aprobaciones para obras y actividades de petróleo y gas.

4.2.2 Análisis Parcial Canadá

En cuanto a las regulaciones estas son planteadas de acuerdo a las experiencias en otros países, estados o provincias, por ejemplo muchos países toman el caso de la experiencia estadounidense respecto a temas de fracturación hidráulica, basándose en esto casos posteriormente son ejecutadas mediante pruebas piloto y de acuerdo a los resultados o evaluaciones arrojadas en las pruebas se realizan las respectivas modificaciones pertinentes.

Respecto a la ubicación de los yacimientos en Canadá, estos en su mayoría se encuentran en la provincia de Alberta, y mediante la etapa de exploración se localizaron seis tipos de formaciones no convencionales con alto potencial para ser exploradas, las formaciones de Duvernay y Montney son las más extensas, en esta área se ha implementado la fracturación hidráulica desde mediados de 1970, sin embargo, en la última década se han implementado nuevas tecnologías, cómo por ejemplo la técnica de perforación horizontal, la cual ha sido incrementada

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

en uso. Las empresas en Canadá debe cumplir con la obligación de reportar la información en la base de datos, denominada ‘Frac Focus”, esto con la finalidad de establecer controles.

El sitio web de FracFocus.ca, es una página que almacena registros químicos, está desarrollada para proporcionar información asociada a los aditivos usados en las operaciones de fracturación hidráulica, métodos de fracturación hidráulica y normativas provinciales. Las empresas ubicadas en la provincia de Columbia Británica, Alberta y New Brunswick cuentan con la obligación legal de informar públicamente los aditivos que se utilizan en la mezcla de fluidos en técnicas de fracturamiento, y aquellas regulaciones a disposición del Regulador de Energía de Canadá cuentan con un requisito similar, las cuales son planteadas después de una compleja investigación basada en otras experiencias, donde se ejecutan pruebas pilotos y se hacen las modificaciones necesarias, en Canadá se utiliza con frecuencia esta aplicación con el objetivo de proteger las fuentes hídricas subterráneas de la contaminación, y a su vez es la causa principal del por qué se oponen a nivel mundial a este tipo de extracción. Esta fuente de datos permite la transparencia, sin ocultar al público lo que está siendo inyectado bajo la tierra.

La puesta en marcha del proyecto piloto play-based (PBR), ejecutado por Alberta Energy Regulator (AER) permitirá generar un marco actual para regir el desarrollo de petróleo y gas no convencional, que posibilite evaluar proyectos a escala regional y mejorar la evaluación de los efectos potenciales de las diversas actividades de desarrollo en áreas específicas de la provincia y los efectos que puedan acumularse debido a las actividades por empleadas por largos periodos.

4.2.3 Contratos de fracturación Hidráulica en Canadá

En términos relacionados como norma general de la propiedad de las tierras y las minas pertenecientes al gobierno federal o provincial en representación de la corona se nombran como “Crown minerals”.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

No obstante, se debe considerar que existe una parte de tierras que se encuentran constituidas como capital de personas particulares, y de acuerdo a la Constitución de Canadá, respecto a la propiedad de los “Crown minerals”, en la sección 109 define que el propietario del mineral será de la provincia en donde se encuentre el mineral localizado, a excepción de los que se ubiquen en reservas indias, parques nacionales y otras tierras de propiedad federal, y se encuentran fundamentados en cabeza del gobierno federal. Es decir que todas las tierras pertenecientes o reconocidas como propiedad de la Corona, así como las tierras pertenecientes a los propietarios particulares, pueden ser materia de solicitud de licencia de prospección, esto se denomina con el término de “free entry”. Hernández, J. (2011).

Sin embargo, existen exclusiones relacionadas al free entry o al español libre entrada, entre las cuales se encuentran: las tierras localizadas en una reserva indígena, las tierras que forman parte de un plan registrado, que se encuentren en subdivisión o como parte de la ciudad, las ubicadas en parques o áreas protegidas y las tierras que se encuentren asignadas, ya sea para prospección o a una compañía minera.

En Canadá se instauró una forma de propiedad del suelo heredado por el sistema jurídico inglés, en el cual la propiedad del subsuelo es originalmente de la nación, de este modo al vender, donar, regalar o dar en concesión un terreno, se realiza de modo integral, incluyendo el subsuelo, situación que se resume en la expresión del latín: “cujus est solum, ejus est usque ad coelum et ad inferos”, traducida a nuestro idioma “Aquel a quien le pertenece la superficie de un fundo, también es dueño de todo lo que se encuentra por encima y por debajo de esa superficie, con una extensión indefinida, desde lo más alto –el cielo- hasta las mayores profundidades –los infiernos-”. La aplicación de este principio permitió que en países como Estados Unidos y Canadá las riquezas

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

del subsuelo fueran atribuidas a los individuos dueños del predio superficial, sirviendo como base para la inversión privada, la toma de riesgo, la obtención de créditos y la innovación tecnológica.

La propiedad privada del subsuelo permitió el desarrollo del denominado “contrato de arrendamiento”, a través del cual el propietario del predio contrata con un tercero para perforar el terreno y obtener minerales, petróleo o gas que yacen en él, señalando en sus contratos los términos, condiciones de pago y obligaciones de ambas partes, gracias a esto, se ha logrado distribuir mejor la riqueza minera y petrolera de Canadá, en la que se han hecho sociedades con empresas mineras y petroleras, y la participación de varias reservas indígenas que se encontraban con la misma situación, debido a la propiedad del subsuelo Canadá ha logrado mantener su desarrollo económico.

4.3 Argentina

Según Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre). La compañía YPF S.A ubicada en Argentina, finalizando el 2011 dio a conocer de forma pública la existencia de cerca de 927 millones de barriles equivalentes a petróleo provenientes de reservorios no convencionales en la provincia de Neuquén. Desde aquel momento y en los últimos tres años, se ha adoptado especial relevancia al denominado “cracking”, y la mediática formación geológica de Vaca Muerta, la cual constituye un megaproyecto de extracción de hidrocarburos no convencionales cuya explotación se está realizando principalmente en la provincia de Neuquén- Argentina, y con menor escala en Río Negro, con algunas proyecciones productivas en Mendoza, esta formación geológica donde se localiza este megaproyecto se extiende a su vez a la provincia de La Pampa, y por la abundancia en hidrocarburos logro situar a la Argentina en el segundo lugar como una reserva de gas no convencional y en situarla al cuarto en relación con el petróleo de estas características. De tal

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

modo, con una superficie de 30.000 km² y con un gran alcance potencial, se habilitó una nueva etapa en la producción de energía en Argentina (Acacio & Wyczykier, 2020).

La empresa también ratificaba el consenso existente respecto de las propiedades de la formación de shale resaltando, su distancia respecto de los centros urbanos, su profundidad superior a los 2.500 metros, muy por debajo de los acuíferos de agua dulce, permitiendo seguridad en la extracción, con menores riesgos ambientales, y por último la existencia de una importante actividad de producción de gas y petróleo convencional que permite incluir la infraestructura necesaria para el desarrollo de la actividad (2020).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 7*Formación vaca Muerta*

Nota: Extraído de YPF (s.f)

De acuerdo al sitio web de Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre), Argentina posee una de las mejores prácticas y con grandes curvas de aprendizaje en escenarios de viabilidad de proyectos de roca generadora, describiendo los posibles impactos ambientales de la fracturación hidráulica, las medidas a adoptarse para la protección ambiental, de igual modo describe una regulación y proyectar hacia donde enfocar la normativa para realizar una explotación sustentable de dicho recurso no renovable.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

De esta manera, para Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre) en su sitio web señalan que: cuando se expresa el término de estimulación hidráulica se debe tener en cuenta la premisa al presente que dicho método se ha usado en la Argentina desde hace más de 50 años, dado que los reservorios convencionales en algunos casos requieren de esta técnica Incluso, según afirma el Geólogo Ernesto Gallegos

Según datos que emergen de las bases de datos históricos de la YPF, el primer pozo donde se realizó fracturación hidráulica en forma conjunta fue con Halliburton, y se localiza en el yacimiento de Sierra Barrosa, donde se bombearon 20.000 libras de arena dentro de las fracturas como agente de sostén. ¿La fecha? Mucho antes de lo que se hubieran imaginado: el 23 de septiembre de 1959 (Raskovsky & Asociados, 2014).

Así pues, lo que ha dado origen a la reputación del hecho bajo análisis es que los reservorios no convencionales requieren continuamente de la estimulación hidráulica, por lo que se extenderán de forma visible la cantidad de estimulaciones hidráulicas realizadas. Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).

Argentina y la Recomendación de la Comisión Europea del 22 de enero de 2014

la Unión Europea divulgó el 8 de febrero del 2014, una Recomendación por parte de la Comisión Europea, fechada el 22 de enero de 2014, la cual señaló los “principios mínimos para la exploración y producción de hidrocarburos como el gas de esquisto, utilizando la fracturación hidráulica de alto volumen” El objetivo de la esta recomendación es sentar “los principios mínimos necesarios para apoyar a los Países o Estados miembros que pretendan realizar actividades de exploración y producción de hidrocarburos mediante la técnica de fracturación hidráulica de alto volumen, garantizando al mismo tiempo la preservación de la salud pública, el clima y el medio

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

ambiente, el uso eficiente de los recursos y la información al público” Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).

Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre). Indican que en este documento emitido por la comisión permite ser un referente pertinente, el cual enfatiza en los principales riesgos y aspectos ambientales a tener en cuenta al momento de ejecutar las operaciones de fracturamiento hidráulico, así mismo realiza recomendaciones a los Estados de cómo encarar la regulación de la actividad.

- a) En primer término, Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre). el documento menciona la importancia de realizar una Evaluación Ambiental Estratégica, denominada “EAE”, esta recomendación busca prevenir, gestionar y reducir los impactos y los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, y enuncia las Evaluaciones de Impacto Ambientales específicas en adelante, denominadas “EIA” (Directiva 2001/42/CE, 2001).
- b) La EAE no están reguladas en el marco jurídico argentino, mientras que la EIA se encuentran reguladas considerablemente como se describe posteriormente. La EIA son herramientas ambientales claves para diseñar una correcta planificación ambiental. Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).
- c) Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre). señalan que la normatividad también recomienda que se deben plantear restricciones a la actividad, como por ejemplo zonas protegidas o expuestas a inundaciones o propensas a sismos, así como sobre las distancias mínimas entre las operaciones autorizadas y las zonas residenciales y las zonas de protección de las aguas. De igual forma, deben establecer limitaciones en relación con la profundidad mínima entre la superficie que va a fracturarse y las aguas subterráneas” (Directiva 2011/92/UE, 2011).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

La comisión a través de esta recomendación señala únicamente que deben establecerse restricciones, y cada Estado debe regular las mismas, siendo este el verdadero desafío desde una perspectiva técnica, legal y política.

- d) La Recomendación establece la necesidad de una correcta “caracterización y una evaluación de riesgos del emplazamiento potencial, de la superficie circundante y del subsuelo
- e) ” (Directiva 2001/42/CE, 2001), y que el desarrollo de la misma sólo debe realizarse en caso de que la Evaluación de Riesgos corrobore “que la fracturación hidráulica de alto volumen no va a provocar un vertido directo de contaminantes a las aguas subterráneas ni va a causar daños a otras actividades que se realicen en las proximidades de la instalación”. Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).
- f) Se pone especial énfasis en que se cumpla con una adecuada Línea de Base o situación de referencia, entendiendo por este término a un estudio culminado del medio previamente a la ejecución de las tareas (Directiva 2001/42/CE, 2001). En la cual debe abarcar como mínimo una descripción de: la calidad y las características de flujo de las aguas superficiales y subterráneas; la calidad del agua en los puntos de extracción de agua potable; la calidad del aire; la condición del suelo; la presencia de metano y otros compuestos orgánicos volátiles en el agua; la sismicidad; los usos del suelo; la biodiversidad; el estado de las infraestructuras y edificios; y los pozos existentes y las estructuras abandonadas. Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).

Una acertada situación de referencia servirá como pieza fundamental para la planificación de las tareas a realizarse y la minimización de los riesgos e impactos. Raskovsk y Asociados. (2014, 20 octubre).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

- g) De igual forma esta recomendación realza la necesidad de que las instalaciones asociadas a la operación de fracturamiento hidráulica esté “construida de una forma que impida las posibles fugas a la superficie y derrames al suelo, al agua o al aire” (Directiva 2001/42/CE, 2001).
- h) En relación a los requisitos de operación, una vez que las operaciones de fractura hidráulica estén prontas a iniciar, la comisión recomienda que las empresas “utilicen las mejores técnicas disponibles, así como la buena práctica de la industria para prevenir, gestionar y reducir los impactos y riesgos asociados a los proyectos de exploración y producción de hidrocarburos” (Recomendaciones de la Comisión UE, 2014).

De igual forma, es necesario que las industrias hagan planes de Gestión de los Recursos Hídricos específicos para cada proyecto y planes de Gestión de Riesgos, en donde se incluyan medidas necesarias para prevenir y/o mitigar los impactos.

También esta recomendación de la comisión plantea la necesidad de que las empresas “garanticen la integridad del pozo, mediante un adecuado diseño y una construcción correcta, y que las pruebas de integridad y los resultados de estas deben revisarlos un tercero independiente y cualificado para garantizar el rendimiento operativo del pozo, así como su seguridad ambiental y sanitaria en todas las fases del proyecto y después de la clausura del pozo”

- i) En relación a las sustancias químicas que se utilizan producto de la actividad, la recomendación de la comisión señala como únicos requisitos que “se minimice el uso de sustancias químicas en la fracturación hidráulica de alto volumen” y que “durante la selección de las sustancias químicas que van a utilizarse se considere la capacidad para tratar los fluidos que emergen a la superficie tras la fracturación hidráulica”. Nótese que no se determinan límites concretos a la cantidad de sustancias químicas, ni las técnicas de tratamiento mínimas necesarias para el retorno del agua (flow back) (Recomendaciones de la Comisión UE, 2014).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

La Recomendación de la comisión, desarrolla de modo claro los puntos sobre los cuales debe enfocarse el control estatal de la actividad, los cuales son los siguientes “(a) composición exacta del fluido de fracturación utilizado en cada pozo; (b) volumen de agua utilizado para la fracturación de cada pozo; (c) presión aplicada durante la fracturación de alto volumen; (d) fluidos que emergen a la superficie tras la fracturación hidráulica de alto volumen: tasa de retorno, volúmenes, características, cantidades reutilizadas y/o tratadas respecto a cada pozo; (e) emisiones atmosféricas de metano, otros compuestos orgánicos volátiles y otros gases que puedan tener efectos nocivos para la salud humana y/o el medio ambiente” (Recomendaciones de la Comisión UE, 2014).

4.3.1 Regulación Ambiental General en Argentina

En 1994 se produjo una reforma de la Constitución Nacional en Argentina, la cual introdujo los derechos definidos como “tercera generación”, en el que se encuentra el derecho a un ambiente sano. Por otra parte, se reguló a su vez el reparto de competencias ambientales entre la Nación y las Provincias, puntualmente dentro de este reparto de competencias, se generó una nueva categoría de normas nombradas “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental”, Dichas normas son dictadas por la Nación y las provincias, quienes tienen la potestad de complementarlas.

4.3.2 Regulación Ambiental Específica en la República Argentina

En relación a la regulación ambiental, en Argentina existe normativa de carácter nacional la cual ha constituido “normas y procedimientos para proteger el medio ambiente durante la etapa de exploración y explotación de hidrocarburos”, Sin embargo, esta legislación es anterior a la reforma constitucional de 1994, y debido a la antigüedad de la misma, no cuenta con información relacionada a los avances tecnológicos, tanto en métodos de explotación de hidrocarburos como métodos a la protección ambiental.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

De este modo, ante la carencia de una norma de presupuestos mínimos, la Provincia del Neuquén promulgo el Decreto 1483 del 2012 que establece las “Normas y Procedimientos para la exploración y explotación de reservorios No Convencionales”, anterior a este decreto emitido por la provincia, se incorporó el decreto 2656 de 1999 como un anexo reglamentario a la ley provisional 1875 (T.O ley 2267), siendo el anexo numero 16 (XVI), en la cual se establecieron los “principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del medio ambiente”, constituyéndose como Ley General del Ambiente Provincial. El Decreto 1483 del 2012 tiene como objeto “prevenir, mitigar y minimizar los impactos ambientales que puedan producirse a partir de las perforaciones no convencionales, el decreto se antecede en cuanto a regulación ambiental específica de la actividad, e internaliza gran parte de las pautas establecidas en la Recomendación emitida por la Comisión Europea del 22 de enero de 2014.

Licencia Ambiental.

El Decreto 1483/2012 emitido por la provincia de Neuquén establece que “todos los proyectos de exploración y explotación no convencionales deberán contar con una Licencia Ambiental” y en los casos en que la autoridad ambiental aplicada lo requiera, podrá por competencia exigir una “Análisis de Riesgo Ambiental”. La Licencia Ambiental es el amparo regulatorio sobre el cual se definen el resto de los permisos y(o autorizaciones ambientales.

Para adquirir una Licencia Ambiental, el proponente del proyecto debe preparar un Informe Ambiental en relación a los pozos no convencionales, el informe deberá contener:

(a) descripción y proceso del sistema de tratamiento del retorno de agua utilizada en la estimulación hidráulica (flowback) del pozo,

(b) composición de los fluidos utilizados para estimulación hidráulica, con hoja de seguridad de cada producto o sustancia química, y

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

(c) autorización de uso de agua y vertido de efluentes emitida por la autoridad de aplicación del Código de Aguas.

Uso del Agua.

El Decreto 1483/2012 establece en su artículo siete que se deberá presentar la información correspondiente al “volumen estimado y fuente de provisión de agua a utilizar”, y presentar una declaración jurada respecto al uso de agua y vertido de efluentes. Asimismo en el artículo nueve, se prohíbe que durante las etapas de perforación y terminación de los pozos, no se podrá hacer uso de agua subterránea con aptitud de ser utilizada para “abastecimiento de poblaciones” e “irrigación.

El Uso del Agua y los altos consumos de la misma en el proceso de estimulación hidráulica, se convierte en uno de los puntos más controversiales de la actividad, dado que la estimulación hidráulica de un pozo suele demandar entre 10.000 y 30.000 metros cúbicos de agua. Dada la premisa anterior, se hace necesaria una regulación que permita que la actividad pueda ser considerada sustentable.

Diseño de las Locaciones.

El Decreto a su vez establece como obligación en el artículo 12 el diseñar locaciones que permitan optimizar la asistencia a múltiples pozos “minimizando los impactos producidos por el movimiento de suelos de las mismas y sus accesos” y asimismo en el Artículo 16, señala que deben minimizarse las mismas en cercanías a superficiarios (Decreto 1483, 2012).

Ruido

El Decreto establece también en el artículo 16 que cuando existan superficiarios cercanos a la locación, “la emisión de ruidos no debe superar los “85 dB (decibelios), fuera de la locación y que cuando esto ocurra debe ser una medida minimizar esos ruidos, en términos de redacción

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

del artículo se deduce que es muy genérica, por lo cual no es claro el punto de medición ya que se menciona “fuera de la locación”, por lo cual sería necesario una nueva revisión de este artículo, ya que generalmente en este tipo de técnicas de perforación de pozos, se realizan de manera abierta y con posible comunidad cercana a estos proyectos, con derecho a la libre circulación del entorno para sus propias actividades, esto sin ser afectados por el ruido generado por la actividad petrolífera, por ende sería conveniente establecer un límite radial razonable para cada locación, en caso de existir superficiarios en el entorno de la actividad. (Decreto 1483, 2012)

Planificación de Actividades.

Referente a la planificación de las perforaciones no convencionales se establece según el Artículo 18 del Decreto se deberá presentar ante las autoridades competentes semestralmente la planificación de las perforaciones en cada área. (Decreto 1483, 2012)

Agua de Retorno o Flowback.

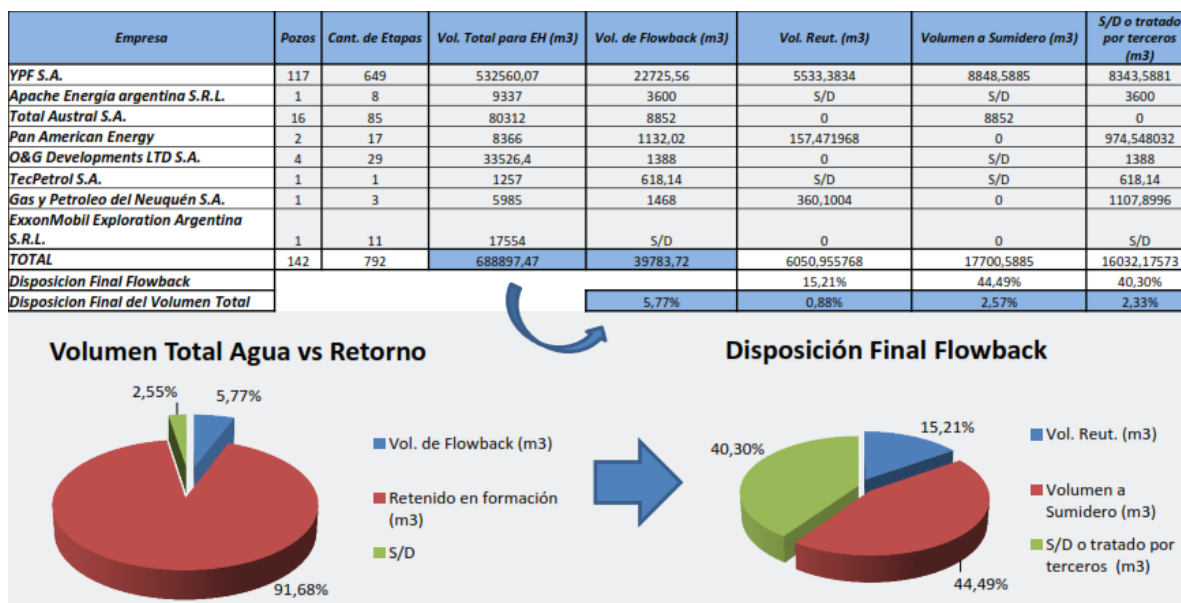
Como se mencionó previamente, la técnica de fractura hidráulica involucra el uso de grandes cantidades de agua a la cual se le añaden como mezcla una serie de productos químicos, una vez que el agua cumple el propósito de realizar la fractura, retorna por el pozo hacia la superficie, de allí que se nombre como “agua de retorno” o “flowback”. Es importante conocer que el agua además de incluir los productos químicos agregados originalmente en la mezcla puede “arrastrar” con sales naturales del suelo e hidrocarburos, es por ello que no puede ser vertida libremente sin un tratamiento previo, puesto que sin un tratamiento previo podría contaminar los recursos naturales y afectar el ecosistema a gran escala, por esta razón el tratamiento de estas aguas es una de las principales regulaciones de la protección ambiental en el desarrollo de la fracturación hidráulica.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

El artículo 10 del Decreto 1483 señala que el agua de retorno “deberá ser sometida, en su totalidad, a un sistema de tratamiento que garantice su encuadre en los parámetros de vertido establecidos en la Ley 899 y Decreto Reglamentario 790/99 y supletoria, Ley Nacional 24051 y su Decreto Reglamentario 831/93 para las siguientes alternativas de reutilización y disposición: (a) reúso en la industria hidrocarburífera, (b) reúso en riego asociado a un proceso productivo o de recomposición ambiental del área intervenida, (c) disposición final en pozo sumidero”. De acuerdo a lo previsto en la reglamentación se evidencia de forma concisa no está permitido el vertido de estos fluidos a fuentes de agua aun si estas cuentan con tratamiento, Es por ello que mediante la Disposición de La Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH) N° 0526 de 2013 es aprobado el Formulario RH14 NC, respecto a la declaración jurada (DDJJ) de Consumo de Agua destinada a la exploración y explotación de reservorios no convencionales, la cual se impone su presentación junto a las declaraciones juradas efectuadas anualmente, es por ello que a partir de estas declaraciones (DDJJ) del consumo de agua realizadas en el año 2013 se obtienen datos de Volumen de Flowback y su destino (De energía y servicios públicos, 2018).

A continuación se relaciona la actividad del año 2013 en Argentina, respecto al desarrollo de 142 pozos, en donde se puede apreciar el volumen total de agua, las etapas y destino de su porcentaje de flow back.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 8*Volumen total de agua, Etapas y destino final*

Nota: Extraído de “Gestión del Agua en la actividad Hidrocarburífera No Convencional” Energía Neuquén (2018)

El Decreto referente al Código de Aguas y normas complementarias es el Decreto 790 de 1999, por el cual se establece los valores permisibles de vertido de efluentes a cuerpos de agua en su anexo número II denominado “Límites permisibles en el vertido a curso de agua”, Decreto 790/99 (1999).

Por último, el artículo 11 del Decreto 1483/12 determina que el agua de retorno no “podrá ser vertida en cuerpos de agua superficiales” y agrega el artículo que tampoco “podrá ser almacenada previa y durante su tratamiento en receptáculos a cielo abierto”, y también establece en el artículo 14 que: “El permisionario, concesionario y/o operador, deberán presentar a la Autoridad Ambiental, los análisis físicos-químicos de las aguas de retorno (Flowback) a efectos de que ésta tome conocimiento de la cantidad y calidad de las mismas. El plazo para la presentación

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

de los parámetros tomados in situ, vencerá a las 72hs contadas a partir de la identificación del surgimiento del agua de retorno”. Decreto 1483/12 (2012)

La Gestión del recurso, Proyecto “Red Azul”

Actualmente existen iniciativas interesantes asociadas a la administración del recurso del agua encaminadas al desarrollo de los hidrocarburos no convencionales, estas iniciativas abarcan diversos países de la región, un ejemplo de ello es la provincia argentina de Neuquén, quien viene adelantando desde el año 2012 el proyecto “Red Azul”, este proyecto se basa en la construcción tanto de la infraestructura para la captación de agua superficial, proveniente de los ríos Neuquén y Colorado, como la elaboración de nuevos acueductos y facilidades de almacenamiento, destinados a las operaciones de fracturación hidráulica en campos; tomando como referencia que el consumo hídrico de la provincia alcanza sólo un 1% del recurso hídrico disponible, ya que el sobrante regresa al mar sin ser utilizado. Al ser el recurso hídrico propiedad de la provincia, se espera que este proyecto abarque el marco de política local y que su enfoque sea en relación a la gestión sostenible del recurso hídrico desde la captación hasta las operaciones en campo referente a la fractura hidráulica y un posible uso eventual simultáneo en el sector agrícola.

En contraparte, la iniciativa del proyecto no comprende la total administración del recurso, puesto que la gestión del retorno del agua (flow back) estaría sujeta a las disposiciones de cada operador, ya sea en términos de la mejor elección tecnológica para su tratamiento, el marco regulatorio provincial y federal vigente, y las posibilidades de reciclaje de estas aguas en condiciones aptas para el riego en el sector agrícola. El proyecto pretende financiar y administrar el fideicomiso a través de una alianza con el sector público y privado, entre la provincia y las empresas petroleras interesadas, se estima una inversión inicial que ronda alrededor de los 60

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

millones de dólares, sin dejar a un lado que se puedan sumar otros sectores industriales como el agrícola, causando una administración compartida hacia una reconversión productiva.

4.3.3 Contratos Argentina

La nueva Ley #27.007 sancionada en 2014, establece nuevos plazos para las concesiones futuras en su artículo 9, las cuales abarcan términos desde 25 años para los yacimientos convencionales, 35 años para los yacimientos no convencionales y 30 años para las inversiones en la plataforma continental y en el mar territorial, pudiendo sus titulares requerir la extensión por 10 años más; y en el Artículo 16 de la misma ley enmarca el pago mensual de regalías por el 12% de lo producido por el concesionario de explotación y establece que el Poder Ejecutivo Nacional o el Provincial podrán reducir la misma hasta el 5%, tomando en consideración la productividad, condiciones y ubicación de los pozos, así mismo faculta al Poder Ejecutivo incorporar en este régimen de promoción, que se creó a través del Decreto 929/2013, y se sancionada mediante la ley 27.007 en su artículo 19 que todas las inversiones que se realizan en moneda extranjera y que impliquen una inversión mínima de \$250 millones de dólares, estimados al momento en que se presente el proyecto de inversión e, y los cuales deberán ser invertidos en los primeros 3 años del proyecto. Ley 27.007 (2014)

Sin embargo, El Decreto 272 del 2015 trajo consigo algunas reformas al sector de los hidrocarburos, entre ellas el incremento de la participación de los gobiernos provinciales en las decisiones relacionadas a la extracción de hidrocarburos no convencionales a través de la técnica de fracturación hidráulica, y ha ocasionado la disminución de la presencia del Estado nacional en temas de planificación de las inversiones del sector y el otorgamiento de los permisos de explotación y exploración. Decreto 272/15 (2015)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Por otra parte, la empresa YPF diseñó un Plan estratégico propuesto para la vinculación de la fracturación hidráulica, este proyecto se dividió en dos etapas, la primera etapa se denominó “Alto Impacto” y abarcó los periodos del año 2012 al 2013 y la segunda etapa se le denominó “Estrategia de crecimiento rentable”, ejecutada en el año 2013 al 2017, a continuación se describen cada una de ellas:

La primera etapa (2012-2013)

Esta etapa se le conoce como «Alto Impacto» y su principal objetivo era frenar la caída de la producción y promover su crecimiento, para lo cual la compañía propuso el avance sobre yacimientos maduros, en donde se medían las variaciones de explotación y las caídas en sus niveles de extracción, el posicionamiento de Clústeres las cuales son empresas e instituciones interconectadas en la actividad de yacimientos no convencionales, puntualmente con modelo de explotación factoría y el aumento en el refinamiento en un 7% al elevar el uso de la capacidad instalada. Según la YPF esto permitiría reducir cerca del 47% la importación de combustibles

Observatorio Petrolero Sur, (2012)

La segunda etapa (2013-2017)

A esta etapa YPF le dio el nombre de «Estrategia de crecimiento rentable», en esta etapa del proyecto se enfocaron en impulsar el campo de los hidrocarburos no convencionales para lograr el autoabastecimiento y buscar convertir a Argentina en un país exportador de energía, debida a esta premisa prometedora del sector hidrocarburos no convencional y por las nuevas regulaciones normativas en Argentina, comenzaron a vincularse empresas interesadas en realizar inversiones entre las cuales se ubican: Chevron, Dow Argentina, Petronas, PlusPetrol, Total, Exxon Mobil, Shell, Pan American Energy, Tecpetrol y Petrobras Argentina, entre otras, de las cuales muchas han hecho acuerdos con YPF (Freier & Schaj, 2016)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la empresa Petronas de Malasia realizó un acuerdo con YPF el 28 de Agosto del 2014, con la finalidad de explotar de forma conjunta «La Amarga Chica», la cual corresponde a una parte del yacimiento no convencional ubicado en el área de Vaca Muerta, así mismo el proyecto contemplo el desarrollo de un plan piloto de shale oil con una financiación total de \$550 millones de dólares, de los cuales Petronas invirtió \$475 millones de dólares (Renou, 2014). Por su parte, la empresa Estadounidense Dow suscribió un acuerdo en septiembre de 2013, el acuerdo consistía en desarrollar la zona denominada «El Orejano», localizada en la región de Añelo, en la provincia de Neuquén, la cual posee reservas de shale gas, la inversión inicial de la empresa Dow Argentina se estableció por valor de \$120 millones de dólares, mientras que la inversión de YPF fue de \$68 millones de dólares (Río negro, 2013).

Como se ha evidenciado, las empresas mencionadas anteriormente obtienen los derechos de exploración y explotación mediante concesiones que son otorgadas por las provincias. Estas concesiones pueden ser adjudicadas a empresas particulares o a un conjunto de empresas denominados Unión Transitoria de Empresas (UTE), o también los Joint Venture (JV) quienes colaboran y generan alianzas conjuntamente, a las empresas a las que se les adjudique la concesión, habrá una que será la responsable de la operación y generalmente es la que acredita mayores capacidades técnicas y financieras. En Argentina para el año 2016 contaba con 56 empresas operadoras, las concesiones de estas se extienden por las 5 cuencas productivas que posee el país, y existe un marcado predominio de las principales empresas que abarcan el mercado representando más del 90% de la producción, las cuales son: SINOPEC, PAMPA, PLUSPETROL, YPF, TECPETROL, ENAP, PELSA, CHEVRON en lo que respecta a producción, reservas y superficie explotada. Bindon, M, (2017)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

En cuanto al Fraking de Vaca muerta, la estructura empresarial de esta actividad se conforma por capas, la primera es conformado por operadoras grandes, que cuentan con los derechos de concesión de las zonas a perforar, la siguiente capa está compuesta por multinacionales dedicadas a la perforación y fractura de los pozos, la tercera y última capa es conformada mayormente por empresas PyMES de índole local que proveen de servicios a las del primer y segundo nivel, Wyczykier, G.; Acacio, J. (2021) lo anterior fue descrita por el autor de la siguiente forma:

Tienes anillos. Tienes uno que es el primer anillo, que serían las operadoras, que así se lo determina el nombre en la jerga nuestra, son YPF, Shell, PlusPetrol, Chevron. Bueno, todos los dueños del área. Después tienes el segundo anillo que serían las empresas multinacionales, que son Halliburton, Welford, Calfrac, y también las de perforación, Nabors, San Antonio, Quintana. Todas las empresas de perforación, los rubros son: perforación, tubing y fractura. Y después tienes las del tercer anillo, que serían la mayoría de las pymes locales. Somos el mayor volumen, pero te diría el 70%, 80% de los costos de las operadoras están en el segundo anillo. O sea, cuando las operadoras por ahí dicen: “no, hay que reducir costos” y demás, y aprietan al tercer anillo -que somos nosotros- están viendo el 25%, 30% de sus costos, y en realidad deberían atacar el 70%. (Entrevista realizada por los autores a Carlos, empresario PyME, Neuquén, abril de 2019).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

5. Dimensión ambiental y normatividad existente de roca generadora

Roca Generadora en Colombia. A continuación, se comparara las regulaciones gubernamentales y las medidas empresariales que han viabilizado los proyectos de exploración de pozos en yacimientos de roca generadora, incluidos los referentes en países de América con las existentes en Colombia.

5.1 Regulación

De acuerdo a la cronología en cuanto a regulaciones y normativas, relacionadas a Yacimientos no convencionales en Colombia se encuentran:

Resolución #181495 de 2009 , En esta resolución por primera vez se nombra de manera técnica, los “Yacimientos no Convencionales” , esto sin reglamentar las operaciones de exploración y producción de dichos yacimientos, señalando que el Ministerio “regulará las actividades relativas a la exploración y explotación de los yacimientos no convencionales.”
Parágrafo del Artículo 1 Resolución #181495 (2009)

Según la definición de La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) los Yacimientos en Rocas Generadoras son “Los típicos yacimientos no convencionales incluyen las arenas apretadas de gas, carbonatos apretados, gas de capas de carbón, hidrocarburos de carbonatos y/o areniscas naturalmente fracturadas, arenas bituminosas, gas de lutitas”.

Resolución #180742 de 2012 del Ministerio de Minas y Energía, Esta resolución estableció los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, y a partir del capítulo II de la resolución, relaciona: la clasificación de los yacimientos No convencionales, el sistema de coordenadas, el registro y muestreo, los pozos estratigráficos, el abandono de pozos entre otras Resolución 180742 (2012)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Posterior a la anterior Resolución, se origina el **Decreto 3004 de 2013**, y por el cual en el artículo 1 “se entenderá por yacimiento no convencional la formación rocosa con baja permeabilidad primaria a la que se le debe realizar estimulación para mejorar las condiciones de movilidad y recobro de hidrocarburos”. A sí mismo el artículo 2 señala: “Dentro del término de seis (6) meses contados a partir de la fecha de expedición del presente decreto, el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con sus competencias, expedirá las normas técnicas y procedimientos en materia de integridad de pozos, estimulación hidráulica, inyección de agua de producción, fluidos de retorno y sobre otras materias técnicas asociadas a la exploración y explotación de los yacimientos no convencionales, para adelantar actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en los citados yacimientos, a excepción de las arenas bituminosas e hidratos de metano” el Decreto 3004 (2013)

Se puede concluir a esta normativa que finalizando el 2013, no había normatividad específica relacionada al tema de yacimientos no convencionales, sin embargo esto se había adelantado en una pequeña porción gracias a las resolución emitida en el año 2012, y mediante el decreto se habló sobre las competencias técnicas y procedimientos en materia de desarrollo de yacimientos no convencionales, dando un término a seis meses para el siguiente año 2014.

Tomando como referente la experiencia de Argentina en temas de desarrollo de yacimientos no convencionales, tanto en Colombia como Argentina, existen solo dos formas acceso a la explotación de estos, la primera es mediante la Asignación Directa, y la segunda forma es por medio de licitaciones, respecto a las de asignación directa esta fue exclusiva para operadores y adjudicatarios de licitaciones anteriores a la rondas petroleras ejecutadas antes 2012, las cuales quienes contara ya con algún derecho de concesiona para explotación convencional y quisieran desarrollar la explotación de yacimientos no convencional, no debían presentarse a nueva licitación

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

sino sólo cumplir con la suscripción ante la ANH de un “Contrato Adicional”. Bajo esta modalidad 16 bloques fueron adjudicados en las rondas previas para el desarrollo de yacimientos convencionales y están ahora migrando hacia el desarrollo de yacimientos no convencionales. Arroyo, A., & Perdriel, A. (2015).

En cuanto a las licitaciones en Colombia, estas fueron llevadas a cabo a partir de la ronda del año 2012 y la ronda Colombia del año 2014, donde se discriminó y ofertó por separado las áreas para exploración y explotación de yacimientos no convencionales. Para estos casos los requisitos fueron detallados en los pliegos licitatorios correspondientes y los adjudicatarios celebraron un contrato de concesión que les permitió realizar únicamente las operaciones descritas. Para el proceso de la Ronda Colombia 2012 la ANH ofertó 12 áreas tipo 2 las cuales correspondían a recursos no convencionales ubicadas en cuencas con nueva prospectividad en áreas emergentes y 18 áreas tipo 3 localizadas en cuencas frontera, y de las que según la ANH se tiene escaso o ningún conocimiento geológico, para el primer tipo se adjudicaron 5 áreas en contratos E&P y para el segundo tipo ningún área en contratos TEA, esto corresponde al 17% de la oferta realizada, en esta ronda hubo alta participación de importantes empresas de orden mundial. Respecto la Ronda Colombia 2014 se ofrecieron 18 áreas para la exploración y explotación de yacimientos no convencionales, de las cuales sólo un bloque fue adjudicado para la celebración de contratos E&P lo que sería el 5% de la oferta realizada. Respecto a los yacimientos no convencionales, se visibiliza poca convocatoria para licitar, posiblemente se deba a la poca disponibilidad de información geológica y las expectativas en cuanto a la existencia de regulaciones de índole ambiental y social la cual defina términos legales en este aspecto. Arroyo, A., & Perdriel, A. (2015).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

En la siguiente Tabla, se visualizan los resultados acumulados de este proceso de licitación, teniendo en consideración los requisitos para la adjudicación de este tipo de áreas, el cual ha sido la evaluación de la inversión adicional en exploración, plasmadas en programas mínimos de este tipo, y dada la necesidad del país de determinar la existencia y cantidad de recursos no convencionales.

Tabla 3

Áreas adjudicadas para exploración y explotación de YNC años 2012-2014

COLOMBIA: RESULTADOS DE ÁREAS ADJUDICADAS PARA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES EN LAS RONDAS LICITATORIAS. AÑOS 2012 Y 2014				
	Bloques y áreas	Empresas adjudicatarias	Inversión adicional en exploración (en millones de dólares)	Participación de la ANH en la producción* (en porcentaje)
Ronda Colombia 2012	Valle Magdalena Medio (VMM 5)	Harvest Natural Resources Inc.	7,0	1
		Ecopetrol S.A.	11,8	1
	Cordillera Oriental (COR 62)	Ecopetrol-Exxon Mobil	22,1	1
	Catalumbo (CAT 3)	Ecopetrol S.A.	3,0	1
	Valle Magdalena Medio (VMM 16)	Ecopetrol S.A.	6,0	1
	Valle Magdalena Medio (VMM 29)	Ecopetrol-Exxon Mobil	3,5	1
Ronda Colombia 2014	Valle Magdalena Medio (VMM 9)	Parex Resources Colombia Ltda.	54,0	1
		Unión temporal Geopark-Casa Exploration-Perenco	12,0	1
	Total		119,4	1

Nota: Extraído de “Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe, Experiencias generales y tendencias en la Argentina, el Brasil, Colombia y México” Arroyo, A., & Perdriel, A. (2015).

Teniendo como base que los principales requerimientos para la concesión fueron la acreditación de las siguientes capacidades: 1) legal, 2) económico- financiera, 3) técnica-operacional, 4) medioambiental y 5) de responsabilidad social empresarial, así mismo se tiene presente el beneficio de la entonces empresa de origen Estatal “ECOPETROL”, la cual no deberá

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

acreditar las capacidades económica-financiera y técnica-operacional, aplicando a esta disposición su “dominio propietario sobre los recursos”.

El Acuerdo 3 firmado en marzo del 2014, señala que las empresas operadoras en Colombia bajo la modalidad de asignación directa, por medio de un contrato adicional, o por medio de licitaciones deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Capacidad Económico Financiera: Acreditar que el promedio del Patrimonio Neto de los tres (3) últimos ejercicios fiscales es igual o superior a doscientos millones de dólares de los Estados Unidos de América (USD\$200.000.000) por Área. Capacidad Técnico Operacional: Acreditar que reúne los siguientes requisitos en términos de producción y volúmenes de reserva: Reservas probadas propias para el último período fiscal no inferiores a cincuenta millones de barriles de petróleo equivalente (50 MBPE). Producción Mínima Operada de veinte mil barriles de petróleo equivalentes por día (20.000 BPED).

Capacidad Jurídica: La operadora tiene aptitud jurídica para desarrollar Yacimientos No Convencionales, en forma individual o conjunta, las personas jurídicas nacionales y extranjeras, públicas, privadas o mixtas, consideradas legalmente capaces por el ordenamiento superior, cuyo capital este representado en acciones o cuotas de interés nominativas, que acrediten mantener y/o reúnan los requisitos establecidos.

Capacidad Medioambiental: Deberá demostrar haber implementado sistemas de gestión ambiental para el seguimiento y la medición de operaciones y para el desarrollo de las actividades que puedan tener impacto en los recursos naturales y el ambiente.

Acreditación en materia de Responsabilidad Social Empresarial: La operadora deberá demostrar haber implementado normas, prácticas y metas corporativas precisas de Responsabilidad Social Empresarial (Acuerdo No. 3, 2014).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Continuando con la cronología regulatoria en Colombia, en el año 2014 sale la **Resolución No. 0421** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de Impacto ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de Hidrocarburos y se toman otras determinaciones”, y posteriormente a la resolución la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establecen los “Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos” y los “requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de los yacimientos no convencionales”, Los cuales se especifican en el Anexo 3, denominado como “*Términos de Referencia y Requerimientos Complementarios para el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Actividad de Exploración de Hidrocarburos en Yacimientos no Convencionales*”, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2014). La razón de establecer términos de referencia y requerimientos adicionales se fundamenta principalmente en las actividades de exploración de yacimientos no convencionales, los cuales requieren un tratamiento y análisis especial, a si mismo requiere de medidas para el manejo y mitigación de potenciales impactos y riesgos ambientales, y sociales.

Es necesario que estos términos se presenten como una parte adicional a los requerimientos de los Términos de Referencia de Exploración de Hidrocarburos, y a si mismo ser incluidos en un solo documento integrado en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y en Plan de Manejo Ambiental (PMA), donde se identifiquen los ejes holísticos de las actividades, las áreas de influencia, la línea base, la evaluación de impactos y medidas de manejo con relación a la exploración de yacimientos no convencionales, entre los cuales están:

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

a) Planta de tratamiento para el fluido de retorno o agua producida, con una representación detallada de la misma, en cuanto a volúmenes, químicos utilizados en el recurso hídrico, información sobre la ubicación previa a la exploración.

b) Para los casos de Re-Inyección en la gestión de aguas se debe presentar la ubicación relativa de los acuíferos y la permeabilidad de las unidades estratigráficas que separan cualquier acuífero y la formación objetiva, teniendo en cuenta fallas, diaclasas, fracturas o irregularidades similares, con base en el modelo hidrogeológico conceptual y la mejor información geológica disponible tanto por fuentes oficiales como propia del solicitante.

c) Calidad de Agua Subterránea con base en el Área de Revisión establecida, se debe realizar un monitoreo de línea base en fuentes de agua subterránea disponibles e identificadas dentro del área incluyendo los términos de referencia establecidos por la el EIA..

d) La descripción de cómo será manejado el retorno de los fluidos, incluyendo la forma en que será almacenado, tratado, transportado y la descripción de cualquier infraestructura asociadas al proceso.

e) Sistema para transporte del fluido de retorno y agua producida, desde la plataforma de exploración hasta el lugar del sistema de tratamiento o desde el lugar del sistema de tratamiento al lugar de disposición final tanto de residuos líquidos como sólidos.

En relación a temas de retorno de los fluidos el Ministerio de Ambiente y ANLA definieron como nota aclaratoria: “No se podrá almacenar fluido de retorno ni agua producida en piscinas al aire libre, únicamente en tanques cerrados (frac tanks u otros similares) con tapa y ventilación de seguridad, o tanques abiertos, con las medidas establecidas” Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2014).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

De este modo, se hace evidente que de acuerdo a los términos establecidos por la autoridad competente en Colombia, el “Back flow” resultante y el agua de retorno no se podrá verter a cuerpos de agua superficiales, disposición regulatoria en Colombia que es igual en Estados Unidos y Canadá, a diferencia de Argentina donde se permite el vertimiento de agua a cuerpos de agua superficiales, respetando la normatividad exigida.

De igual modo, queda abierta la posibilidad de opciones para el vertimiento en vías o para otro uso, siempre que se cumpla con los parámetros solicitados según las regulaciones, quedando la incertidumbre social respecto al desconocimiento por parte de la comunidad en la disposición final del paradero de estos y queda claro la poca información que tienen los entes reguladores de la hidrogeología regional.

De acuerdo a la experiencia planteada por los estadounidenses, los impactos medioambientales más relevantes guardan relación directa con la administración del recurso del agua, es por esta causa que se han desarrollado mecanismos de prevención y mitigación, mismos que pueden ser valorados dentro de las regulaciones de los países interesados en esta industria y enfocarlos en la minimización del consumo. en el desarrollo de la fracturación hidráulica, en su aplicación tecnológica, hasta su tratamiento y disposición.

Las aguas residuales de un pozo son constituidas principalmente por salmueras extraídas con el gas y el petróleo que yacen en profundidades subterráneas, y son resultantes de los procesos de perforación, provengan o no de un yacimiento no convencional, y que mezcladas con los fluidos o agua inicialmente inyectada en el pozo durante el proceso de fracturación hidráulica conforman las denominadas aguas residuales, estas salmueras por lo general son saladas y pueden contener elementos radiactivos tóxicos, es por ello que la materia orgánica y el material radiactivo que se encuentra naturalmente en el agua del retorno y producidas por el “Flow back” presentan riesgos

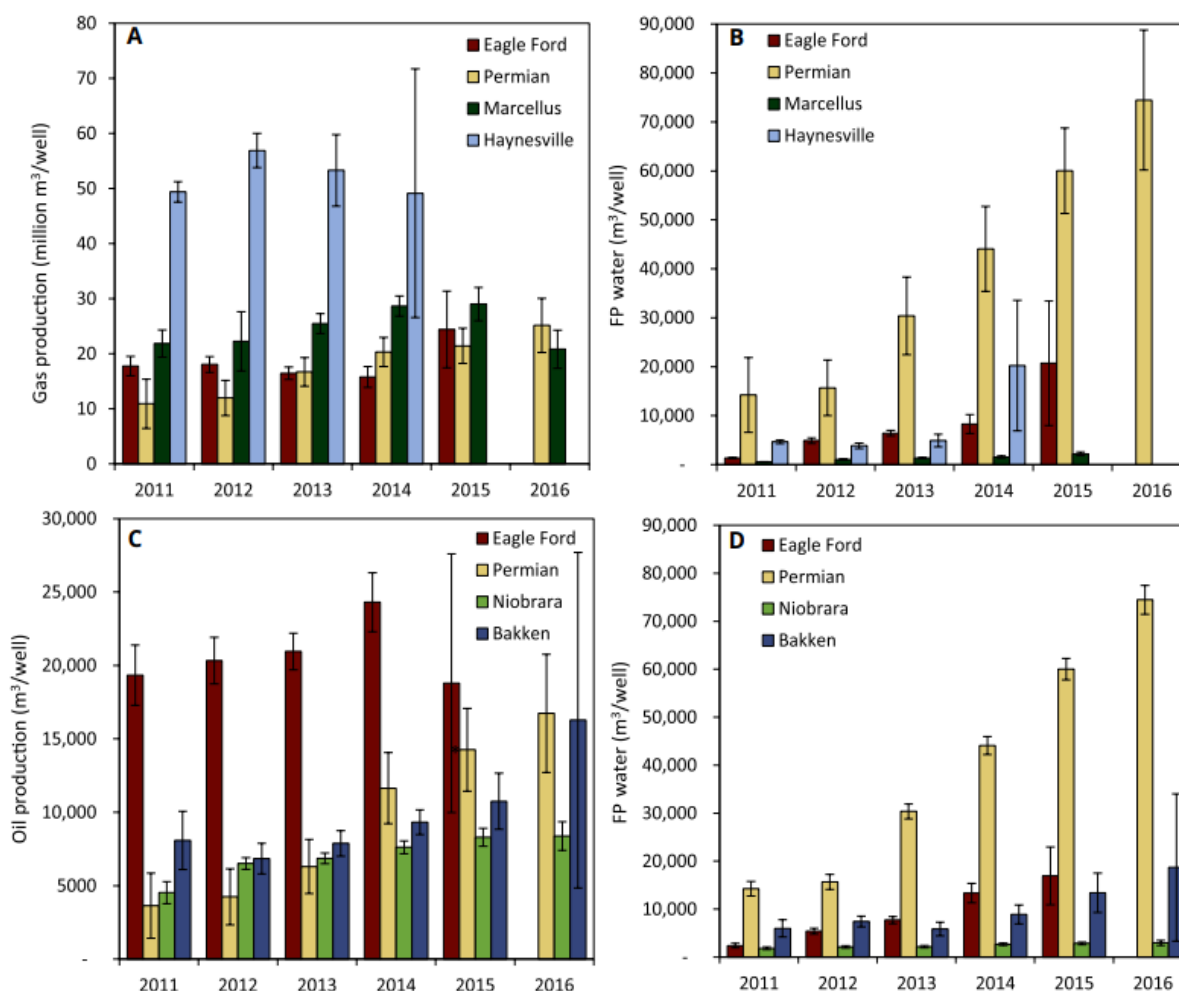
ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

de contaminación para los ecosistemas locales por derrames y por la mala gestión en el tratamiento de esta agua, para el retorno y liberación al medio ambiente de forma segura, normalmente este proceso requiere de bastante energía y generalmente es costoso; razón por la cual, muchos operadores se ven obligados a reciclar el agua en el sitio para futuras operaciones de fracturamiento hidráulico o acuden a reinyectarla en pozos de inyección profunda (Kondash et al. 2018).

De acuerdo a los registros de esta técnica en Canada y Estados Unidos es importante comprender cómo la huella hídrica por la actividad de fracturación hidráulica ha evolucionado a lo largo del tiempo, debido a los avances tecnológicos y las condiciones económicas cambiantes (Kondash et al. 2017). La información y datos recopilados del desarrollo de la producción de EE. UU. Podrían influir directamente en la planificación y la implementación de las prácticas de fracturamiento hidráulico.

A continuación se muestra en la Figura 8 las estadísticas para el año 2018, sobre la producción de gas y de aceite basada en información de EE.UU., apreciando que tanto la producción de gas ha ido en aumento, y de la misma forma la producción de aceite también se ha incrementado, Las variaciones registradas en la figura corresponde a las variaciones de petróleo, gas y agua PF con el tiempo: Gas de esquisto anual (A), aceite apretado (C), y agua FP (B y D) producciones en regiones productoras de gas de esquisto (A y B) y regiones productoras de petróleo (C y D). Los bigotes en los gráficos de barras representan intervalos de confianza de arranque del 95%

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 9*Producción de gas y de aceite en Estados Unidos*

3. Variaciones de petróleo, gas y agua PF con el tiempo. Gas de esquisto anual (A), aceite apretado (C), y agua FP (B y D) producciones en regiones productoras de gas de esquisto (A y B) y regiones productoras de petróleo (C y D). Los bigotes en los gráficos de barras representan intervalos de confianza de arranque del 95% (tabla S1).

Nota: Extraído de Quantity of flowback and produced waters from unconventional oil and gas exploration (Kondash et al. 2017).

Mayormente la controversia en torno a la fracturación hidráulica gira al uso de grandes volúmenes de agua para fracturar pozos hidráulicamente, esta preocupación es especialmente alta en las regiones semiáridas donde la extracción de grandes volúmenes de agua para la fracturación hidráulica puede representar una parte significativa que afecte el consumo de agua dentro de una

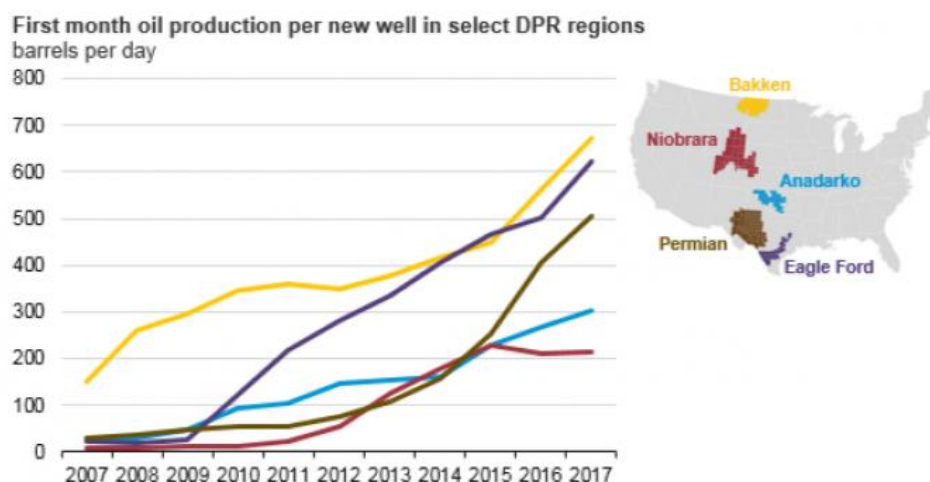
ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

región determinada, inclusive contribuyendo al agotamiento de los recursos de agua subterránea. En general, ha habido llamamientos para aumentar el uso de fuentes de agua alternativas como agua salobre o reciclar agua de “flowback and produced” (PF), minimizando la presión sobre los recursos locales de agua dulce.

Investigaciones anteriores han sugerido que la fracturación hidráulica no utiliza significativamente más agua para la exploración y producción que otras fuentes de energía, y que manifiestan que el uso de agua para la fracturación hidráulica constituye solo una pequeña fracción de la utilización de agua industrial en los Estados, estas evaluaciones se basaron en datos agregados de la huella hídrica durante los primeros años (2011-2014) de la fracturación hidráulica en los Estados Unidos. (Kondash et al. 2017), a continuación en la Figura 9 se muestra el crecimiento de la producción de petróleo en Estados Unidos.

Figura 10

Producción de petróleo en el primer mes por pozo nuevo.



Nota: Extraído de “U.S. crude oil production efficiency continues to improve” Administración de Información Energética de EE.UU (2018)

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

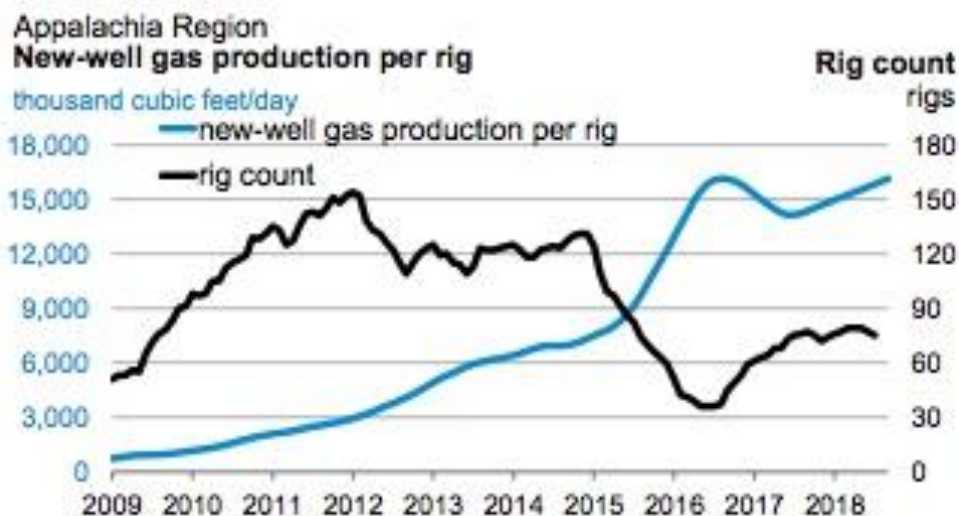
En Estados Unidos la producción de Crudo de Petróleo aumentó para el 2017, representando el 54% de la producción total de petróleo crudo del País Norteamericano, este aumento se ve ligado al aumento de la productividad de los nuevos pozos. Anteriormente en el año 2007, según el informe del promedio del primer mes completo de producción de petróleo de nuevos pozos en las regiones de la figura anterior, han venido en aumento al corte de 2017, esto según datos del Informe de productividad de perforación “Drilling Productivity Report” (DPR) de la Energy International Agency (EIA), estas crecientes tasas de producción inicial han ayudado a mantener la producción de petróleo a pesar de la desaceleración en la actividad de perforación, incluso cuando los precios del petróleo han caído en el mercado. “U.S. crude oil production efficiency continues to improve” Administración de Información Energética de EE.UU (2018) . En la actualidad Estados Unidos produce alrededor 11 millones de barriles /día de crudo y entre 76-80 millones de pies cúbicos/día de gas, esto con menos de la mitad de los equipos de perforación con los que producían cerca de 6 Millones de barriles/día y menos de 50 mil millones de pies cúbicos de gas.

En el último recuento de plataformas estadounidenses publicado por Baker Hughes (BHI), el número de plataformas estadounidenses activas que perforan petróleo y gas se mantuvo estable entre el 15 y el 22 de diciembre en un promedio de 70, de acuerdo a las últimas cifras, el total de plataformas en EE. UU. asciende a 931, en donde la cuenca Permian representa una gran mayoría del total de plataformas en los EE. UU, a continuación mediante la Figura 10 se muestra la producción de gas de gas en Estados Unidos. Bandz, K. (2020).

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 11

Producción de gas de pozo nuevo por plataforma.



Nota: Extraído de “What Are the Trends in Rig Activity in the Eagle Ford?”

Bandz, K. (2020).

Esta información y datos deja una tarea a las empresas que participan en el proceso de fracturación hidráulica, y es el de reciclar el agua, según los autores Fontenelle, L., Weston, M., Lord; P., & Haggstrom, J. (2013) los cuales argumentan que la habilidad de reciclar el flowback y las aguas de producción, ofrece grandes oportunidades para los proveedores de servicios y los productores, logrando minimizar la cantidad de agua dulce que es usada en las operaciones. A si mismo reduciendo los volúmenes de agua dulce usados en una operación de fracturamiento, y al mismo tiempo que reduce el agua de retorno (flowback) la cual debe ser trasportada y/o desechada, es así que las empresas operadoras enseñan un compromiso real con la comunidad, el ambiente, y a la vez pueden minimizar las actividades de logística.

El uso de la tecnología desarrollada durante este proceso de fracturamiento, abre la opción al sector para reciclar el agua y no usar agua nueva, o reusar la misma, un ejemplo de estas

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

operaciones se ubica en Estados Unidos, el caso de Marcellus Shale, ubicada en la cuenca de Appalachian en la cual se iniciaron planes de reciclaje del agua retornada, en donde según datos suministrados se recicla aproximadamente el 95% del flow back, esto se debe a que en la cuenca existen pocos pozos de inyección y el agua que se desecha se debe transportar hasta Ohio, aumentando los costos, a partir del año 2011 se han ido aumentando los porcentajes de volúmenes de reciclaje, algunos se evidencian en comtech industrys y seneca resources, los cuales han llegado hasta al 100% de reciclaje y reutilización del agua de retorno, esta tecnología ya está optimizada y controlada, y debería ser considerada como un requisito tecnológico a ser evaluado en las asignaciones de áreas, para próximas rondas. Gómez, C. (2016)

Otro aporte importante que puede traerse a flote en las regulaciones relacionadas a la fracturación hidráulica, sería el de replicar el sitio web Fra Focus, propuesto e implementado en Canadá, el cual permitan recopilar datos sobre los componentes de los fluidos hidráulicos; teniendo como base que la participación en dicha base de datos ya no es voluntaria, sino es exigible en algunos estados para poder otorgar y permitir la operatividad de las empresas., exigiendo la divulgación y educación sobre fracturas hidráulicas.

Esta base de datos está cobijados por el Consejo de Protección de Aguas Subterráneas (GWPC) y la Comisión Interestatal del Pacto de Petróleo y Gas (IOGCC), así mismo el uso de estas plataformas proporciona una ubicación central de información para que el público y la industria se comuniquen y transmitan datos relacionados a los productos químicos utilizados durante el proceso de fracturación hidráulica de pozos de petróleo o gas, otorgando a la comunidad herramientas de educación imparcial y equilibrada sobre el tema de la fracturación hidráulica, permitiendo abrir escenarios entre la teoría y la práctica; abriendo así una puerta al manejo de una futura licencia social.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Según datos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (2015), esta realizó un análisis para comprender mejor los productos químicos y el agua utilizada para fracturar hidráulicamente los pozos de producción de petróleo y gas en los Estados Unidos y cómo la utilización de estos productos varía en cada región del país, estos datos fueron recopilados y analizados durante un periodo de dos años y obtenidos de FracFocus Chemical Disclosure Registry 1.0 proporcionado por el Ground Water Protection Council (GWPC) y la Interstate Oil and Gas Compact Commission (IOGCC). Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2015)

Esta investigación se realizó para evaluar los posibles impactos de la fracturación hidráulica para el petróleo y el gas en los recursos de agua potable, en la evaluación final, se encontró evidencia científica sobre las actividades del ciclo del agua de fracturación hidráulica y cómo afectan los recursos de agua potable en algunas circunstancias, como parte del estudio la EPA identificó las condiciones bajo las cuales los impactos de las actividades de fracturamiento hidráulico pueden ser más frecuentes o severos e identifica las incertidumbres y lagunas de datos que limitaron la capacidad para evaluar completamente los impactos en los recursos de agua potable tanto a nivel local como nacional, por último proporciona una base científica para ayudar a los estados y a otros en pro de proteger los recursos de agua potable en áreas donde se está produciendo o se está considerando la fracturación hidráulica (EPA, 2013).

El informe está organizado en torno a etapas relacionadas a las actividades del ciclo del agua de fracturación hidráulica y su potencial para afectar los recursos de agua potable, estas etapas se dividen en: (1) adquisición de agua para uso en la fracturación hidráulica, (2) la mezcla del agua con aditivos químicos para preparar fluidos de fracturación hidráulica denominada mezcla química, (3) inyectar los fluidos de fracturación hidráulica en la producción de pozos para crear fracturas en el área o zona de producción - inyección de pozo, (4) recolectar las aguas residuales

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

que regresan a través del pozo después de la inyección, el manejo de agua producida y (5) manejar las aguas residuales mediante métodos de eliminación o reutilización, ya sean de eliminación y/o reutilización de aguas residuales.

En el informe se identifica ciertas condiciones mediante cuales los impactos de las actividades de fracturamiento hidráulico pueden ser más frecuentes o severos y son los siguientes:

- Extracciones de agua para fracturamiento hidráulico en épocas o áreas de baja disponibilidad de agua, particularmente en áreas con recursos de agua subterránea limitados o en declive;
- Derrames durante la manipulación de fluidos de fracturación hidráulica y productos químicos o agua producida que provoquen que grandes volúmenes o altas concentraciones de productos químicos lleguen a los recursos de agua subterránea
- Inyección de fluidos de fracturamiento hidráulico en pozos con una integridad mecánica inadecuada, lo que permite que los gases o líquidos se trasladen a los recursos hídricos subterráneos;
- Inyección de fluidos de fracturamiento hidráulico directamente en los recursos hídricos subterráneos;
- Descarga de aguas residuales de fracturación hidráulica inadecuadamente tratadas a aguas superficiales; y
- Eliminación o almacenamiento de aguas residuales de fracturación hidráulica en pozos sin revestimiento que provocan la contaminación de los recursos de agua subterránea.

Las incertidumbres y vacíos en los datos condicionaron la capacidad de la EPA para evaluar correctamente los impactos potenciales sobre los recursos de agua potable a nivel local y nacional, y es por ello que no fue posible caracterizar completamente la gravedad de los impactos, ni calcular

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

o estimar la frecuencia nacional de los impactos sobre los recursos de agua potable en las actividades de fracturación hidráulica relacionadas al ciclo del agua.

La implementación de un sistema como fracfocus en Colombia, permitirá la socialización sobre el método de fracturación hidráulica, proporcionando una herramienta interactiva y en tiempo real, para que la comunidad, las empresas y el estado puedan tener un seguimiento y participar en el desarrollo de las nuevas regulaciones, la experiencia de estos países permite el aprender sobre las regulaciones existentes, y posibilita el adicionar argumentos que faciliten la viabilidad de los proyectos en roca generadora.

Por último, el día 8 de Noviembre de 2018 a través de una Demanda contra la Nación de Colombia se suspendió provisionalmente el Decreto 3004 de 2013 y la Resolución #90341 del 2014, esto ante la solicitud de medidas cautelares, sin embargo el Consejo de Estado abrió la posibilidad de realizar proyectos pilotos de fracking, estos en la zona del Magdalena Medio, este piloto tiene como objeto apuntar a ser de índole científica y de investigación sobre el Fracking en Colombia, y para tal fin se dictaminaron una serie de normas jurídicas para poder realizarlos, en la actualidad se han expedido los “Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII) sobre Yacimientos No Convencionales (YNC) de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal (FH-PH)”, mencionados anteriormente en este documento.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

6. Recomendaciones

Para empezar, se recomienda elaborar un modelo estratégico encaminado a mejorar la situación en relación al desarrollo de actividades de extracción y explotación de los recursos no convencionales, teniendo como base posibles situaciones que generen disgustos en el entorno, permitiendo perspectivas que propicien resolver las diferencias, para ello se traerá la planificación estratégica basada en la teoría de las relaciones públicas, con el fin de establecer la viabilidad de los Yacimientos de Rocas generadora en Colombia, guardando como metodología las experiencias de los otros países de América, para esto los autores Kaufmann, Fustier & Drevet (1973) señalan que la concepción de la estrategia es “El conjunto de decisiones preparadas de antemano para el logro de un objetivo asignado, teniendo en cuenta todas las posibles reacciones del adversario y/o la Naturaleza”, de acuerdo a esta concepción debe plantearse:

1. La atribución de un objetivo a lograr, puesto que la conducta estratégica es una conducta planteada por objetivos, el cual será el que se persigue y calificará según la estrategia.
2. Un escenario o situación con un tercero y/o su naturaleza.
3. El nivel de incertidumbre: esta metodología construye criterios para la toma de decisiones, esto ante una incertidumbre, y esta debe estar estructurada con el fin de conocer los estados del sistema a evaluar, aunque no se incluyan todos los criterios, busca constituir una condición común entre los fenómenos que ocurren en el ámbito empresarial y su incidencia en la economía.
4. Tener en cuenta las limitaciones entre los propios recursos.
5. La posibilidad de inclinarse entre diversas alternativas de actuación, y de las cuales dependen los diferentes resultados, y es importante resaltar la premisa de libertad la cual es imprescindible en la estrategia, abriendo paso a la libre elección.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

6. La valoración y análisis estratégico de las distintas alternativas de actuación, con la finalidad de buscar criterios de viabilidad y existencia, evaluando la alternativa más congruente y con mayor probabilidad en el contexto a estudiar.

7. La elección de estas alternativas debe incluir el análisis del conflicto desde otras perspectivas, anticipadamente a los acontecimientos.

8. Por último la elección de la estrategia seleccionada, debe estar orientada a la praxis de esta misma, ya que si su ejecución o implementación no está orientada a la acción se reducirá simplemente a un proyecto.

Colombia en la actualidad posee un sistema regulatorio definido técnica y contractualmente relacionado a políticas sobre el ambiente, pero dada las circunstancias de inestabilidad no son de fiar para las futuras generaciones, a la población en general y en particular a los pobladores de las áreas de influencia, y no permite determinar con claridad las consecuencias al ambiente al momento de ejercer la técnica de la fractura hidráulica en yacimientos no Convencionales, esta desinformación y el grado de incertidumbre propio que generan los sistemas naturales relacionados al fracking o fractura hidráulica son puestos constantemente en tela de juicio, teniendo en cuenta que la contaminación de agua, radioactividad en los fluidos, la resistencia y duración de revestimientos y cementaciones, el cambio climático y la inestabilidad sísmica que causaría el desarrollo del fracking en Colombia aún siguen siendo material de estudio, además que el país cuenta con una débil infraestructura tanto física como institucional que permitan mitigar los daños, partiendo de la experiencia de países como Estados Unidos y Canadá en los cuales se apoya la investigación científica para mejorar estos procesos.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

En el siguiente cuadro se resumen las fortalezas y debilidades de las normas técnicas aplicables para Colombia, basada en la investigación realizadas por Comisión interdisciplinaria independiente. (2019)

Tabla 4

Fortalezas y debilidades de las normas técnicas en Colombia

COLOMBIA	
FORTALEZA	DEBILIDAD
1. En la actualidad cuenta con regulación específica de la industria, la cual contiene parámetros técnicos que servirán de protección.	1. La regulación existente para Yacimientos en Roca Generadora es una extensión de los Yacimientos convencionales (“llamado anexo 3”).
2. Se somete prohibición que este a menos de 200 mts de pozos de agua.	2. No se toma en cuenta la utilización de aguas subterráneas.
3. Se establecen pruebas piloto de pozos para fracking y en el caso que revelen daños a medio ambiente o sismos se detendrán las operaciones.	3. No se cumplió con un plan de consulta indígena y social desde el primer momento de la adopción de las medidas legislativas y asignación de áreas a las empresas operadores año 2012.
4. Cuenta con una reglamentación de consulta indígena y participación ciudadana.	4. falta regular utilización de productos químicos y reutilización de aguas. 5. No se tiene una institucionalidad que regule e inspeccione el cumplimiento de la normatividad específica.

Nota: Elaboración propia, 2021

Las disposiciones generales sobre hidrocarburos en la investigación realizada por la comisión incorporaron los condicionamientos aplicables a proyectos de fracking, es por esto que se crea la necesidad de una regulación ambiental específica que relacione la técnica de Fracturación Hidráulica, tal como la ha realizado países como Estados Unidos y Canadá, y está debe estar regulada y elaborada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), y no por

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

terceros, esto con el objetivo de que se registren datos actualizados en relación a los estudios presentados por los estudios de impacto ambiental (EIA) o los obtenidos por el plan de manejo ambiental (PMA) , evitando así sesgos por falta de conocimiento , capacitación y experticia por el ente regulador en cuanto a la aplicación de nuevas tecnologías, avances y experiencias en otros países, para ser replicados en Colombia.

Debido a lo anterior, por estas lagunas en cuanto a información se ha generado pérdida de confianza de la comunidad ante la autoridad ambiental, ocasionando efectos negativos para las comunidades involucradas en la extracción de hidrocarburos, La ANLA cuenta con debilidades institucionales y no lidera la gestión ambiental, es por ello que exigir el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de los operadores, se ha vuelto una tarea difícil , esto según la auditoría realizada por la Contraloría General de la República para la vigencia 2015- 2016 .

Según la Contraloría General de La República, (2016) , debido a estas circunstancias el principal argumento de las comunidades es qué si no se logran superar las limitaciones institucionales, a la fecha identificadas en el seguimiento y control a las actividades en los Yacimientos Convencionales, serán previstas de igual modo en la extracción de los Yacimientos no Convencionales, por lo anterior, se hace indispensable pasar de actos de voluntad que se manifiestan en los documentos de política ambiental y composiciones legislativas, a empezar a ejecutar estas políticas, orientar el cumplimiento de la legislación actual y lograr el cumplimiento de las metas e indicadores basados en procesos concretos y efectivos.

La Recomendación establece la necesidad de una correcta “caracterización y una evaluación de riesgos del emplazamiento potencial, de la superficie circundante y del subsuelo.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

En este sentido, la creación de políticas concretas en estos temas, permitiría la disminución de la curva de incertidumbre y abriría la posibilidad crear plataformas de información como el frack focus, tal como en EEUU y posteriormente en Canadá, lo cual permitirá una difusión de información y permitirá educar a la población interesada sobre temas fracturación hidráulica, mostrando la transparencia de los productos químicos usados en cada fluido de fractura , y quien sería el responsable de su diseño, implementación y ejecución serían las autoridades competentes en Colombia, como lo son la ANLA y el Ministerio de minas y Energía –MME, actualmente encargados de formular, adoptar, dirigir y coordinar las políticas, planes y programas del sector de Minas y Energía, entidades que aprueban las diferentes formas operativas asociadas a las operaciones de los pozos, desde su planeación, perforación, completamiento, evaluación, producción y abandono de los mismos.

La creación y desarrollo de un sitio web de este tipo, ayudara a un proceso abierto y transparente para apoyar la documentación del desarrollo de estos pozos tanto al público como a la industria al proporcionar un repositorio central de ubicación de datos y eliminar así la búsqueda parcializada en la web de información similar y relevante frente a estos temas, una iniciativa de creación e inversión del sitio web llevaría a la búsqueda de un pacto social y acuerdo político consensuado entre los grupos de interés dados por el gobierno, tanto nacionales, departamentales y municipales e involucrando a las comunidades de la zona de influencia como actores participativos en la elaboración de los documentos exigibles por el Gobierno como el en la cuales las empresas operadoras proporcionen la información de sus actividades, para que la comunidad tenga acceso a los planes del proyecto y visiten los sitios propuestos antes de la construcción y ejecución de los mismos, y que les permitan identificar y participar en la valoración de los impactos potenciales a las especies de vida silvestre tradicionales, la vegetación, las características del

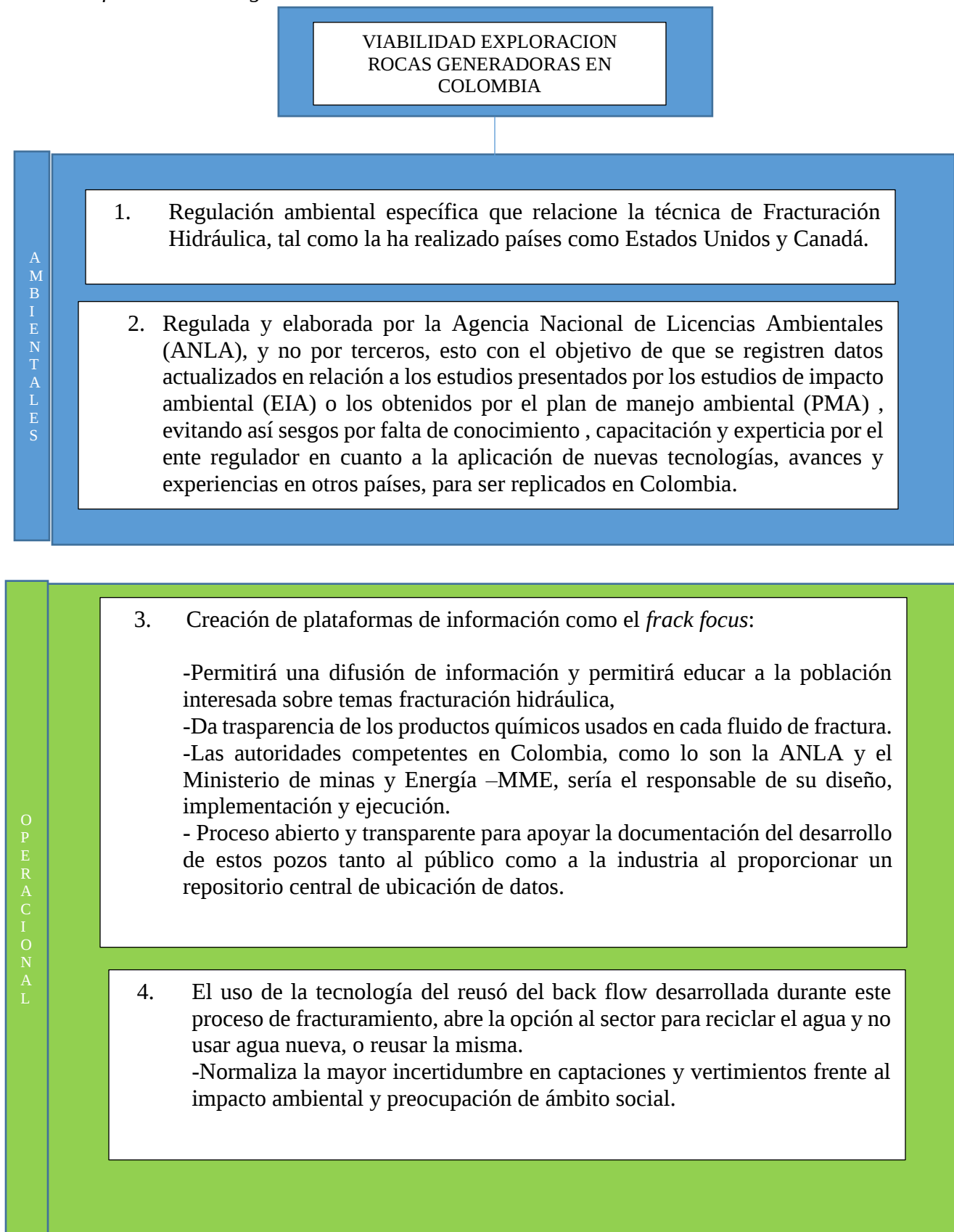
ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

paisaje y los sitios culturales y espirituales de importancia, adicionalmente exigir El uso de la tecnología del reuso del back flow desarrollada durante este proceso de fracturamiento, abre la opción al sector para reciclar el agua y no usar agua nueva, o reusar la misma.

A través de su compromiso con las comunidades locales o indígenas, se busca evitar y / o mitigar los impactos en los medios de vida tradicional. La recomendación anterior, está basada en la línea con la consecución de una licencia social, para minimizar el conflicto del desarrollo de la actividad hidrocarburífera, proporcionando transparencia en la forma del cómo se adelantan las actividades y se toman las determinaciones, como se invierten los excedentes tales como regalías y otro posible tipo de participación en los excedentes del negocio. Para esto es vital construir confianza entre las comunidades, las instituciones y las empresas para avanzar en la exploración y los proyectos piloto.

Finalmente, como se concluyó, debe dotarse a las autoridades competentes en la regulación ambiental de presupuesto, elementos y capacitación técnica necesaria para que estén actualizados con las tecnologías y ejerzan correctamente sus funciones, así el desarrollo de la actividad se convierta en una política de estado.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Figura 12*Planificación Estratégica*

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

G
U
B
E
R
N
A
M
E
N
T
A
L
E
S

5. -Generación de un pacto social y acuerdo político consensuado entre los grupos de interés: gobierno (Nacionales, Departamentales y Municipales) y Comunidades de la zona de influencia como actores participativos en la elaboración de los documentos exigibles por el Gobierno en la cuales las empresas operadoras proporcionen la información de sus actividades, para que la comunidad tenga acceso a los planes del proyecto.
- La comunidad tendrá acceso a los planes del proyecto, podrá visitar los sitios propuestos antes de la construcción y ejecución de los mismos, identificando y participando en la valoración de los impactos potenciales a las especies de vida silvestre tradicionales, la vegetación, las características del paisaje y los sitios culturales y espirituales de importancia.

L
E
G
A
L
E
S

- 6 La consecución de una licencia social:
- Minimiza el conflicto del desarrollo de la actividad, proporcionando transparencia en la forma de cómo se adelantan las actividades y se toman las determinaciones,
- Información clara de las inversiones tales como regalías y otro posible tipo de participación en los excedentes del negocio; para esto es vital construir confianza entre las comunidades, las instituciones y las empresas para avanzar en la exploración y los proyectos piloto.
7. Dotarse a las autoridades competentes en la regulación ambiental de presupuesto, elementos y capacitación técnica necesaria para que estén actualizados con las tecnologías y ejerzan correctamente sus funciones, así el desarrollo de la actividad se convierta en una política de estado.

Nota: Elaboración propia, 2021

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

7. Conclusiones

Según lo planteado por el autor Raskovsky & Asociados. (2014), en la actualidad sigue existiendo una gran incertidumbre sobre las posibles consecuencias de la fractura hidráulica relacionadas al medioambiente, lo que ha ocasionado que la técnica de fractura hidráulica sea prohibida en muchas regiones, estados, provincias y países, sin embargo las necesidades energéticas y de auto sostenimiento, han hecho que algunos países como Argentina impulsen esta técnica, en búsqueda de promover la autosuficiencia, dejando como consecuencia que la actividad siga trayéndose a debate tanto en detractores como simpatizantes de ella.

La actividad hidrocarburífera, al igual que otras actividades necesarias para el desarrollo, implican riesgos e impactos al ambiente, no obstante, mediante una correcta regulación y control de los riesgos que puede llegar a ser minimizados o mitigados, como lo resume este documento, también de como la evolución de las tecnologías permite a los países de la región moldear las leyes y regular la actividad en pro de la protección y mitigación de riesgos al ambiente.

Es necesario que las autoridades competentes realicen y regulaciones con sanciones claras y exigentes; para que la actividad sea realizada mediante estándares altos, enfocados en la protección ambiental, en donde se incluya información relevante sobre la exploración y explotación de estos recursos, en la cual se realice las modificaciones especialmente referidas a los siguientes puntos: zonas de reserva de sensibilidad ambiental en las cuales no pueda realizarse la actividad, las distancias mínimas a poblaciones o superficiarios, distancias entre los reservorios y acuíferos, los parámetros de vertido del flowback ya tratado, así mismo analizar la incorporación de conceptos esenciales, la necesidad de utilizar mejores prácticas en la industria, entendidas y estudiadas por el ente gubernamental que autoriza la actividad, en Colombia, el ANLA.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

No existe en Colombia una ley nacional que unifique la protección ambiental y regule la actividad hidrocarburífera en beneficio del proteccionismo ambiental, ni que beneficie a su vez a las empresas de este sector, debido a que las compañías generalmente se encuentran con demasiadas regulaciones y muchas veces algunas normativas son contradictorias en relación a otras, creando una incertidumbre jurídica y vacíos técnicos, normalmente el empresario no ve al proteccionismo ambiental como una barrera a la inversión o el desarrollo de la actividad, pero la barrera jurídica e incertidumbre de la misma, crea vacíos o lagunas que no permiten el desarrollo de la actividad.

No sólo se debe contar con una buena regulación, es también necesario un alto grado de control por parte de las autoridades competentes en cuanto a regulación. y en países como Colombia, en ocasiones no se da cumplimiento a las regulaciones, es por ello que debe dotarse a las Autoridades encargadas de manejar el presupuesto, el medio ambiente, y el desarrollo de la actividad, proporcionar los elementos para realizar sus funciones y realizar capacitaciones necesarias para que ejerzan correctamente sus funciones y que el Desarrollo Sustentable sea realmente una política de estado.

Por otra parte la aplicación incorrecta de las disposiciones sobre la consulta, la participación y los estudios de evaluación de impacto en el contexto de la prospección y exploración de los recursos naturales son bastante comunes, y representan el tema más frecuente de las reclamaciones ante los órganos de control de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), de igual forma estos eventos generan conflictos entre los pueblos indígenas y los actores del sector privado al obtener licencias o concesiones del Estado, en este contexto es necesario resaltar la responsabilidad de asegurar una acertada aplicación al derecho a la consulta y la participación de estas comunidades, el fracaso de la misma recae sobre el estado, planteando un

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

riesgo en las inversiones futuras provenientes del sector privado, puesto que los pueblos indígenas pueden legítimamente invocar sus derechos en virtud del Convenio C-107, y por experiencias en otros países en la actualidad se demuestra que estas comunidades al ser excluidos de las decisiones, tienden a expresar su descontento mediante el derecho a la protesta, ocasionando bloqueos y pérdidas económicas para otros sectores, así mismo, realizan demandas judiciales internacionales, generando un ambiente de incertidumbre para los inversionistas, al retrasar las operaciones y aumentar los costos de exploración y explotación de pozos.

Por último, basado en la experiencia de los Estados Unidos en relación a las prácticas de fracturación hidráulica, los impactos medioambientales y sus regulaciones se puede determinar que gran parte de la afectación del medio ambiente ha sido ocasionada por la falta de regulación a la práctica, así mismo por la carencia de políticas de fiscalización y por la falta de aplicación del principio precautorio y mayormente el éxito de Yacimientos no convencionales en Estados Unidos, estuvo impulsado principalmente por: los derechos de propiedad, en relación a los recursos hallados en el subsuelo, en la cual el propietario del suelo también lo será de la riqueza subterránea, caso que a la realidad Colombiana no puede ejercerse, por otra parte los contratos de arrendamiento entre el dueño de los recursos y la empresa que operara las actividades de desarrollo, deben garantizar el cumplimiento entre ambas partes y debe ser culminados en los plazos establecidos, la descentralización de los Estados permite el desarrollo de las regulaciones.

la descentralización dan paso al planteamiento de regulaciones ambientales y sectoriales específicas, sin limitar el desarrollo de la actividad hidrocarburífera en el país ya que solo son aplicables a la jurisdicción del Estado que las sanciona, los altos precios del gas natural en su época de auge dio inicio al desarrollo, aunque en la actualidad su rentabilidad depende del contenido de

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

líquidos asociados, también el éxito se debió a la infraestructura en los gasoductos y su acceso abierto, los incentivos fiscales para temas de perforación, y por último el impulso de los Estados hacia las prácticas de investigación y desarrollo, y el intercambio de información entre los productores.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Referencias Bibliográficas

Acacio, J., & Wyczykier, G. (2020). Expectativas públicas y conflictos sociales en torno a los hidrocarburos no convencionales en Argentina: algunos apuntes sobre Vaca Muerta. En *Izquierdas* (Vol. 49, pp. 0-0). <https://doi.org/10.4067/s0718-50492020000100226>

Acuerdo 02 de 2017, Min Energía 130 (2018), Ministerio de Minas y energía.
<https://www.anh.gov.co/Documents/ACUERDO%2002%20DE%202017.pdf>

Acuerdo No. 2, § Glosario de Términos, Unidades y Equivalencias (2016).
<https://www.anh.gov.co/Asignacion-de-areas/Asignacion%20de%20areas/Anexo%201%20-%20Glosario%20de%20T%C3%A9rminos%20Unidades%20y%20Equivalencias.pdf>

Acuerdo No. 3, (2014). <https://www.anh.gov.co/la-anh/sobre-la-anh/normatividad/Normatividad/ACUERDO%20No.%2003%20DE%2026%20DE%20MARZO%20DE%202014.pdf>

Administración de Información Energética de EE.UU. (2018). U.S. crude oil production efficiency continues to improve.
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=36012&src=email>

AIE. (2012). *Agencia Internacional de la Energía*. <https://www.preciopetroleo.net/aie-agencia-internacional-de-la-energia-2014.html>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (2015). EPA's Study of Hydraulic Fracturing and Its Potential Impact on Drinking Water Resources.

<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015->

[03/documents/fracfocust_data_management_report_final_032015_508.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-03/documents/fracfocust_data_management_report_final_032015_508.pdf)

Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (s.f). Proyectos de gestión del Conocimiento:

Yacimientos no convencionales. Agencia Nacional de Hidrocarburos.

[https://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/Estrategia-](https://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/Estrategia-Ambiental/Proyectos/Yacimientos-no-convencionales/Paginas/default.aspx)

[Ambiental/Proyectos/Yacimientos-no-convencionales/Paginas/default.aspx](https://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/Estrategia-Ambiental/Proyectos/Yacimientos-no-convencionales/Paginas/default.aspx)

Anadón, E., & Masarik, G. (2013). *El abecé de los Hidrocarburos en Reservorios No*

Convencionales. [https://www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros-de-interes-](https://www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros-de-interes-general/el-abece-de-los-hidrocarburos-en-reservorios-no-convencionales)

[general/el-abece-de-los-hidrocarburos-en-reservorios-no-convencionales](https://www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros-de-interes-general/el-abece-de-los-hidrocarburos-en-reservorios-no-convencionales)

ANLA. (2014). *Términos de Referencia - EIA – proyectos de perforación exploratoria de*

hidrocarburos. MinAmbiente.

[https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/TdR%20exploracio](https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/TdR%20exploracion%20HC%20VF%20Para%20adopci%C3%B3n%20sin%20CC.pdf)

[n%20HC%20VF%20Para%20adopci%C3%B3n%20sin%20CC.pdf](https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/TdR%20exploracion%20HC%20VF%20Para%20adopci%C3%B3n%20sin%20CC.pdf)

Arévalo Ballen, O. E., & Suarez Acevedo, P. X. (2014). *Evaluación del impacto ambiental por*

fracturamiento hidráulico en Colombia (K. M. Daza Brochero (ed.)). Universidad

Industrial de Santander.

Arroyo, A., & Perdriel, A. (2015). Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo

sostenible de América Latina y el Caribe Experiencias generales y tendencias en la

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Argentina, el Brasil, Colombia y México.

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/37629/S1421128_es.pdf

Barreiro, E., & Masarik, G. (2017). Los reservorios no convencionales, un «fenómeno global».

Petrotecnia, 1. http://www.academia.edu/19636238/Yac._no_convencionales

Barrera, J. H. (2014). *Los gases no convencionales en la oferta de gas natural en Argentina*.

UNLa.

http://www.unla.edu.ar/documentos/maestrias/gestion_energia/GNC_divulgacion.pdf

Barreto, N. (2016). PANORAMA ACTUAL DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS PROCESOS E IMPACTOS AMBIENTALES RECOPIADOS DE ALGUNAS EXPERIENCIAS EN ESTADOS UNIDOS Y ARGENTINA. <http://docplayer.es/46948270-Nicolas-barreto-torres.html>

Bandz, K. (2020). What Are the Trends in Rig Activity in the Eagle Ford?

<https://marketrealist.com/2018/01/trends-rig-activity-eagle-ford/>

Bertinat, P., D'Elia, E., Ochandio, R., Svampa, M., Viale, E., & (Argentina), O. P. S. (2014). *20 mitos y realidades del fracking*.

https://books.google.com/books/about/20_mitos_y_realidades_del_fracking.html?hl=&id=ALs06yweyh4C

Bindon, M., & Espósito, D. (2017). LOS RECURSOS NO CONVENCIONALES EN ARGENTINA: LINEAMIENTOS PARA SU DESARROLLO SUSTENTABLE TOMANDO EN CONSIDERACIÓN EL CASO NORTEAMERICANO.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

https://repositorio.utdt.edu/bitstream/handle/utdt/11135/MBA_2017_Bindon.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bockstette, V., & Stamp, M. (2011, abril 1). *Creating Shared Value: A How-to Guide for the New Corporate (R)evolution*. <https://www.fsg.org/publications/creating-shared-value-how-guide-new-corporate-revolution>

Brady, W., & Crannell, J. (2012). Hydraulic Fracturing Regulation in the United States: The Laissez-Faire Approach of the Federal Government and Varying State Regulations. *Vermont Journal of Environmental Law*, 14(1), 39.
<https://doi.org/10.2307/vermjenvilaw.14.1.39>

Butler, F. O. (1981). La Constitución canadiense de 1980. En *Revista de Derecho Político* (Número 8). <https://doi.org/10.5944/rdp.8.1981.8060>

Canadian Environmental Protection Act, § CEPA Annual Report (1999).
https://books.google.com/books/about/Canadian_Environmental_Protection_Act_19.html?hl=&id=-Z1RAQAAMAAJ

Cano, J. E. S. (2014). LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA DEL SIGLO XXI: FRACTURACIÓN HIDRÁULICA VERSUS ENERGÍA RENOVABLE. *Perfiles de las Ciencias Sociales*, 2(3). <https://revistas.ujat.mx/index.php/perfiles/article/view/787>

Carbonell, E. M. (2012). Marco jurídico de la extracción de hidrocarburos mediante fractura hidráulica (Fracking). *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 3(2).
<https://raco.cat/index.php/rcda/article/view/318485>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Castellón, A. P., Puentes Riaño, A., Rodríguez, H., Herrera SantoyO, H., & AIDA. (2016).

Principio de precaución: herramienta jurídica ante los impactos del fracking (C.

Wondratschke (ed.)). Greenprint.

Congressional Research Service. (2015). Hydraulic Fracturing and Safe Drinking Water Act Regulatory Issues. En *Student's Guide to Congress*.

<https://doi.org/10.4135/9781452240190.n48>

Constitucion, C. (1991). *Constitucion politica de Colombia*.

https://books.google.com/books/about/Constitucion_politica_de_Colombia.html?hl=&id=

Conoco Phillips. (2018). VMM-3, Preguntas Frecuentes sobre el Bloque VMM-3.

<https://www.conocophillips.com.co/es/nuestras-operaciones/vmm-3/>

Comisión interdisciplinaria independiente. (2019, abril). NFORME SOBRE EFECTOS

AMBIENTALES (BIÓTICOS, FÍSICOS Y SOCIALES) Y ECONÓMICOS DE LA
EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS EN ÁREAS CON POSIBLE DESPLIEGUE
DE TÉCNICAS DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO DE ROCA GENERADORA
MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL COMISIÓN INTERDISCIPLINARIA
INDEPENDIENTE.

<https://observatorioambiental.contraloria.gov.co/InformesRelacionados/Informe-final%20fracking%20comite%20expertos.pdf> YcmbMwEACAAJ

Contraloría General de La República. (2016). Informe sobre el estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2015–2016.

<https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/461292/Informe+sobre+el+Estado+de+>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

los+Recursos+Naturales+y+del+Ambiente+2015+-+2016/b89427cb-857e-407c-9ef3-1aac6aaf3708?version=1.0

DANE. (4 febrero de 2020). *Boletín Técnico Exportaciones (EXPO)* (Diciembre 2019).

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_dic19.pdf

Decreto 790/99. Reglamento del Código de Aguas de La Provincia del Neuquén (Marzo 1999).

https://www.ecofield.net/Legales/Neuquen/dec790-99_NEU.htm

Decreto 1483, 8 (2012). http://200.70.33.130/images2/Biblioteca/D_1483_2012.PDF

Decreto 3004. (2013, Diciembre).

<https://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1507113>

Decreto 272, Comisión de Planificación y Coordinación Estratégica del Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas. (2015, Diciembre).

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-272-2015-257478/texto>

De energía y servicios públicos, M. (2018). *Control de los recursos Hídricos*. Neuquén .

<https://www.energianeuquen.gob.ar/evento/7.pdf>

Directiva 2001/42/CE, Pub. L. No. Lex 271, 260 135 24 (2001).

https://unece.org/fileadmin//DAM/env/eia/documents/EC_SEA_Directive/ec_0142_sea_directive_es.pdf

Directiva 2011/92/UE, 1 21 (2011). <https://www.boe.es/doue/2012/026/L00001-00021.pdf>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

- Di Sbroiavacca, N. (2013). SHALE OIL Y SHALE GAS EN ARGENTINA. ESTADO DE SITUACIÓN Y PROSPECTIVA. *Cuadernos de Investigación. Serie Economía*, 0(5), 142-168. <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/cuadernos/article/view/1090>
- Durham, N. C. (2015). *How Much Water Does U.S. Fracking Really Use?* <https://nicholas.duke.edu/>. <https://nicholas.duke.edu/news/how-much-water-does-us-fracking-really-use-2>
- Durham, N. C. (2017, junio 15). *Please Tell the People: Global Heat Wave Continues in 2017; Methane from Fracking is Major Cause*. The Greensboro Times. <https://www.ncwarn.org/2017/06/tell-the-people-global-heat-wave-continues-in-2017-methane-from-fracking-is-major-cause/>
- Epa, U. S. (2013, marzo 11). *Questions and Answers about EPA's Hydraulic Fracturing Drinking Water Assessment*. <https://www.epa.gov/hfstudy/questions-and-answers-about-epas-hydraulic-fracturing-drinking-water-assessment>
- Espinosa, G., Gallego, J. S., Torres, L. F., & Romero, F. (2020, abril). *Balance Petrolero, Cierre de 2019 e Incertidumbre 2020, la nueva coyuntura de precios y los desafíos del COVID-19*. <https://campetrol.org/>. <https://campetrol.org/wp-content/uploads/2020/04/BALANCE-PETROLERO-2019-Afiliados-final.pdf>
- Estrada, J. H. (2013). *Desarrollo del gas lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético: reflexiones para Centroamérica*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27184>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Fracking Regulations by State-ALS. (2016). *ALS provides environmental testing specific to oil and gas production activities and midstream pipeline construction.*

<http://www.alsglobal.com/en/Our-Services/Life-Sciences/Environmental/Capabilities/North-America-Capabilities/USA/Oil-and-Gasoline-Testing/Oil-and-Gas-Production-and-Midstream-Support/fracking-Regulations-by-State>

Freier, A., & Schaj, G. (2016). La fractura hidráulica en Argentina: los cambios en el concepto de territorialidad y la emergencia de nuevos regímenes de soberanía. *Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública*, XIV(25), 59-81.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96049292004>

Fontenelle, L., Weston, M., Lord, P., & Haggstrom, J. (2013, junio). Recycling Water: Case Studies in Designing Fracturing Fluids Using Flowback, Produced, and Nontraditional Water Sources. <https://doi.org/10.2118/165641-MS>

García, F., & Garcés, P. (2012). *Panorama general de los hidrocarburos no convencionales*. OLADE. <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0275.pdf>

Gómez, D., Sanz, J., & Portero, J. (2013). Hidrocarburos no convencionales en EEUU y sus implicaciones. *Energética XXI*, 113. <http://www.energyoutofthebox.com/hidrocarburos-no-convencionales-en-eeuu-y-sus-implicaciones/>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Gómez, C. (2016). ALTERNATIVAS PARA LA MINIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA EN LAS OPERACIONES DE FRACTURAMIENTO HIDRAULICO EN LA EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/639/1/5101422-2016-2-GA.pdf>

Gutiérrez, T. F. C. (2008). Yacimientos no convencionales de gas natural. *Energy*, 41, 61-72.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/22674>

Hernández Amado, M. Y. (2019). *Modelo Estratégico Para La Creación De Valor Compartido Entre Las Empresas Del Sector De Hidrocarburos, El Entorno Y Las Comunidades En Colombia* [MSc]. Escuela De Ingeniería De Petróleos.

Hernández, J. (2011). ARMONIZACIÓN MINERO - AMBIENTAL: EL CASO CANADIENSE. <https://www.ueexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/01/armonizacionMineroAmbiental.pdf>

Hollanda, L., Castello Branco, R., Lins, C., & Morais, R. (2016). *The Geopolitics of Oil and Gas: The Rol of Latin America* (R. Castello Branco & C. Lins (eds.)). FGV, EKLA, ATAVENTO, KAS. https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=dec202ba-72f8-4793-2bc7-f65236b972fd&groupId=252038

Howlett, M., & Brownsey, K. (2011). Canada's Resource Economy in Transition: The Past, Present, and Future of Canadian Staples Industries, edited by Michael Howlett and Keith Brownsey. *Journal of regional science*, 51(1), 227-229.
https://www.researchgate.net/publication/227375927_Canada%27s_Resource_Economy_

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

in_Transition_The_Past_Present_and_Future_of_Canadian_Staples_Industries_edited_by
_Michael_Howlett_and_Keith_Brownsey

Kiparsky, M., & Foley, J. (2013). Regulation of Hydraulic Fracturing in California: a
Wastewater and Water Quality Perspective. *Berkeley law*.

https://www.law.berkeley.edu/files/ccelp/Wheeler_HydraulicFracturing_April2013.p

Kondash, A. J., Albright, E., & Vengosh, A. (2017). Quantity of flowback and produced waters
from unconventional oil and gas exploration. *The Science of the Total Environment*, 574,
314-321. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.069>

Kondash, A. J., Lauer, N. E., & Vengosh, A. (2018). The intensification of the water footprint of
hydraulic fracturing. *Science Advances*, 4(8), eaar5982.

Kaufmann, A., Fustier, M., & Drevet, A. (1973). *La inventiva*. Bilbao: Deusto.

[https://books.google.com.co/books?id=dLUxywEACAAJ&dq=La+Inv%C3%A9ntica+.+Nuevos+M%C3%A9todos+para+estimular+la+Creatividad+\(1973\)&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwifs7e4xrPyAhURSTABHU6aDcs4FBDoATACegQIChAB](https://books.google.com.co/books?id=dLUxywEACAAJ&dq=La+Inv%C3%A9ntica+.+Nuevos+M%C3%A9todos+para+estimular+la+Creatividad+(1973)&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwifs7e4xrPyAhURSTABHU6aDcs4FBDoATACegQIChAB)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aar5982>

La República. (2021, 2 junio). A Colombia le quedan reservas de petróleo para 6,3 años y de gas
para otros 7,7. <https://www.larepublica.co/economia/a-colombia-le-quedan-reservas-de-petroleo-para-63-anos-y-de-gas-para-otros-77-3179277>.

Ley 23, 3 (1973). <https://www.lexbase.co/lexdocs/indice/1973/10023de1973>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Ley 99, 100 (1993).

<https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-99-1993>

Ley provincial 1875, 13 (2014). <http://c1460423.ferozo.com/ma/wp->

Ley 27.007 (2014, octubre). El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina.

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000->

[239999/237401/norma.htmcontent/uploads/2019/02/TO_1875.pdf](http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/237401/norma.htmcontent/uploads/2019/02/TO_1875.pdf)

López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. (2012). La economía petrolera en Colombia

(Parte I) Marco legal - contractual y principales eslabones de la cadena de producción

(1920–2010). <https://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra692.pdf>

Martínez, F., Perilla, C., & Urquijo, J. (2019). Fracking: viabilidad económica y ambiental en Colombia.

<http://www.fce.unal.edu.co/media/files/CentroEditorial/documentos/econografos/EE/econografos-EE-133.pdf>

MinAmbiente. (s. f.). *Posición de Minambiente sobre Yacimientos No Convencionales*.

MinAmbiente. Recuperado 23 de julio de 2021, de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3161-posicion-de-minambiente-sobre-yacimientos-no-convencionales>

MinEnergía. (s. f.). *Entidades del Gobierno - Hidrocarburos*. EITI Colombia. Recuperado 23 de

julio de 2021, de <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2077/entidades-gobierno/hidrocarburos/>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias

Ambientales. (2014). términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental. Proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/TdR%20exploracion%20HC%20VF%20Para%20adopci%C3%B3n%20sin%20CC.pdf

Montgomery, C., & Smith, M. (s. f.). Hydraulic Fracturing: History of an Enduring Technology.

Journal of Petroleum Technology, 62(12), 26-40. <https://doi.org/10.2118/1210-0026-jpt>

Mora Contreras, J. (2010). El derecho minero en los Estados Unidos. *Observatorio Petrolero*.

<http://observatoriopetrolero.blogspot.com.co/2010/02/la-propiedad-de-las-minas-en-los.html>

Mora Contreras, J. (2014). Contratos de exploración y producción de petróleo: los contratos de

arrendamiento de petróleo y gas. *Encyclopedie De L'energie*, 1. http://encyclopedie-energie.org/sites/default/files/fichiers_joints/articles/art012_Mora-Contreras-jesus_Contratos-exploracion-produccion-petroleo_0.pdf

Natural Resources Canada. (2015, julio 15). *Regulation of Shale and Tight Resources*.

<https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/energy-sources-distribution/clean-fossil-fuels/natural-gas/shale-tight-resources-canada/regulation-shale-and-tight-resources/17680>

Observatorio Petrolero Sur (2012). YPF S.A. bajo el paradigma shale for export.

<http://www.opsur.org.ar/blog/2012/11/04/ypf-s-a-bajo-el-paradigma-shale-for-export/>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Pinto-Valderrama, J., Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia, Idrovo, A.

J., Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, & Colombia. (2019). Fracking, yacimientos en roca generadora y salud humana: entre la incertidumbre y la precaución. En *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud* (Vol. 51, Número 2, pp. 100-103). <https://doi.org/10.18273/revsal.v51n2-2019001>

P.-Stinco, L. (2001). *Introducción a la caracterización de reservorios de hidrocarburos : empleo de técnicas de subsuelo en la evaluación de formaciones*. Asociación Geológica Argentina. <https://www.amazon.com/Introducci%C3%B3n-caracterizaci%C3%B3n-reservorios-hidrocarburos-formaciones/dp/B00TG4ZBZA>

Raskovsky & Asociados. (2014, octubre 20). *Vaca Muerta, el Fracking y su regulación*. raskovskyasociados. <https://raskovskyasociados.com.ar/index.php/2014/10/20/vaca-muerta-el-fracking-y-su-regulacion/>

Recomendaciones de la Comisión UE, 72 39 7 (2014). <https://web.ua.es/es/fracking/documentos/normativa-y-documentos-ue/recomendacion-ue.pdf>

Resolución 105, 752.200 80 (1992). <https://paperpile.com/app/p/31384251-2b8f-075d-ba98-a4b5bd032666>

Resolución 421 (2014). https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2014/resolucion_421_marzo_2014.pdf

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

<http://legal.legis.com.co/document.legis/resolucion-421-de-marzo-20-de->

2014?contexto=legcol_0338290432a6014ce0530a010151014c&documento=legcol&vista=STD-PC

Resolución 909 (2008)

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcd f0d-f1ee-4871-91b9-18eac559dbd9>

Resolución 181495. (2009, Septiembre) Ministerio de Minas y Energía

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/22162-5272.pdf>

Resolución 180742. (2012, diciembre). Ministerio de Minas y Energía.

https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_180742_de_2012_ministerio_de_min as_y_energia.aspx#/

Ríonegro (24 de septiembre de 2013). Vaca Muerta: YPF y Dow acuerdan explotar shale gas en

El Orejano. <http://www.rionegro.com.ar/diario/vaca-muerta-ypf-ydow-acuerdan-explotar-shale-gas-en-el-orejano-1259846-9701-nota.aspx>

Salcedo, I. J. (2016). Impactos ambientales del fracking analizado desde la experiencia

internacional de Estados Unidos. Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14339/1/Impactos%20ambientales%20del%20fracking%20analizado%20desde%20la%20experiencia%20internacional%20de%20Estados%20Unidos.pdf>

ANÁLISIS SECTORIAL DE LOS YACIMIENTOS DE ROCA GENERADORA

Sector Administrativo de Minas y Energía. (2015, mayo). Decreto 1073 de 2015.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77887>

Schlumberger. (2021). *Oilfield Glossary en Español*. Oilfield Glossary.

<https://glossary.oilfield.slb.com/es/>

Valdes, C. (2011). *El fracking: Impactos ambientales y socioeconómicos*. University Of

Manchester. <https://paperpile.com/app/p/810e216f-51b5-0fe5-88e4-d28de43e810b>

Wang, Z., & Krupnick, A. (2013). *US shale gas development: what led to the boom?*

<http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-IB-13-04.pdf>

Wyczykier, G.; Acacio, J.(2021).Sobre promesas, esperanzas públicas y resistencias sociales

en las tierras del fracking: Vaca Muerta en cuestión. e-l@tina, 19 (74), 74-99. En

Memoria Académica:

http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.12362/pr.12362.pdf

Yeatts, G. (2010). *Subsoil oil and gas privatization: private wealth for the Common Good*

(*Message for Latin America*). [https://www.masterresource.org/energy-poverty/subsoil-](https://www.masterresource.org/energy-poverty/subsoil-oil-and-gas-privatization-private-wealth-for-the-common-good-message-for-latin-american/)

[oil-and-gas-privatization-private-wealth-for-the-common-good-message-for-latin-](https://www.masterresource.org/energy-poverty/subsoil-oil-and-gas-privatization-private-wealth-for-the-common-good-message-for-latin-american/)

[american/](https://www.masterresource.org/energy-poverty/subsoil-oil-and-gas-privatization-private-wealth-for-the-common-good-message-for-latin-american/)

YPF. (2020). *¿Qué es Vaca Muerta?* YPF.

<https://www.ypf.com/desafiovacamuerta/Paginas/index.html>