

**MITIGACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE LOS POSIBLES DAÑOS  
AMBIENTALES OCASIONADOS POR LAS PRÁCTICAS DEL FRACKING O  
FRACCIDENTES EN COLOMBIA**

**DIANA EMPERATRIZ RAMÍREZ LASPRILLA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

**MITIGACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE LOS POSIBLES DAÑOS  
AMBIENTALES OCASIONADOS POR LAS PRÁCTICAS DEL FRACKING O  
FRACCIDENTES EN COLOMBIA**

**DIANA EMPERATRIZ RAMÍREZ LASPRILLA**

**Monografía para optar por el título de Especialista en  
Gestión Ambiental**

**Orientador  
JIMMY EDGARD ALVAREZ DIAZ  
Biólogo**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., Octubre 7 de 2016

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Francisco Archer Narváez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

## DEDICATORIA

A Dios, a mi familia especialmente a mis padres y la nación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco este trabajo en primer lugar a Dios, porque sin él no hubiera sido posible llevar lo a cabo con satisfacción. Seguidamente a mis padres, gracias por su apoyo incondicional y a mis maestros por transmitirme sus conocimientos y experiencias, en especial al profesor Jimmy Álvarez por su acompañamiento y asesoría.

## CONTENIDO

	pág.
OBJETIVOS	17
1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	18
2. COMPILACIÓN DE LOS FRACCIDENTES REPORTADOS PARA ESTADOS UNIDOS.	24
2.1 ANTECEDENTES	24
2.2 RECOPIACIÓN DE LOS FRACCIDENTES PRESENTADOS POR LA EARTHJUSTICE	24
2.2.1 Metodología para analizar los fraccidentes	28
3. ANALISIS DE LOS FRACCIDENTES REPORTADOS PARA ESTADOS UNIDOS.	39
3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FRACCIDENTES	39
3.2 RELACIÓN DE IMPACTOS CON IMPORTANCIA ALTA	44
3.2.1 Impactos sobre el suelo	44
3.2.2 Impactos sobre el agua	45
3.2.3 Impactos sobre el aire	47
3.2.4 Impactos sobre la salud ocupacional	49
4. GESTIÓN DEL RIESGO EN COLOMBIA FRENTE A LOS FRACCIDENTES	52
4.1 NORMATIVIDAD EN COLOMBIA FRENTE AL DESARROLLO DEL FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO.	52
4.2 GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	52
4.3 GESTIÓN DEL RECURSO AIRE	56
4.4 GESTIÓN DEL RIESGO LABORAL	59
5. CONCLUSIONES	61
6. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	68

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Ejemplo de los fraccidentes tabulados	27
Cuadro 2 Mediciones cualitativas del impacto.	28
Cuadro 3 Magnitud de afectación de los elementos en riesgo pertenecientes al ambiente.	31
Cuadro 4 Escala de probabilidad.	34
Cuadro 5 Matriz de interacción entre las consecuencias y la posibilidad de ocurrencia.	35
Cuadro 6 Escenarios y nivel de riesgos naturales.	35
Cuadro 7 Nuevas categorías de reagrupación.	38
Cuadro 8 Gestión del recurso hídrico.	54
Cuadro 9 Gestión del recurso aire.	56

## LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1 Mapa de los Fraccidentes en EEUU por la Earthjustice .	25
Imagen 2 Información de Oakland, CA como ejemplo de toma de datos.	26

## LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Gráfica 1 Número de casos por lugar	27
Gráfica 2 Casos reportados por año	39
Gráfica 3 Casos reportados por estado	41
Gráfica 4 Ocurrencia de casos por lugar	41
Gráfica 5 Primera categorización de los fraccidentes	42
Gráfica 6 Porcentaje de casos por categoría	43
Gráfica 7 Evaluación de los impactos por categorías	43

## RESUMEN

La presente monografía es una investigación documental de los accidentes ocurridos durante las prácticas de fracturamiento hidráulico (fracking) desarrolladas en Estados Unidos y recopilados por la organización Earthjustice, cuyas aplicaciones futuras para Colombia se consideran en torno a la gestión del riesgo ocasionado por las actividades del fracking. De esta forma, el objetivo general de esta monografía fue presentar la acción normativa del país frente a los riesgos ocasionados por las prácticas del fracking, en cuanto al control, prevención y gestión del riesgo de desastres y los posibles daños ambientales causados. Estas prácticas de fracking fueron identificadas a partir de la revisión de los fraccidentes ocurridos en Estados Unidos.

La Earthjustice es la principal organización legal en defensa del medio ambiente en Estados Unidos que ha recopilado 329 casos de accidentes relacionados con el fracking o fraccidentes hasta el presente, los cuales fueron analizados mediante el uso de una metodología de tipo cualitativa. Esta investigación presenta los resultados arrojados por la sistematización de la información recopilada de esta organización estadounidense, lo que permitió sugerir la gestión adecuada de los riesgos con mayor potencial de ocurrencia en Colombia, que se relacionan principalmente con el recurso hídrico, atmosférico y laboral.

**Palabras claves** Gestión del riesgo, fraccidente, fracking, legislación Colombiana.

## ABREVIATURAS

AR	Arkansas
CA	California
CCOO	Comisiones Obreras
CCAA	Comisiones Autonomas
CO	Colorado
COPs	Contaminantes orgánicos persistentes
EEUU	Estados Unidos de América
EIA	Estudio de impacto ambiental
EPA	Environmental Protection Agency, Agencia de Impacto Ambiental
GEI	Fuentes de emisiones contaminantes
LA	Luisiana
MI	Michigan
MS	Misisipi
MT	Montana
ND	Dakota del Norte
NJ	Nueva Jersey
NM	Nuevo México
NY	Estado de Nueva York
OH	Ohio
OK	Oklahoma
PA	Pennsylvania
TX	Texas
UPC	Universidad Pedagógica de Colombia
UT	Utah
VA	Virginia
WA	Estado de Washington
WI	Wisconsin
WV	Virginia Occidental
WY	Wyoming
YNC	Yacimientos no convencionales

## GLOSARIO

**ANÁLISIS DE PUESTO:** recolección, evaluación y organización de información referente a puestos de trabajo.

**EARTHJUSTICE:** es la principal organización legal en defensa del medio ambiente en Estados Unidos.

**EIA:** Estudio de Impacto Ambiental, es la evaluación que se realiza a un proyecto específico con el objetivo de valorar el posible impacto al medio ambiente que este puede llegar a tener.

**FRACCIDENTE:** [Frac=fracking+ accidentes] Accidentes presentados durante y después de las operaciones del fracturamiento hidráulico.

**FRACKING:** también conocido como fracturamiento hidráulico, técnica de estimulación que consiste en inyectar un fluido bajo presión con el fin de aumentar la recuperación de hidrocarburos.

**MIGRACIÓN DE FLUIDOS:** proceso por el cual un fluido se mueve a causa de sus propiedades físicas. Se presenta en las capas internas de la tierra (movimiento hacia la superficie) o de forma superficial (desde la superficie a las capas de la tierra). La migración de fluidos se presenta en fugas, filtraciones, incendios, reventones, explosiones, derrames, vertimientos.

**PRACTICAS DEL FRACKING:** son todas las actividades pre, durante y posteriores al fracturamiento hidráulico.

**RIESGO:** es toda aquella circunstancia o factor que conlleva a un posible daño para el ambiente.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación identifica los riesgos ambientales asociados a las operaciones en yacimientos no convencionales, mediante la recopilación de información proveniente de los accidentes ocurridos por las prácticas del fracking en Estados Unidos, conocidos mejor como “fraccidentes”<sup>1</sup>. La información sobre los fraccidentes que se ha presentado en los Estados Unidos de América, resultará clave en la identificación de los posibles riesgos ambientales que puedan ocurrir en Colombia, una vez se otorguen los permisos de explotación de yacimientos no convencionales.

Aparte de identificar los riesgos ambientales asociados al fracking, se plantea enfocar la discusión hacia las temáticas de prevención y precaución de riesgos, siguiendo dos caminos. El primero de la mitigación, en el que se describe la normativa existente relativa al control para la prevención de daños ambientales y el segundo desde la relación entre los posibles fraccidentes que eventualmente puedan presentarse en Colombia y la gestión del riesgo de desastres que se adoptó en Colombia por la Ley 1523 de 2012. Ambos caminos tienen como premisa principal el cumplimiento estricto de la normativa ambiental en relación con la prevención y precaución para la conservación del ambiente, con miras hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo con la competitividad de esta actividad productiva y el bienestar de la nación.

La economía de Colombia depende de la producción y los precios internacionales del petróleo, así que una consecuencia de la actual coyuntura ha sido que muchos proyectos de exploración de nuevas reservas se hayan paralizado. Mientras que la economía del país se estabilice por otros mecanismos diferentes al rublo del petróleo, se deben plantear otras formas económicas para aumentar las reservas de hidrocarburos del país, por lo que El presidente de la Asociación Colombiana del Petróleo (ACP), Francisco José Lloreda<sup>2</sup>, asegura que “es importante para el país superar los mitos y las falacias que existen con los yacimientos no convencionales y entender no solo en qué consisten, sino su importancia para el incremento de las reservas del país, cuya caída para el 2015 se da por descontada tras los reportes realizados por Ecopetrol y por Pacific Exploration and Production (E&P)”. Como dice el presidente de la ACP ya está planteado la

---

<sup>1</sup> EARTH JUSTICE. Fracking across The United States [en línea]. Estados Unidos. [citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible <<http://earthjustice.org/features/campaigns/fracking-across-the-united-states#>>

<sup>2</sup> AHUMADA ROJAS, ÓMAR G. Con menos interés de firmas, 'fracking' busca recuperar terreno: Compañía casi se va de Colombia. Petroleros dicen que debe permitirse validar el nivel de recursos. En: El Tiempo [en línea]. 17 de abr., 2016. [citado en 25 de mayo de 2016]. Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/economia/sectores/fracking-en-colombia-busca-levantar-vuelo/16566106> >

necesidad que Colombia implemente el fracking para aumentar las reservas del país.

El país desde el 2014 está preparado normativamente para la operación en yacimientos no convencionales ya que el Ministerio de Minas y Energía<sup>3</sup> promulgó la resolución 90341 del 2014, por la cual “se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”. En vista de los serios problemas asociados con las operaciones del fracking en Estados Unidos, este trabajo se plantea revisar la viabilidad del fracking en Colombia desde la sostenibilidad ambiental.

Como lo indica la publicación en el periódico El País<sup>4</sup>, del 14 de octubre de 2014, en un artículo llamado: “Colombia podría triplicar sus reservas de petróleo y gas con fracking: ACP” efectivamente el país cuenta con ese potencial. Sin embargo, surgen varios cuestionamientos en cómo desarrollar esta técnica de la mejor manera posible con el fin de contrarrestar, minimizar y en lo posible eliminar las consecuencias negativas que ocasione el mismo.

---

<sup>3</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90341 del 2014 (27 de Marzo de 2014). Por el cual “Se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”. Bogotá D.C. Diario Oficial 49.106, 2014.

<sup>4</sup> EL PAÍS. Colombia podría triplicar sus reservas de petróleo y gas con fracking: ACP En: El País [en línea]. (14 de oct., 2014). [Citado en 14 de mayo de 2016] Disponible en: <<http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/colombia-podria-triplicar-sus-reservas-petroleo-y-gas-con-fracking-acp>>

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Presentar la acción normativa del país, en cuanto al control, prevención y gestión del riesgo de desastres, frente a los posibles daños ambientales causados por las prácticas del fracking identificadas a partir de la revisión de los fraccidentes ocurridos en Estados Unidos y recopilados por la organización Earthjustice.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir los accidentes ocurridos por las prácticas del fracking o “fraccidentes” en Estados Unidos recopilados por la organización Earthjustice, mediante la clasificación de los descriptores de cada fraccidente.
- Relacionar los fraccidentes descritos con los daños ambientales causados en los componentes socio económico (laboral, sanitario y epidemiológico), biótico (flora y fauna) y abióticos (agua superficial y subterránea, aire, suelo y geología).
- Examinar la normatividad para el control y prevención de los daños ambientales (mitigación) causados por las prácticas del fracking.
- Contrastar los fraccidentes que eventualmente puedan presentarse en Colombia con la gestión del riesgo de desastres.

## 1.MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En la cartilla de la Asociación Colombiana del Petróleo<sup>5</sup> se dice que los hidrocarburos de yacimientos convencionales y los no convencionales son iguales, la diferencia entre ambos tipos de yacimientos radica en las características de permeabilidad y porosidad. Lo que hace que la extracción de los YNC sea más tediosa permeabilidad alta y porosidad baja, debido a que los hidrocarburos se encuentran en la roca generadora, en condiciones geológicas poco permeables haciendo lenta la obtención del fluido. A consecuencia de este hecho, se emplea la técnica de estimulación hidráulica, también conocida como fracking, que bajo la definición de la EPA<sup>6</sup> es la inyección de fluido bajo presión con el fin de facilitar la producción de hidrocarburos.

Los tipos de yacimientos no convencionales de gas son tres: “gas from reservoirs (sands) tight (tight gas sands), gas from argillaceous rocks or shale gas and coal gas (coal bed methane).”<sup>7</sup> De acuerdo con Winter<sup>8</sup>, durante el fracturamiento hidráulico se inyecta a una alta presión una mezcla de agua, arena y químicos (tóxicos, reactivos, cancerígenos, sospechosos, muta génicos entre otros), creando fracturas que favorecen el flujo de los fluidos. De igual manera Szymczak<sup>9</sup> considera que el fracturamiento hidráulico ha demostrado mejorar la eficiencia y la economía de la recuperación de petróleo y gas natural de las formaciones de esquisto.

De acuerdo con la Universidad Pedagógica un “riesgo ambiental” es toda aquella circunstancia o factor que conlleva la posibilidad de un daño para el ambiente.

---

<sup>5</sup> ASOCIACION COLOMBIANA DE PETROLEO. Los yacimientos no convencionales y su importancia para Colombia [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <<https://www.acp.com.co/images/pdf/petroleoygas/yacimientosnoconvencionales/Cartilla%20YNCv3>>

<sup>6</sup> EPA. The Process of Hydraulic Fracturing. [En línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: < <https://www.epa.gov/hydraulicfracturing/process-hydraulic-fracturing>>

<sup>7</sup> AVRAM, Lazăr; STOICA, Monica Emanuela; CRISTESCU, Tudora. ECOLOGICAL ASPECTS ON EXPLORATION AND EXPLOITATION OF SHALE GAS. Revista Minelor/Mining Revue, 2014, vol. 20, no 4.

<sup>8</sup> WINTER, Mary. Drilling down on shale gas. En: EBSCO HOST. [Sitio web]. State Legislatures;Jul/Aug2013, Vol. 39 Issue 7, p8 [Citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: < <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=19247540-d67e-4cd9-926c-2b0dc49ba48b%40sessionmgr106&vid=6&hid=116>>

<sup>9</sup> SZYM CZAK, Stephen, et al. Minimizing Environmental and Economic Risks with a Proppant-Sized Solid-Scale-Inhibitor Additive in the Bakken Formation.SPE Production & Operations, 2013, vol. 29, no 01.

Usualmente la palabra riesgo siempre ha estado asociada a peligro, ya sea propiedad, condición o circunstancia en que un elemento, producto, sustancia, instalación o proceso pueda ocasionar un daño directo a la cantidad de un recurso natural, ecosistema y paisaje, o un daño indirecto al ser humano o los bienes materiales como consecuencia de los anteriores”<sup>10</sup>.

Existen metodologías para identificar y evaluar un determinado riesgo, para ello la UPC también argumenta que es necesario conocer:

- Las fuentes de riesgo presentes: son los antecedentes legales o jurídicos, informes, estudios, investigaciones, diagnósticos que se han dado o emitido para demostrar la presencia de un riesgo, en este caso referente a los YNC.
- Los identificadores de riesgo: indican cómo y dónde actúan las fuentes de riesgo en condiciones normales, en las operaciones de YNC.
- Los efectos o consecuencias del riesgo: Son los impactos negativos, daños o perjuicios que puede causar la no atención de un riesgo al hombre, medio natural, los recursos naturales o bienes de la nación.

En los YNC se deben abrir pozos por los que se inyecta agua, arena y aditivos químicos a presión en el terreno, con el fin de facilitar la salida del gas natural hacia el exterior. La mayor parte de los productos químicos inyectados se quedan en el terreno y otros se liberan a la atmósfera con la extracción del gas natural. Esto provoca una contaminación del subsuelo, de los acuíferos, de la atmósfera y en general del medio ambiente. La fracturación hidráulica consume unas enormes cantidades de agua que deben ser llevadas hasta la boca del pozo.

En los Estados Unidos se muestran numerosos accidentes que pueden dañar el medio ambiente y la salud humana. Entre un 1 y un 2 % de los permisos de perforación violan las obligaciones legales. Muchos de estos accidentes se deben a una manipulación incorrecta del equipo o a fugas de éste. Por otra parte la Asociación por el Medio Ambiente y contra el Cambio Climático<sup>11</sup>, ha documentado que cerca de los pozos de gas se ha registrado contaminación de

---

<sup>10</sup> UNIVERSIDAD PEDAGOGICA DE COLOMBIA. Guía Riesgos Ambientales [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <[http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA\\_RIESGOS\\_AMBIENTALES\\_UPN.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA_RIESGOS_AMBIENTALES_UPN.pdf)>

<sup>11</sup> ASOCIACIÓN POR EL MEDIO AMBIENTE Y CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. Que es el Fracking, Un Poquito de Historia y Situación actual [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: <[http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#\\_ftnref2](http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#_ftnref2)>

aguas subterráneas con metano, así como con cloruro de potasio lo que provoca la salinización del agua potable.

De acuerdo con lo reportado en la página web “Medio ambiente y Cambio Climático”<sup>12</sup>, las consecuencias del fracking al medio ambiente son:

- **Atmósfera:** las investigaciones de Anthony Ingraffea, ingeniero geólogo experto en fracking y profesor de la Universidad de Cornell (Nueva York) han demostrado que las emisiones de metano a la atmósfera cuando se realizan extracciones mediante fracking son entre un 40 y un 60% superiores a las de las explotaciones de hidrocarburos convencionales. La fracturación de pozos también emite dióxido de carbono a la atmósfera.
- **Clima:** no todos los científicos están de acuerdo en que los gases no convencionales (como el gas de esquisto y el metano procedente de yacimientos de carbón) reduzcan de manera significativa la totalidad de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a otros combustibles fósiles convencionales (por ejemplo, el carbón).
- **Energía:** la explotación del gas de esquisto y de metano procedente de yacimientos de carbón socava las iniciativas a favor del ahorro energético, la transición hacia energías renovables y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Agua:** la fractura hidráulica consiste en bombear bajo tierra grandes cantidades de agua dulce, son necesarios 19 millones de litros de agua para fracturar un solo pozo, de los cuales 280.000 litros son de productos químicos contaminantes, como ácido sulfúrico, antioxidantes, etanoles, etc. Por lo que gran parte de la cual resulta contaminada, irrecuperable, o ambas. Por ello conlleva un alto riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (incluida el agua potable) con las sustancias químicas y tóxicas, utilizadas en los fluidos de fracturación. Además, pueden aumentar en dichas aguas la concentración de metano y materiales peligrosos y radioactivos que se encuentran de forma natural en el subsuelo. Por otro lado, las operaciones de fractura hidráulica requieren grandes cantidades de agua dulce, por lo que este proceso creará importantes presiones sociales y ambientales al menos a nivel local y regional, y en particular en las regiones que sufren escasez de agua.
- **Suelo:** se pueden producir derrames, por fallas en las tuberías o errores humanos, de los fluidos de fractura concentrados durante su transporte y mezcla con agua; también se pueden dar desbordes o filtraciones debidas a una capacidad de almacenaje limitada, errores humanos, ingreso de agua de lluvia en las balsas o inundaciones, o por una construcción defectuosa de los pozos.

---

<sup>12</sup> ASOCIACIÓN POR EL MEDIO AMBIENTE Y CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. Que es el Fracking, Un Poquito de Historia y Situación actual [En línea]. [Citado en 11 de mayo de 2016] Disponible en:  
<[http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#\\_ftnref2](http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#_ftnref2)>

- Ruido: la explotación del gas de esquisto genera contaminación acústica procedente de los equipos y de los vehículos, la cual afecta a los residentes de la zona, al ganado y a la vida silvestre.
- Empleo: los expertos en la materia señalan que el empleo creado con el desarrollo de esta nueva técnica se perdería en el sector de las energías renovables, creando así empleos temporales (cuando el pozo está fracturado se abandona) y basados en una economía del petróleo y gas.

Los diferentes accidentes registrados, indican que no se ha realizado actividad alguna de mitigación, mientras que en operaciones de YNC en los EE.UU. las empresas operadoras se encargan de desmentir toda acusación al respecto. En los casos comprobados de contaminación a los acuíferos de las familias estadounidenses, han optado por adquirir el agua potable a través de carro tanques de cisterna, puesto que el recurso hídrico no queda apto ni para el riego de jardines.

Para minimizar riesgos como los anteriores, de acuerdo a DEC<sup>13</sup> se están llevando a cabo procedimientos de seguimiento y control al yacimiento. Es importante asegurar la integridad del pozo y el exhaustivo control del comportamiento de las zonas fracturadas. Por ejemplo, el control de la presión en el pozo es una importante medida de mitigación de la sismicidad inducida. De esta manera, la alimentación de las operaciones con los datos del monitoreo sísmico permitirá reducir las tasas y volúmenes de inyección, así como aumentar las tasas y volúmenes de retorno, reduciendo así las presiones y el riesgo de sufrir eventos sísmico mayores.

Por otro lado, ante esta situación Eco Planet<sup>14</sup> plantea que debería prohibirse las operaciones de YNC en diferentes partes del mundo, comenzando por algunos estados de los Estados Unidos. Y seguidos por países como: Francia, Bulgaria, Alemania, Reino Unido, República Sudafricana, República Checa, España, Suiza, Austria, Italia, Irlanda del Norte, República de Irlanda.

En Europa no existe una regulación específica sobre la técnica del fracking, pero países como Francia, Holanda, Luxemburgo o la República Checa lo han prohibido en su territorio. Otros países como Alemania donde inicialmente se concedieron licencias de explotación, han dado marcha atrás decretando una moratoria que finalmente ha terminado con la prohibición del fracking en zonas cercanas a acuíferos y pozos de agua y están obligando a las compañías

---

<sup>13</sup> DEC. Natural Gas Development Activities & High–Volume Hydraulic fracturing [en línea]. [citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: <[http://www.dec.ny.gov/docs/materials\\_minerals\\_pdf/rdsgeisch50911.pdf](http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/rdsgeisch50911.pdf) > p. 26

<sup>14</sup> ECO PORTAL.NET. Lista de países que prohibieron el 'fracking'. Antecedentes para la discusión [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <[http://www.ecoport.net/Eco-Noticias/Lista\\_de\\_paises\\_que\\_prohibieron\\_el\\_fracking\\_.Antecedentes\\_para\\_la\\_discusion](http://www.ecoport.net/Eco-Noticias/Lista_de_paises_que_prohibieron_el_fracking_.Antecedentes_para_la_discusion)>

explotadoras a realizar exhaustivos estudios de impacto ambiental antes de conceder un permiso más. Otro ejemplo europeo es Austria, donde se ha regulado el fracking con unas condiciones que garantizan un impacto ambiental muy limitado; esto ha hecho que no sea económicamente viable y las empresas no lo estén explotando. Mientras tanto, las protestas se han sucedido en lugares donde existían planes de perforación, como Zurawlow (Polonia), Balcombe y Barton Moss (Rusia) o Pungesti (Rumanía) con duras represiones policiales.

Un informe del Parlamento Europeo (elaborado por la comisión de Medio Ambiente, Salud Pública, y Seguridad Alimentaria) menciona además los riesgos de la contaminación de suelos y acuíferos, la emisión de contaminantes a la atmósfera, las fugas de líquidos de fracturación, la utilización de más de 600 productos químicos y el riesgo sísmico que se puede producir al realizar desplazamientos de materiales en el subsuelo. Igualmente, recomienda su regulación y que se hagan públicos los componentes que se emplean en los pozos de perforación, entre otras cosas.

Otro elemento importante en la regulación del fracking, es la revisión de la Directiva de Evaluación de Impacto ambiental. Mientras el Parlamento europeo logró en otoño de 2013 introducir unas enmiendas exigentes para obligar somete este procedimiento a todos los proyectos de fracking, el Consejo Europeo ha forzado la exclusión de las más importantes en otra vuelta de tuerca para debilitar la regulación. En España no hay ninguna normativa nacional que regule el fracking, y el Gobierno ha rechazado prohibirlo a nivel estatal, son las comunidades autónomas las que están publicando sus propias regulaciones. De acuerdo con Europa Press<sup>15</sup>, la ley Cantábrica contra el fracking fue la primera en aprobarse sobre este tema en el Estado. Tras Cantabria, otras comunidades como Navarra, La Rioja y Catalunya han legislado en contra de esta técnica. Mientras que el Ministerio de industria y algunas comunidades autónomas, como el País Vasco, Castilla y León, Aragón y Navarra están concediendo permisos de investigación, pese a la disconformidad de diversas organizaciones y a la falta de estudios de impacto ambiental específicos que determinen el impacto exacto de esta técnica en las aguas subterráneas y el medio ambiente.

De acuerdo con la regulación colombiana, en el decreto Resolución 9 0341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía<sup>16</sup>, por la cual se establecen requerimientos

---

<sup>15</sup> EUROPA PRESS. CCOO pide prohibir la extracción de gas mediante 'fracking' y retirar los permisos concedidos en Cantabria y otras CCAA [en línea]. [citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <<http://www.europapress.es/cantabria/noticia-ccoo-pide-prohibir-extraccion-gas-fracking-retirar-permisos-concedidos-cantabria-otras-ccaa-20120112163047.html>>

<sup>16</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90341 del 2014 (27 de Marzo de 2014). Por el cual "Se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales". Bogotá D.C. Diario Oficial 49.106, 2014.

técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, se consideran los siguientes riesgos a tener en cuenta en las operaciones de YNC.

- I.El riesgo de intercomunicación de pozos.
- II.El riesgo de migración de fluidos.
- III.El riesgo de generar sismicidad desencadenada.

Con base en estos tres riesgos establecidos para la operación del fracking, se plantea obtener datos confiables para profundizar en ellos a través de la inspección de los fraccidentes ocurridos en EE.UU.

## 2.COMPILACIÓN DE LOS FRACCIDENTES REPORTADOS PARA ESTADOS UNIDOS.

### 2.1 ANTECEDENTES

Bien es sabido que Estados Unidos ha sido uno de los países pioneros en la explotación de los yacimientos no convencionales, que empezó a aplicar a gran escala, desde 1986 en el yacimiento de Barnett Shale (Texas). En este mismo yacimiento en 1992, de acuerdo al Instituto Geológico y Minero de España<sup>17</sup>, se perforó el primer pozo horizontal y DEC<sup>18</sup> menciona que para el 2002 se combina por primera vez el uso de agua tratada con aditivos. En este país está siendo ampliamente utilizada esta técnica desde que la administración Bush le dio vía libre, liberándola de cumplir con las normativas de protección medioambiental.

### 2.2 RECOPIACIÓN DE LOS FRACCIDENTES PRESENTADOS POR LA EARTHJUSTICE

“TODOS TENEMOS EL DERECHO FUNDAMENTAL A UN MEDIO AMBIENTE SALUDABLE” Earthjustice

Earthjustice<sup>19</sup> es la principal organización legal en defensa del medio ambiente. Emplea el poder de la ley y la fortaleza de las ayudas para conservar el mundo silvestre, para luchar a favor de comunidades saludables y para favorecer la adopción de la energía limpia y promover un clima saludable.

Esta organización estadounidense comenzó con la lucha para salvar un majestuoso valle y evitar que se convirtiera en un complejo para esquiar, el más grande del mundo. En aquel entonces su nombre era Fondo de Defensa Legal del Club Sierra, después que ganaron e inspirados por la pasión fundaron la organización con el fin de preservar la naturaleza cambiando su nombre a Earthjustice en 1997.

---

<sup>17</sup> INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Recomendaciones ambientales en relación con las medidas preventivas y correctoras a considerar en proyectos relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos mediante técnicas de fractura hidráulica [en línea]. [citado en 3 de mayo de 2016]. Disponible en: <<http://web.ua.es/es/fracking/documentos/documentos-de-interes/igme-recomendaciones.pdf> >

<sup>18</sup> DEC. Natural Gas Development Activities & High–Volume Hydraulic Fracturing [en línea]. [citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <[http://www.dec.ny.gov/docs/materials\\_minerals\\_pdf/rdsgeisch50911.pdf](http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/rdsgeisch50911.pdf) >

<sup>19</sup> EARTHJUSTICE. TODOS TENEMOS EL DERECHO FUNDAMENTAL A UN MEDIOAMBIENTE SALUDABLE. [En línea]. [Citado en 30 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://earthjustice.org/features/planeta-saludable>

Ellos consideran que los retos al medio ambiente hoy en día son mayores que nunca, aunque, Estados Unidos cuente con leyes ambientales sólidas, por lo que una de las misiones de Earthjustice es pedir cuentas a aquéllos que violentan la ley con sus acciones. Fue la primera organización legal y sin fines de lucro a favor del medio ambiente, aprovecha su experiencia y compromiso para luchar por la justicia y crear un cambio duradero.

Igualmente, atraen los casos de mayor impacto para así fomentar precedentes para futuras generaciones. Sus éxitos a través de las décadas se han logrado gracias a sólidas alianzas con centenares de organizaciones y una multitud de apasionados seguidores. Por supuesto, ganar un caso es sólo una parte de la batalla, la lucha legal se fortalece al contar con un equipo de expertos en comunicación y política que informan al público para que se involucren en las decisiones que toman las autoridades en Washington, D.C. y crean políticas que mantienen sus victorias legales. El equipo de trabajo está ubicado en oficinas regionales por todo el país e incluye un programa internacional para enlazarse con otras organizaciones a nivel mundial; cuentan con un equipo de políticas y legislación que se apoya en las leyes ambientales y sustenta los logros legales; y un equipo de comunicaciones que se concentra en medios estratégicos y campañas de promoción.

La recopilación de los accidentes ocasionados por las actividades del fracking en Estados Unidos, se realizó con el fin de informar al pueblo americano e involucrarlo en las decisiones de la Casa Blanca; convirtiéndose esta información en la fuente de esta monografía. Como se puede apreciar, los accidentes se representan por el símbolo de las caravelas, las cuales refieren diferentes locaciones, para un total de 279 registros actualizados hasta la fecha de este trabajo (julio de 2016). Imagen 1

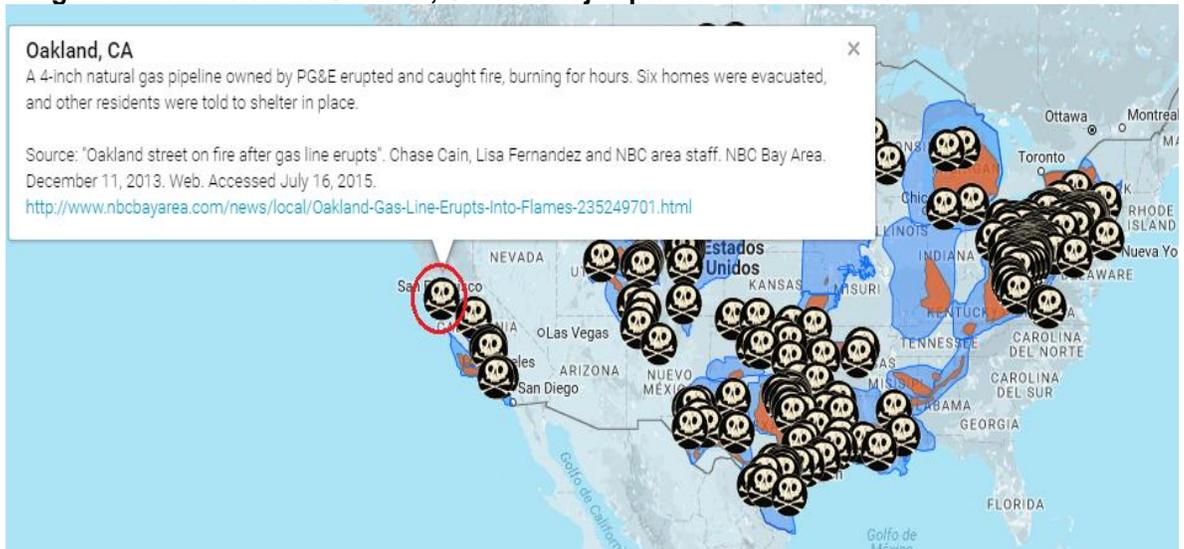
### Fraccidentes en EEUU por la Earthjustice



**Fuente:** Earthjustice Disponible en: <<http://earthjustice.org/features/campaigns/fracking-across-the-united-states#>>

Como se mencionó en el párrafo anterior los registros de los fraccidentes se presentan con un símbolo sobre el mapa de Estados Unidos, los cuales conllevan una información que se accede haciendo clic sobre la respectiva caravela. Esta información consiste de una ubicación, un resumen corto, la fecha y la fuente del cual fue extraído, como se muestra en la imagen 2.

**Imagen 1 Información de Oakland, CA como ejemplo de toma de datos.**

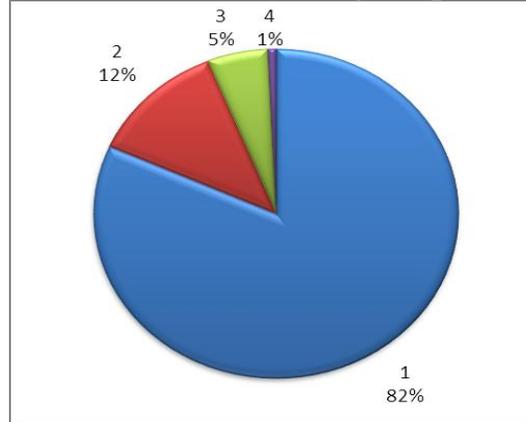


**Fuente:** Earthjustice Disponible en: <<http://earthjustice.org/features/campaigns/fracking-across-the-united-states#>>

Los casos manifestados, en su mayoría, corresponden a reportes muy puntuales, mientras que en algunos puede suceder que los reportes se realizan de forma recurrente cuando en un mismo sitio ocurren fraccidentes en diferentes fechas. Para los 279 casos registrados el 82% conlleva 1 reporte, el 12% 2 reportes, el 5% 3 reportes y el otro 1% 4 reportes. Esto quiere decir que la probabilidad de que ocurra un accidente en el mismo sitio es del 18%, la cual es muy alta. Ver gráfica 1.

Con esta información, se procedió a tabular en una base de datos de Excel los parámetros disponibles para cada uno de los fraccidentes, como se presenta en el cuadro 1.

**Gráfica 1 Número de casos por lugar**



**Fuente:** La autora

**Cuadro 1 Ejemplo de los fraccidentes tabulados**

# Caso	LUGAR	FECHA		NOTICIA	SOURCE
		Mes	Año	ORIGINAL	
1	Plymouth, WA	Marzo	2014	"In March 2014, a large explosion and fire at a natural gas processing plant injured four workers and led to the evacuation of about 200 people from nearby homes. Onlookers reported flames and a mushroom-shaped cloud of black smoke" <sup>20</sup> .	"4 injured, 200 evacuated after Washington natural gas plant explosion. The Associated Press The Oregonian. March 31, 2014."
2	Oakland, CA	Diciembre	2013	"A 4-inch natural gas pipeline owned by PG&E erupted and caught fire, burning for hours. Six homes were evacuated, and other residents were told to shelter in place" <sup>21</sup> .	"Oakland street on fire after gas line erupts". Chase Cain, Lisa Fernandez and NBC area staff. NBC Bay Area. December 11, 2013. Web. Accessed July 16, 2015."

**Fuente:** La autora  
**Nota:** Ver anexo A

<sup>20</sup> The Associated Press. 4 injured, 200 evacuated after Washington natural gas plant explosion. [Sitio web]. 2014, March 31. [Retrieved June 18, 2016]. from <[http://www.oregonlive.com/pacific-northwest-news/index.ssf/2014/03/4\\_injured\\_200\\_evacuated\\_after.html](http://www.oregonlive.com/pacific-northwest-news/index.ssf/2014/03/4_injured_200_evacuated_after.html)>

<sup>21</sup> Cain, C., Fernandez L., & NBC Bay Area Staff. Oakland Street on Fire After Gas Line Erupts. [Sitio web]. 2013, December 10. [Retrieved June 18, 2016]. from <<http://www.nbcbayarea.com/news/local/Oakland-Gas-Line-Erupts-Into-Flames-235249701.html>>

## 2.2.1 Metodología para analizar los fraccidentes

A la información de cada fraccidente recopilado de Earthjustice se les adicionó otros aspectos ambientales, que permitieran realizar una clasificación de los impactos ambientales generados por las diferentes actividades de las operaciones del fracking. A continuación se realiza una descripción para cada uno de los aspectos ambientales tenidos en cuenta<sup>(\*)</sup>:

### 1) Medio Biótico

a. ECOSISTEMA TERRESTRES: Se caracteriza con base en la zona de vida existentes en el area de estudio y el mapa de ecosistemas terrestres y marinos para Colombia como lo indica el IDEAM. Adicionalmente se efectua un analisis de forma multitemporal para la flora y fauna.

### 2) Medio Abiótico

a. HIDROLOGIA: Se elabora un modelo hidrogeológico y se presentan los analisis y resultados del indice de escacez hidrico para las fuentes superficiales y subterranas, con base en la metodologia correspondiente (Resolución 0685 de 2004 y Resolucion 872 de 2006 del Ministerio de Ambiente).

b. SUELO: Se presenta la clasificación agrológica, se identifica el uso actual y potencial del suelo y se establecen los conflictos de usos del suelo.

c. AIRE: Se evalúa la calidad del aire considerando las fuentes de emisiones atmosféricas (gases y material particulado) existentes en la zona; así como la ubicación geografica de asentamientos poblacionales y las zonas criticas de contaminación.

d. GEOLOGÍA: Se describen las unidades litológicas y con rasgos estructurales y se identifican y localizan las amenazas naturales, como remoción y sísmica.

3)Medio Socio-Económico: Se caracteriza con base en información primaria, analizando su relación con el proyecto, de manera que sirva para dimensionar los impactos que éste pueda ocasionar en las dinámicas sociales, económicas y culturales. Se deberá describir la metodología, herramientas y técnicas de recolección y análisis de la información socioeconómica y cultural, empleadas para realizar la caracterización socioeconómica y cultural.

---

<sup>(\*)</sup> Adaptación de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Términos de referencia Sector Hidrocarburos. (2010). Estudio de Impacto Ambiental. Proyectos De Explotación De Hidrocarburos. [En línea]. [Citado en 3 de junio de 2016]. Disponible en: <[http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res\\_1544\\_060810\\_%20tdr\\_explotacion\\_hidrocarburos.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1544_060810_%20tdr_explotacion_hidrocarburos.pdf)>

a. DIMENSION DEMOGRAFICA Y CULTURAL: Se identifica la dinámica de poblamiento (tipo de población asentada, actividades económicas sobresalientes y la tendencia futura de movilidad espacial) y la caracterización de los grupos poblacionales (indígenas, afrodescendientes, colonos, campesinos y otros). La caracterización de las comunidades esta referida a los aspectos que a continuación se relacionan:

I. SALUD OCUPACIONAL: hace referencia al conjunto de actividades asociadas a la promoción y mantenimiento de la salud de los trabajadores.

II. SALUD PÚBLICA: Cuando los impactos ambientales producto de las liberaciones involuntarias o derrames a fuentes de agua constituyen una amenaza para la salud de todas las personas que utilizan dicha aguas para consumo humano.

III. EXPOSICIÓN DIRECTA: Trabajo directo con los compuestos químicos que eventualmente pueden causar enfermedades y hasta la muerte.

En una segunda fase se caracterizó el tipo de impacto o evento para cada uno de los casos de fraccidente, siguiendo una metodología de evaluación de impactos ambientales adaptada a los requerimientos, los cuales siguieron el siguiente procedimiento: una vez se accedió a un caso en cuestión, haciendo clic sobre la respectiva calavera en el mapa de Estados Unidos, una vez la información aparece inmediatamente se registra en un cuadro de datos. Seguidamente, se marcó con una X sobre el aspecto ambiental principalmente impactado, al mismo tiempo que se determinó el evento que ocasionó el impacto ambiental establecido.

Algunas veces se hace referencia anotando al lado del impacto el evento que lo ocasionó, como las explosiones, incendios, derrames, fugas, accidentes laborales, etc. Otras veces también se registró los impactos producidos, como la contaminación del agua, del aire, muertes, evacuaciones, muerte de fauna y flora, etc. (ver anexo B). A continuación, se valoró cualitativamente la importancia del impacto de acuerdo con una escala de valores que va del 1 al 5 y se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Mediciones cualitativas del impacto.

Nivel	Descriptor	Ejemplo de descripción detallada
1	Marginal	No aplica
2	Grave	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Incendio tanque</li> <li>•Evacuación de personas</li> <li>•Vertimiento de arena</li> <li>•Vía resbalosa por derrame.</li> </ul>

**Continuación cuadro 2. Mediciones cualitativas del impacto.**

Nivel	Descriptor	Ejemplo de descripción detallada
3	Crítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Evacuaciones de familias</li> <li>•Accidentes de tránsito</li> <li>•Pequeñas explosiones</li> <li>•Migración de gas</li> <li>•Accidente laboral por mal manejo de sustancias químicas</li> <li>•Expansión del incendio</li> <li>•Derrame de pequeños volúmenes de fluidos</li> <li>•Contaminación del agua de pozos de agua subterránea.</li> </ul>
4	Desastroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Grandes explosiones</li> <li>•Evacuación de comunidades (&gt;200 personas)</li> <li>•Explosiones con heridos, de horas de duración</li> <li>•Explosión de casas por migración de metano a los pozos de agua</li> <li>•Incendios y reventones de pozos con daños irreversibles.</li> <li>•Contaminación agua subterránea</li> <li>•Contaminación del aire por gases inflamables, gas natural, gases peligrosos</li> <li>•Esterilización de suelo por derrame de agua residual, metales pesados</li> <li>•Emisión de gases tóxicos causantes de enfermedades</li> <li>•Enfermedades crónicas por envenenamiento y malos olores.</li> <li>•Contaminación de fuentes hídricas (humedales, ríos y otros) y forestales por vertimientos y accidentes.</li> <li>•Filtración de grandes volúmenes de fluidos con migración a quebradas</li> <li>•Incendios forestales</li> <li>•Cambios de la demanda del uso del agua.</li> <li>•Contaminación del aire por fugas,</li> <li>•Accidente laboral por mal manejo de sustancias químicas con heridas graves</li> <li>•Derrames de grandes volúmenes de fluidos</li> <li>•Muertes de especies vegetales y animales (metales pesados)</li> <li>•Migración de metano al agua</li> <li>•Derrame de sal muera</li> <li>•Contaminación acústica por escape de gas a presión</li> </ul>
5	Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Contaminación de ríos principales</li> <li>•Mortalidad por inhalación de gases tóxicos</li> <li>•Mortalidad por accidente laboral, explosión, vapores químicos, incendio por gas natural, cáncer, accidente de tránsito</li> <li>•Mortalidad por explosión de tubería de gas natural, explosión de pozo de agua subterránea, por accidente de tránsito</li> </ul>

**Fuente:** Adaptación de valoración de riesgo del Plan de valorización del riesgo. [En línea]. [Citado en agosto 10 de 2016]. Disponible en: <[www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086\\_Cap5.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086_Cap5.pdf)>

Paso seguido, a cada uno de los casos de fraccidentes consultados, se le adaptó la magnitud de afectación de los elementos en riesgo, como se aprecia en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Magnitud de afectación de los elementos en riesgo pertenecientes al ambiente.**

MEDIO	ELEMENTO	MODOS DE DAÑO	GRADO DE INTENSIDAD DEL DAÑO
BIÓTICO	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Incendios y derrames	Desastroso (4) Crítico (3)
ABIÓTICO	HIDROLÓGIA	Contaminación por sustancias químicas Contaminación por migración de Metano Contaminación por migración de Metano con morbilidad Contaminación de humedales Contaminación de ríos Contaminación por filtración Contaminación de agua para consumo Contaminación por descarga	Desastroso (4) Crítico (3) Desastroso (4) Desastroso (4) Catastrófico (5) Desastroso (4) Desastroso (4) Desastroso (4)
	SUELO	Contaminación por filtración de sal muera Contaminación por derrames de sal muera, hidrocarburos y ácidos Contaminación por fugas de aceite Incendios	Crítico (3) Grave (2) / Crítico (3) / Desastroso (4) Grave (2) Desastroso (4)

**Continuación cuadro 3. Magnitud de afectación de los elementos en riesgo pertenecientes al ambiente.**

<b>MEDIO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>MODOS DE DAÑO</b>	<b>GRADO DE INTENSIDAD DEL DAÑO</b>
	AIRE	Morbilidad por acumulación de gases tóxicos (H <sub>2</sub> S, Benceno, disulfuro de Carbono) Mortalidad por inhalación de gases tóxicos Contaminación por explosión Contaminación por material particulado Contaminación por fuga de gas Ruido	Desastroso (4)  Catastrófico (5) Desastroso (4) Crítico (3) Crítico (3) Crítico (3)
	GEOLOGÍA	Agrietamiento de paredes de casas Vibraciones Ocurrencia de temblores Sismicidad provocada por pozos cercanos	Grave (2) Crítico (3) Crítico (3) Grave (2) / Crítico (3)
SOCIO ECONÓMICO	SALUD OCUPACIONAL	Explosión en pozos con heridos Explosión por accidentes de trenes Mortalidad por accidente laboral, explosión, vapores químicos, incendio por gas natural, cáncer, accidente de tránsito Derrame de fluidos Reventón de pozo Filtración de fluidos	Desastroso (4) Desastroso (4) Catastrófico (5)  Grave (2) Crítico (3) Crítico (3)

**Continuación cuadro 3. Magnitud de afectación de los elementos en riesgo pertenecientes al ambiente.**

MEDIO	ELEMENTO	MODOS DE DAÑO	GRADO DE INTENSIDAD DEL DAÑO
	SALUD PUBLICA	Evacuación >200 personas por explosión	Desastroso (4)
		Evacuación por accidente de trenes	Desastroso (4)
		Contaminación de agua potable por ruptura de tubería	Desastroso (4)
		Contaminación por uso indebido del agua de producción.	Crítico (3)
		Mortalidad por explosión de tubería de gas natural, explosión de pozo de agua subterránea, por accidente de tránsito	Catastrófico (5)
		Superficie de carretera resbalosa por derrame	Crítico (3)
	EXPOSICIÓN DIRECTA	Mortalidad por vapores químicos, cáncer	Catastrófico (5)

**Fuente:** Adaptación de la Tabla no. 9.8 Magnitud de afectación de los elementos en riesgo pertenecientes al ambiente, de Solana Petroleum Colombia. Plan de contingencia Informe AA-INT-326. P. 8.

Un análisis cualitativo se usa cuando no es posible realizar un análisis cuantitativo completo, por ejemplo, debido a la falta de información apropiada. Es útil para priorizar los riesgos con el fin de prestarles atención más detallada, o para distribuir el presupuesto. El análisis cualitativo se puede usar cuando el nivel de riesgo no justifica el tiempo ni los recursos necesarios para hacer un análisis numérico, cuando los datos numéricos no son adecuados, o para un examen inicial previo a un análisis más detallado.<sup>22</sup>

El análisis cualitativo usa una escala de palabras o descriptores para examinar los impactos de cada evento que se origina y su posibilidad de ocurrencia. Una matriz de riesgo con base en estas mediciones cualitativas (o declaradas) de las

<sup>22</sup> COLOMBIA, NORMA TÉCNICA. "GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 104" GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL PRINCIPIOS Y PROCESO. Bogotá (2009).

consecuencias y la posibilidad se puede usar como un medio para combinar las consecuencias y la posibilidad de producir una mediación del riesgo, como se ilustra en el cuadro 4, de tal manera que se puedan priorizar los riesgos.

**Cuadro 4. Escala de probabilidad.**

Periodicidad	Descripción	Grado	% de Fraccidentes documentados	Tipo de daño
Imposible	Muy difícil que ocurra	Muy baja	0-1%	Otros
Improbable a remoto	Muy baja a posibilidad limitada de ocurrencia	Baja	1-5%	Evacuaciones, Contaminación del aire (fugas)
Ocasional	Ocorre pocas veces	Media	5,1-12,5%	Contaminación del suelo (vibraciones y grietas)
Moderado	Ocorre varias veces	Alta	12,6-22,4%	Afectación del agua, derrames, fugas y vertimientos, muertes
Frecuente	Alta posibilidad de ocurrencia	Muy alta	>22,5%	Explosiones, Reventones, Incendios, Accidentes.

**Fuente:** Adaptación de valoración de riesgo del Plan de valorización del riesgo. [En línea]. [Citado en agosto 10 de 2016]. Disponible en: <[www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086\\_Cap5.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086_Cap5.pdf)>

Posteriormente se procede a calificar los impactos, como se muestra en el cuadro 5. Esto permite poder enfocarse en los riesgos más relevantes, como se ha venido observando las consecuencias del impacto se mueve entre el rango de crítico a catastrófico y con posibilidades altas y muy altas de ocurrencia. Por esta razón, se determinó el punto de acción hacia desastrosos muy altos y catastróficos altos y muy altos, señalados con color rojo. Esto no implica que los puntos sin considerar no sean significativos; los impactos amarillos son los segundos en el frente de acción y finalmente los verdes.

**Cuadro 5. Matriz de interacción entre las consecuencias y la posibilidad de ocurrencia.**

		CONSECUENCIA O IMPACTO			
		Grave (2)	Crítico (3)	Desastroso (4)	Catastrófico (5)
POSIBILIDAD DE OCURRENCIA DEL RIESGO	Muy Baja	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	Baja	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Media	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Alta	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Muy Alta	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO

**Fuente:** Adaptación de la Tabla no. 9.11 Matriz de interacción entre los fenómenos y los elementos expuestos, de Solana Petroleum Colombia. Plan de contingencia Informe AA-INT-326. P. 8.

De acuerdo con los resultados anteriores se consideran los escenarios y niveles de riesgo, como se aprecia en el cuadro 6.

**Cuadro 6. Escenarios y nivel de riesgos naturales.**

MEDIO	ELEMENTO	IMPACTO	PROBABILIDAD	GRADO INTENSIDAD DEL DAÑO	NIVEL DE RIESGO
BIÓTICO	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Incendios	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		derrames	ALTA	Crítico (3)	MEDIO
ABIÓTICO	HIDROLOGIA	Contaminación por sustancias químicas	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Contaminación por migración de Metano	MUY ALTA	Crítico (3)	MEDIO
		Contaminación por migración de Metano con morbilidad	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Contaminación de humedales	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Contaminación de ríos	MUY ALTA	Catastrófico (5)	ALTO
		Contaminación por filtración	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Contaminación de agua para consumo	ALTA	Desastroso (4)	MEDIO
		Contaminación por descarga	ALTA	Desastroso (4)	MEDIO

**Continuación cuadro 6. Escenarios y nivel de riesgos naturales.**

MEDIO	ELEMENTO	IMPACTO	PROBABILIDAD	GRADO INTENSIDAD DEL DAÑO	NIVEL DE RIESGO
	SUELO	Contaminación por filtración de sal muera	ALTA	Crítico (3)	MEDIO
		Contaminación por derrames de sal muera, hidrocarburos y ácidos	ALTA	Grave (2) / Crítico (3) / Desastroso (4)	MEDIO
		Contaminación por fugas de aceite	MEDIA	Grave (2)	BAJO
		Incendios	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
	AIRE	Morbilidad por acumulación de gases tóxicos (H <sub>2</sub> S, Benceno, di sulfuro de Carbono)	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Mortalidad por inhalación de gases tóxicos	MUY ALTA	Catastrófico (5)	ALTO
		Contaminación por explosión	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Contaminación por material particulado	MEDIA	Crítico (3)	MEDIO
		Contaminación por fuga de gas	MUY ALTA	Crítico (3)	MEDIO
		Ruido	MEDIA	Crítico (3)	MEDIO
		GEOLOGÍA	Agrietamiento de paredes de casas	BAJA	Grave (2)
Vibraciones	BAJA		Crítico (3)	BAJO	
Ocurrencia de temblores	BAJA		Crítico (3)	BAJO	
Sismicidad provocada por pozos cercanos	BAJA		Grave (2) / Crítico (3)	BAJO	

**Continuación cuadro 6. Escenarios y nivel de riesgos naturales.**

MEDIO	ELEMENTO	IMPACTO	PROBABILIDAD	GRADO INTENSIDAD DEL DAÑO	NIVEL DE RIESGO
SOCIO ECONÓMICO	SALUD OCUPACIONAL	Explosión en pozos con heridos	MUY ALTA	Desastroso (4)	ALTO
		Explosión por accidentes de trenes	BAJA	Desastroso (4)	MEDIO
		Mortalidad por accidente laboral, explosión, vapores químicos, incendio por gas natural, cáncer, accidente de tránsito	MUY ALTA	Catastrófico (5)	ALTO
		Derrame de fluidos	MUY ALTA	Grave (2)	MEDIO
		Reventón de pozo	ALTA	Crítico (3)	MEDIO
		Filtración de fluidos	MUY ALTA	Crítico (3)	MEDIO
	SALUD PÚBLICA	Evacuación >200 personas por explosión	MEDIA	Desastroso (4)	MEDIO
		Evacuación por accidente de trenes	BAJA	Desastroso (4)	MEDIO
		Contaminación de agua potable por ruptura de tubería	ALTA	Desastroso (4)	MEDIO
		Contaminación por uso indebido del agua de producción.	BAJA	Crítico (3)	BAJO
		Mortalidad por explosión de tubería de gas natural, explosión de pozo de agua subterránea, por accidente de tránsito	MUY ALTA	Catastrófico (5)	ALTO
	Superficie de carretera resbalosa por derrame	MUY BAJA	Crítico (3)	BAJO	
	EXPOSICIÓN DIRECTA	Mortalidad por vapores químicos, cáncer	MEDIA	Catastrófico (5)	MEDIO

**Fuente:** Adaptación de la Tabla no. 9.12 Escenarios y nivel de riesgos naturales, de Solana Petroleum Colombia. Plan de contingencia Informe AA-INT-326. P. 8.

Del análisis de la información recopilada de los fraccidentes que culmina en la determinación de los niveles de riesgo del cuadro 6, en este momento del

documento surgen los siguientes potenciales impactos que se presentan con un nivel de riesgo ALTO:

- Incendios.
- Contaminación del recurso hídrico.
- Contaminación, morbilidad o mortalidad por acumulación e inhalación de gases tóxicos.
- Morbilidad o mortalidad por accidente laboral, explosión, explosión de tubería de gas natural, explosión de pozo de agua subterránea, accidente de tránsito, vapores químicos, incendio por gas natural, cáncer.

Posteriormente, se procedió a calificar cualitativamente los potenciales impactos de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- 1) **Reagrupación de los impactos ambientales:** los potenciales impactos ambientales se reagruparon según unas categorías superiores a los aspectos ambientales considerados en primera instancia (ver anexo C). Por ejemplo, una nueva categoría se denominó agua, la cual hace referencia tanto a aguas superficiales y subterráneas. Las nuevas categorías se pueden observar en el cuadro 7.

**Cuadro 7.3 Nuevas categorías de reagrupación.**

Tipo de impactos
Afectación del agua
Contaminación del aire, fugas
Contaminación del suelo, vibraciones, grietas
Afectaciones a la vida
Muerte
Derrames, fugas y vertimientos
Explosiones, reventones, incendios, accidentes
Evacuaciones
Otros

Fuente: La autora

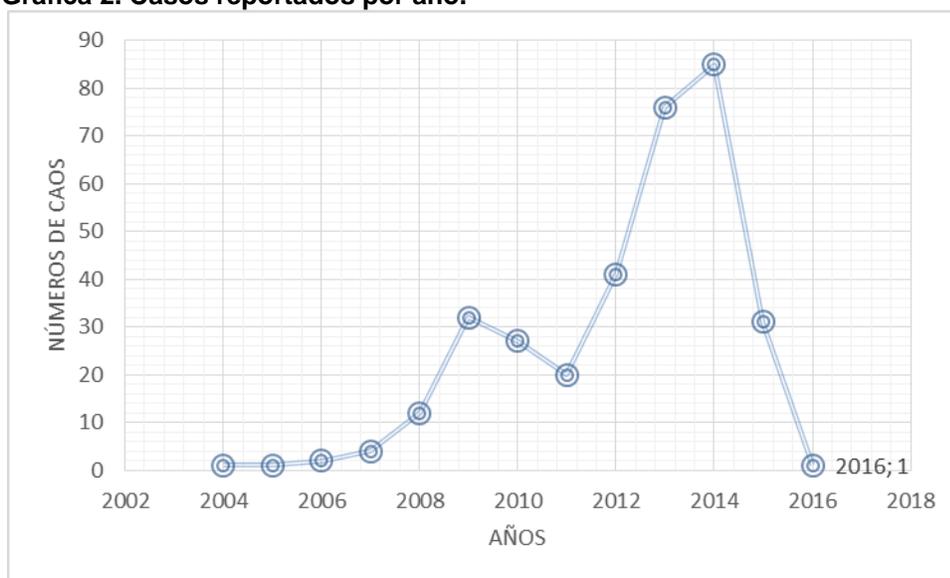
- 2) **Análisis de relación entre los aspectos e impactos ambientales:** Para cada fraccidente se relacionó con una X, el aspecto ambiental considerado y al mismo tiempo se procedió a calificar el impacto para calificar cualitativamente la importancia de cada nuevo grupo, según la escala de valores mostrada en el cuadro 6.

### 3. ANALISIS DE LOS FRACCIDENTES REPORTADOS PARA ESTADOS UNIDOS.

#### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FRACCIDENTES

La organización Earthjustice reportó 329 casos en su página web oficial, los cuales fueron analizados temporalmente, encontrando noticias que datan desde el año 2004 hasta el 2016. En la gráfica 2, se aprecia que el mayor número de casos registrados se presentaron en el año 2014 con 82 casos y en el año actual (2016) solo se manifestó un caso.

**Gráfica 2. Casos reportados por año.**



**Fuente:** La autora

El caso más antiguo se registró en Silt, Colorado, en el año 2004, cuya noticia de Williams<sup>23</sup> indicó que:

“Lisa Bracken, a resident of Silt, Colorado, believes hydraulic fracturing has poisoned her water. Encana operates forty gas wells within a mile radius of her home. In 2004, methane and benzene seeped into Divide Creek on Bracken's property. Bracken and a private geologist she hired believe the hydraulic fracturing process is to blame. The Colorado Oil and Gas Conservation Commission (COGCC), however, blamed a faulty concrete job on a gas well near Divide Creek and fined Encana a record \$370,000.”

<sup>23</sup> Williams, D. Wyo. fracking contamination case eerily similar to Colorado's Divide Creek accident. The Colorado Independent. [Sitio web]. 2009, September 18. [Retrieved June 23, 2016]. from <<http://coloradoindependent.com/38146/wyo-fracking-contamination-case-eerily-similar-to-colorados-divide-creek-accident>>

“Lisa Bracken, un residente de Silt, Colorado, cree que la fracturación hidráulica ha envenenado a su agua. Encana opera cuarenta pozos de gas dentro de un radio de una milla de su casa. En 2004, el metano y el benceno se filtraron en Divide Creek en la propiedad del Bracken. Helechos y un geólogo privado que contrató creen que el proceso de fracturación hidráulica es el culpable. La Comisión de Conservación de Petróleo y Gas de Colorado (COGCC), sin embargo, culpó a un trabajo concreto defectuoso en un pozo de gas cerca de la División Creek y una multa de Encana un registro \$ 370.000”. (\*\*)

Para el 2016, en Sabine River, Texas, Siron<sup>24</sup> reportó:

“In March 2016, the Sabine River flooded its banks on the Texas-Louisiana border, inundating oil wells and fracking sites and flushing crude oil and toxic fracking chemicals into the water. Emergency management officials photographed oil sheens and plumes spreading from tipped tanks and flooded production sites. This is not the first incidence of oil contamination in Texas during floods, and in the past cattle have died within an hour of drinking water contaminated with fracking fluid.”

“En marzo del presente año, el río Sabine inundó sus bancos en la frontera entre Texas y Luisiana, inundando pozos de petróleo y fracking sitios y el lavado de petróleo crudo y productos químicos tóxicos de fractura hidráulica en el agua. Funcionarios de manejo de emergencias fotografiados brillos y plumas de petróleo se extienden desde los tanques de punta e instalaciones de producción inundadas. Esta no es la primera incidencia de la contaminación por petróleo en Texas durante las inundaciones, y en el último ganado ha muerto dentro de una hora de agua potable contaminada con el fluido de fracturamiento hidráulico” (\*\*)

El análisis de la información por Estado indica que los 329 casos se distribuyeron en 21 Estados de los 50 que conforman la potencia americana. De otro lado, se encontró que de estos 329 casos totales, 279 de ellos mostraron solamente un reporte de accidente. Adicionalmente, que estos casos se han reportado desde el 2004 hasta el 2016, con sucesos que han sido actualizados continuamente y relacionado noticias similares entre sí. Es preciso mencionar que en algunos sitios se registra más de un acontecimiento, como lo muestra la gráfica 3. Es decir, en el 82% de los lugares se manifiesta un único incidente, en el 12% se reportan dos

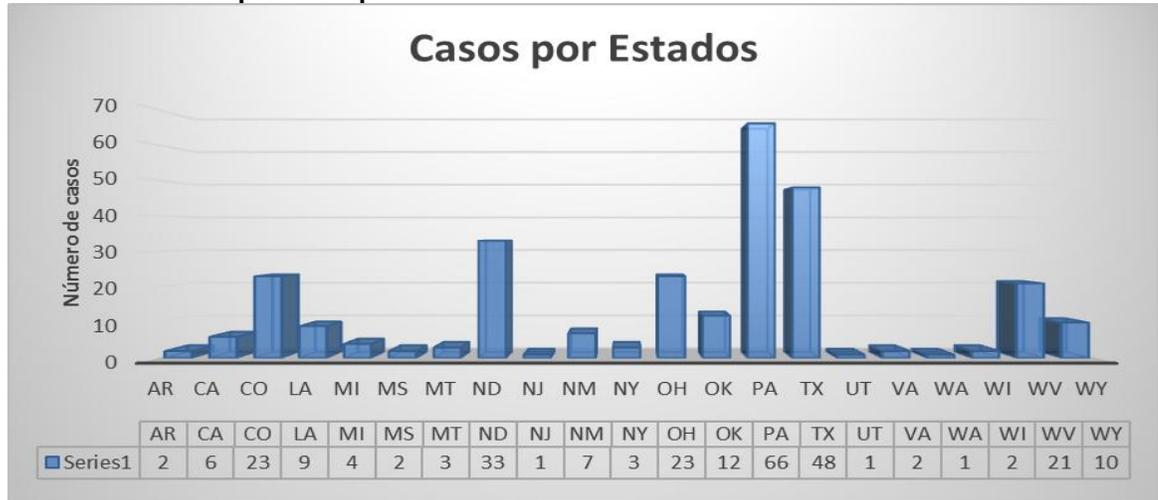
---

<sup>24</sup> Siron, C. Texas floods washing fracking chemicals, crude oil into rivers. The Dallas Morning News. [Sitio web]. 2016, May 1. [Retrieved June 26, 2016], from <<http://thescoopblog.dallasnews.com/2016/05/texas-floods-washing-fracking-chemicals-crude-oil-into-rivers.html/>>

(\*\*) De aquí en Adelante las traducciones se realizaron con Traductor de Google para empresas: Google Translator Toolkit Traductor de sitios web Global Market Finder.

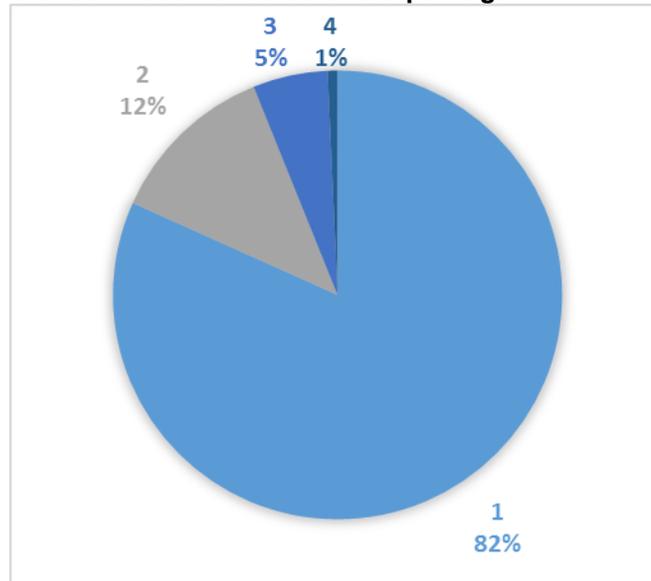
hechos, 5% se refieren a tres ocurrencias y un 1% se enuncian con cuatro casos por sitio.

**Gráfica 3. Casos reportados por estado**



Fuente: La autora

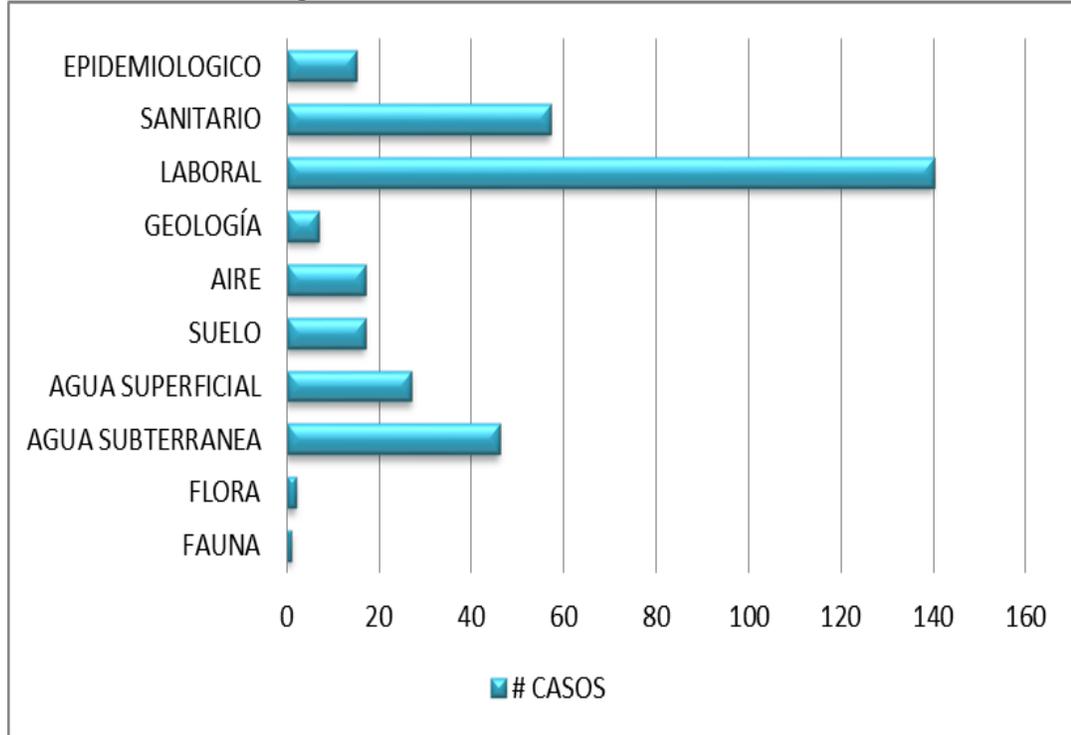
**Gráfica 4. Ocurrencia de casos por lugar**



Fuente: La autora

Con respecto a la identificación de los impactos ambientales ocasionados por el fracking, los 329 casos totales estudiados se clasificaron inicialmente en las 10 categorías de la gráfica 5: epidemiológico, sanitario, laboral, geología, aire, suelo, agua superficial, agua subterránea, flora y fauna. El medio socio económico es la más impactada con 212 hechos registrados (Laboral exhibe 140, sanitario 57 y 15 epidemiológico), el medio biótico con 114 casos (Agua 73, suelo 17, aire 17, geología 7) y el medio abiótico con 3 casos (1 de fauna y 2 de flora).

**Gráfica 5. Primera categorización de los fraccidentes**

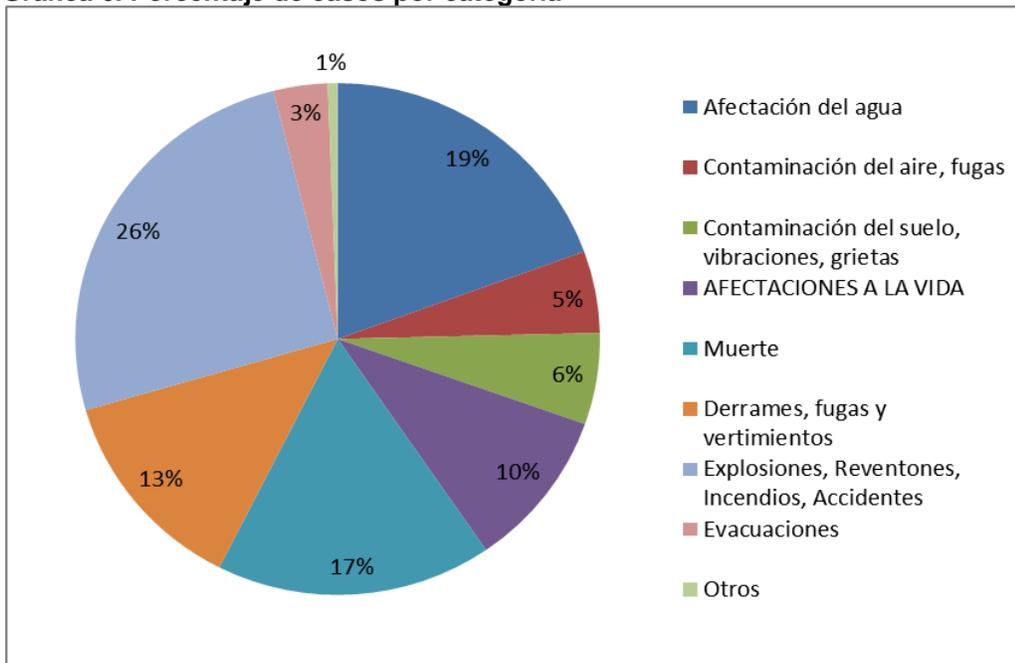


**Fuente:** La autora

Se buscó la forma de clasificar los accidentes en 9 categorías con el fin de representar la información en diagramas representativos de los casos. Debido a que varios casos podrían pertenecer a varias categorías diferentes, se optó por clasificar el caso en la categoría más grande. Por ejemplo, las explosiones suelen estar acompañadas por evacuaciones, fugas o derrames, en ese caso se adjudicó a la categoría de explosiones. Como se ilustra a continuación con las siguientes gráficas.

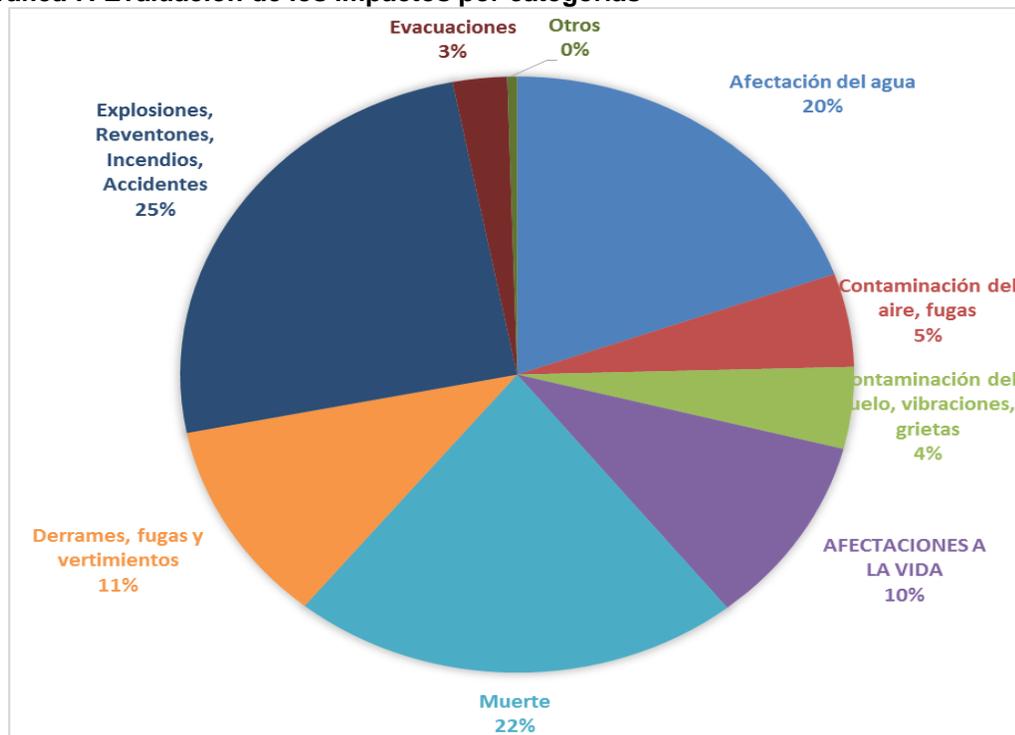
La evaluación de los impactos ambientales se presenta en la gráfica 6, la cual muestra el porcentaje de los casos en sus categorías respectivas y en la gráfica 7 se muestra la evaluación de cada uno de ellos. Ambas graficas concuerdan en que las áreas más afectadas en su orden descendente son las explosiones, reventones, incendios y accidentes con el 26% de los casos. Seguidamente, la afectación del agua con el 19% y la muerte con un 17% de los procesos. Sin embargo, cuando se analiza la gráfica 7, se identifica una pequeña modificación: las explosiones, reventones, incendios, accidentes tienen la apreciación más alta con el 25%, la muerte ocupa el segundo lugar con el 22% y la afectación del agua con el 20%. Es decir, que estos tres ítems representan aproximadamente el 70% de los casos registrados.

**Gráfica 6. Porcentaje de casos por categoría**



Fuente: La autora

**Gráfica 7. Evaluación de los impactos por categorías**



Fuente: La autora

## 3.2 RELACIÓN DE IMPACTOS CON IMPORTANCIA ALTA

### 3.2.1 Impactos sobre el suelo

El principal impacto en el suelo es ocasionado por los riesgos de generación de incendios, de los cuales se registraron 22 casos. Estos casos se relacionaron con accidentes laborales que afectaron plantas industriales, maquinaria específica y gaseoductos. En algunos eventos se vió afectada la población civil. Estos accidentes fueron ocasionados por fugas de metano, mal funcionamiento de los equipos, fallas en el sistema de emergencia y errores humanos. El problema ambiental se presenta cuando los incendios afectan los ríos, bosques y personas, de tal forma que se emiten contaminantes tóxicos y demás gases de efecto invernadero, se impide el normal funcionamiento de los ecosistemas hasta su completa desaparición, y la afectación a las personas tanto en su integridad física y su calidad de vida.

A continuación se muestran como ejemplo casos significativos que permiten observar la ocurrencia e impactos de los incendios:

- Lugar: Branchburg, NJ  
Fecha de publicación: mayo de 2013  
Acontecimiento:

“In May 2013, a flash fire at a natural gas pipeline compression facility, Transco Pipeline, sent two construction workers to local hospitals and caused minor injuries to 13 other workers. Three emergency fire crews were needed to extinguish the fire“.

“En mayo de 2013, un incendio repentino en una instalación de compresión de gasoducto de gas natural, Transco Pipeline, envió a dos trabajadores de la construcción a los hospitales locales y causó heridas leves a otros 13 trabajadores. Se necesitan tres dotaciones de bomberos de emergencia para extinguir el fuego”<sup>25(\*\*)</sup>.

- Lugar: Monroe County, OH  
Fecha de publicación: junio de 2014  
Acontecimiento:

“On the morning of June 28, 2014, a fire broke out at a Halliburton fracking site. Flames engulfed the area, trucks began exploding, and thousands of gallons of toxic chemicals spilled into a tributary of the Ohio River, which supplies drinking

---

<sup>25</sup> O'BRIEN, W. Multiple injuries reported at Branchburg gas pipeline facility flash fire. NJ.com. [sitio web]. 2013, May 30. [Retrieved July 11, 2016]. From <[http://www.nj.com/somerset/index.ssf/2013/05/multiple\\_injuries\\_reported\\_at.html](http://www.nj.com/somerset/index.ssf/2013/05/multiple_injuries_reported_at.html)>

water for millions of residents. More than 70,000 fish died, and it took five days for the EPA and its Ohio counterpart to get a full list of the chemicals polluting the waterway. “.

“En la mañana del 28 de junio de 2014, se produjo un incendio en un sitio de la fractura hidráulica Halliburton. Las llamas envolvió la zona, camiones comenzaron a explotar, y miles de litros de productos químicos tóxicos derramados en un afluente del río Ohio, que abastece de agua potable para millones de residentes. Más de 70.000 peces murieron, y tardó cinco días para que el EPA y su contraparte de Ohio para obtener una lista completa de los productos químicos que contaminan el canal de agua”<sup>26(\*\*)</sup>

•Lugar: Beallsville, OH

Fecha de publicación: octubre de 2014

Acontecimiento:

“In October 2014, an underground pipeline carrying fracking fluid exploded, setting fire to several acres of woods. Local residents say the explosion emitted flames several hundred feet high and the blast could be felt in their homes. No one was injured.”

“En octubre de 2014, una tubería subterránea que lleva el fluido de fracturamiento hidráulico explotó, incendiando varios acres de bosque. Los residentes locales dicen que la explosión de llamas emite varios cientos de pies de altura y la explosión se pudo sentir en sus hogares. No hubo heridos”<sup>27(\*\*)</sup>

### 3.2.2 Impactos sobre el agua

Se registran 108 casos de afectación al agua, de los cuales se encuentran mala práctica de operación en pozos, mala disposición de fluidos residuales, migración de fluidos como cloro, sustancias tóxicas como metano, boro, arsénico, concentraciones de sales elevadas, metales pesados, material radiactivo, óxido de magnesio, bario, manganeso, hierro, plomo, ácido clorhídrico que desembocaron en los pozos subterráneos de agua de consumo. Debido a la presencia de estas sustancias químicas, el agua tomó un carácter inflamable. La alta demanda y el uso excesivo de agua requerida ocasionaron que varios agricultores perdieran sus semovientes y cultivos. Los accidentes laborales principalmente indujeron el

---

<sup>26</sup> BLAKE, M. Halliburton fracking spill mystery: What chemicals polluted an Ohio waterway?. Grist. [Sitio web]. 2014, July 24. [Retrieved June 20, 2016]. From <<http://grist.org/climate-energy/halliburton-fracking-spill-mystery-what-chemicals-polluted-an-ohio-waterway/>>

<sup>27</sup> DIERKES, R. Monroe County Pipeline Fire Scene Cleared; Investigation Continues. Your Ohio Valley.com. [Sitio web]. 2014, October 31. [Retrieved July 4, 2016]. From <<http://www.yourohiovalley.com/story/27055643/crews-responding-to-pipeline-explosion-on-mellotts-ridge-monroe-county>>

vertimiento, derrame y filtración de fluidos en fuentes hídricas, como arroyos, ríos y humedales. La sumatoria de estos incidentes ha desarrollado un sin número de afectaciones a la salud como por ejemplo enfermedades crónicas, como cáncer, envenenamientos, intoxicación, deficiencias hormonales, entre otras; y eventualmente la muerte tanto de personas como animales, especialmente peces.

A continuación se consideran tres casos significativos que muestran la ocurrencia e impactos de afectación al agua:

- Lugar: Parachute, CO

Fecha de publicación: diciembre de 2008

Acontecimiento:

“In February 2008, a waste containment pit on a mesa overlooking the town of Parachute, Colorado leaked about 1.6 million gallons, including toxic fracking fluids. The spill seeped into the groundwater and then flowed down a cliff side where it froze into a gray sheet of ice more than 200 feet tall. When temperatures warmed up, the fluids melted into Parachute Creek which flows into the Colorado River.”

“En febrero de 2008, un foso de contención de residuos en una meseta con vista a la ciudad de Parachute, Colorado filtró alrededor de 1,6 millones de galones, incluyendo fluidos de fracturación tóxicos. El derrame se filtró en el agua subterránea y luego caía por un acantilado donde se congeló en una lámina gris de hielo de más de 200 pies de altura. Cuando las temperaturas en calor, los fluidos se fundieron en paracaídas Creek, que desemboca en el río Colorado.”<sup>28(\*\*)</sup>

- Lugar: Barnhart, TX

Fecha de publicación: agosto de 2013

Acontecimiento:

“The fracking boom in Barnhart, Texas caused a huge demand for fracking water. The town's wells appear to have run dry because of water being extracted for fracking use. Residents report that water troubles began when fracking began in the area. Farmers have lost livestock and crops, and the town was water-rationed.”

---

<sup>28</sup> LUSTGARTEN, A. How the West's Energy Boom Could Threaten Drinking Water for 1 in 12 Americans. ProPublica. [Sitio web]. 2008, Dicember 21. [Retrieved June 23, 2016]. From <<https://www.propublica.org/article/how-the-wests-energy-boom-could-threaten-drinking-water-for-1-in-12-america>>

“El auge de la fractura hidráulica en Barnhart, Texas causó una enorme demanda de agua de la fractura hidráulica. Pozos de la ciudad parecen haber secado a causa del agua que se extrae para su uso fracking. Los residentes informan que los problemas de agua comenzaron cuando comenzó la fractura hidráulica en la zona. Los agricultores han perdido ganado y los cultivos, y la ciudad fue racionada de agua.”<sup>29(\*\*)</sup>

•Lugar: Hawthorne, CA

Fecha de publicación: septiembre de 2013

Acontecimiento:

“Thirty-seven families were evacuated after a retired water well spewed methane gas. As crews were conducting a routine process of capping the retired well, they experienced an unexpected outflow of water being pushed up by methane gas. There is speculation that this outflow could have been caused by fracking activity in the region. “

“Treinta y siete familias fueron evacuadas después de un pozo de agua retirado arrojó gas metano. Mientras los equipos estaban llevando a cabo un proceso rutinario de tapar el pozo se retiró, experimentaron una salida inesperada de agua que está siendo empujado hacia arriba por el gas metano. Se especula que este flujo de salida podría haber sido causado por la actividad de la fractura hidráulica en la región.”<sup>30(\*\*)</sup>

### 3.2.3 Impactos sobre el aire

Se registraron 101 casos de afectación al aire, relacionados con morbilidad por acumulación de gases tóxicos (H<sub>2</sub>S, Benceno, disulfuro de Carbono), mortalidad por inhalación de gases tóxicos y contaminación por explosiones, reventones e incendios.

Seguidamente, se reportaron tres ejemplos de fraccidentes relacionados con el aire:

---

<sup>29</sup> GOLDENBERG, S. A Texan tragedy: ample oil, no water. The Guardian. [Sitio web]. 2013, August 11. [Retrieved June 26, 2016]. From <http://www.theguardian.com/environment/2013/aug/11/texas-tragedy-ample-oil-no-water>

<sup>30</sup> MOORE, C. Q&A: The challenge of fixing the Hawthorne methane leak. SCPR. [Sitio web]. 2013, September 19. [Retrieved June 21, 2016]. From <http://www.scpr.org/news/2013/09/19/39358/q-a-the-challenge-of-fixing-the-hawthorne-methane/>

•Lugar: La Salle County, TX  
Fecha de publicación: julio de 2013  
Acontecimiento:

“Charles Covert's ranch is right next to a production facility that includes tanks for the storage of crude oil, a tank for produced water, and a flare that wafts black smoke toward his property. According to doctors, Covert suffered ill health effects of hydrogen sulfide, a flammable gas with a rotten-egg smell that is often created in wells along with oil and gas. He has a loss of lung function and uses numerous medications, including inhalers and nasal sprays. The Texas Commission on Environmental Air Quality found that the operator of the production facility failed to prevent air emissions. State investigators had irritated eyes upon visits to the ranch, and smelled the odor of sour gas.”

El rancho de Charles encubierta es justo al lado de una planta de producción que incluye tanques para el almacenamiento de petróleo crudo, un tanque de agua producida, y una llamarada que wafts humo negro hacia su propiedad. Según los médicos, encubierta sufrió los efectos nocivos para la salud de sulfuro de hidrógeno, un gas inflamable con un olor a huevo podrido que a menudo se creó en los pozos junto con el petróleo y el gas. Él tiene una pérdida de la función pulmonar y utiliza numerosos medicamentos, incluyendo los inhaladores y aerosoles nasales. La Comisión de Texas sobre Calidad del Aire Ambiental encontró que el operador de la planta de producción no logró evitar las emisiones al aire. Los investigadores estatales tuvieron irritación de los ojos en las visitas a la hacienda, y olía el olor de gas amargo.”<sup>31(\*\*)</sup>

•Lugar: Nelson Court, Kern County, CA  
Fecha de publicación: 2014  
Acontecimiento:

“After a Petro Capital Resources Pipeline leak in 2014, resident Francisco Gonzales was not evacuated from his home after a dangerous build-up of toxic gases was discovered in eight homes across the street. He suffered from nosebleeds for months on end and didn't received any financial help from either the company or the county to relocate. Chemicals in the air included toluene, ethyl-benzene and xylene.”

“Después de una fuga de Petro Capital recursos de la tubería en 2014, residente Francisco Gonzales no fue evacuado de su casa después de una

---

<sup>31</sup> HILLER, J. Something's in the air. San Antonio Express News. [Sitio web]. 2013, July 20. [Retrieved June 26, 2016]. From <<http://www.expressnews.com/news/energy/article/Something-s-in-the-air-4676882.php?t=f8cfae68c3dffd779b>>

peligrosa acumulación de gases tóxicos fue descubierto en ocho hogares a través de la calle. Él sufrió de hemorragias nasales durante meses y no recibió ningún tipo de ayuda financiera de la empresa o del condado para trasladarse. Los productos químicos en el aire incluyen tolueno, etil benceno y xileno.”<sup>32(\*\*)</sup>

•Lugar: Weld County, CO  
Fecha de publicación: julio de 2015  
Acontecimiento:

“Jim Freemyer died in Weld County, CO in July 2014 from inhaling a toxic mix of chemicals. He was wearing a protective mask while measuring oil levels after opening a tank hatch when he was found by a coworker. He is one of nine oil workers found to have died this way since 2010.”

“Jim Freemyer murió en el condado de Weld, CO julio de 2014 de la inhalación de una mezcla tóxica de productos químicos. Llevaba una máscara de protección durante la medición de los niveles de aceite después de abrir una escotilla del tanque cuando fue encontrado por un compañero de trabajo. Él es uno de los nueve trabajadores petroleros considerado que habían muerto de esta manera desde 2010.”<sup>33(\*\*)</sup>

### 3.2.4 Impactos sobre la salud ocupacional

El mayor número de casos reportados se relacionaron con la salud ocupacional, con un total de 194 sumarios, de los cuales se encuentran morbilidad y mortalidad por accidente laboral, explosión de tubería de gas natural, explosión de pozo de agua subterránea, accidente de tránsito, vapores químicos, incendio por gas natural, reventones y evacuaciones. Tal como se aprecia en los ejemplos que se muestran a continuación:

•Lugar: Bridgeville, PA  
Fecha de publicación: julio de 2009  
Acontecimiento:

“In Bridgeville, Pennsylvania, two homes exploded when a well casing failed and methane seeped into their basements.”

---

<sup>32</sup> AGUIRRE, G. What happens when your house becomes too dangerous to live in, thanks to the local Petroleum Company. Faces of Fracking.org. [Sitio web]. 2014. [Retrieved June 20, 2016]. From <http://www.facesoffracking.org/story/gustavo-aguirre-jr/>

<sup>33</sup> WHALEY, M. Colorado judge awards benefits from Weld County oil patch death. The Denver Post. [Sitio web]. 2015, July 28. [Retrieved June 24, 2016]. From [http://www.denverpost.com/news/ci\\_28552933/colorado-judge-awards-benefits-from-oil-patch-death](http://www.denverpost.com/news/ci_28552933/colorado-judge-awards-benefits-from-oil-patch-death)

“En Bridgeville, Pennsylvania, dos casas explotaron cuando un revestimiento del pozo fracasó y el metano se filtra en sus sótanos.”<sup>34(\*\*)</sup>

•Lugar: Carnes, MS

Fecha de publicación: abril de 2010

Acontecimiento:

“In 2009, two local Mississippi teens were killed when a natural gas tank at a well production site exploded. According to local teens, the site was a popular hangout, and the teens' parents say that the deaths could have been prevented if some warning signs had been posted.”

“En 2009, dos adolescentes locales Mississippi murieron cuando un tanque de gas natural a un sitio de producción del pozo explotó. De acuerdo con los adolescentes locales, el lugar era un sitio muy frecuentado, y los padres de los adolescentes dicen que las muertes se podrían haber evitado si algunas señales de advertencia se habían publicado.”<sup>35(\*\*)</sup>

•Lugar: Rifle, CO

Fecha de publicación: Mayo de 2010

Acontecimiento:

“Also, a man who worked for a drilling company cleaning tanks that contained hydraulic fracturing fluids believes his contact with those fluids caused his cancer. The man, 42, has incurable pancreatic and liver cancer.”

“Además, un hombre que trabajaba para una empresa de perforación tanques que contenían líquidos de fracturación hidráulica limpieza cree que su contacto con los fluidos causado su cáncer. El hombre, de 42 años, tiene de páncreas incurable y cáncer de hígado.”<sup>36(\*\*)</sup>

---

<sup>34</sup> LUSTGARTEN, A. Water Problems From Drilling Are More Frequent Than PA Officials Said. ProPublica. [Sitio web]. 2009, July 31. [Retrieved July 4, 2016]. From <<http://www.propublica.org/article/water-problems-from-drilling-are-more-frequent-than-officials-said-731>>

<sup>35</sup> CANDIOTTI, S., & LEVITT, R. Fatal gas tank blast brings calls for better warnings. CNN. [Sitio web]. 2010, April 12. [Retrieved June 26, 2016]. From <http://www.cnn.com/2010/US/04/11/gas.tank.safety/index.html?iref=allsearch>

<sup>36</sup> WEBB, D. Worker believes cancer caused by fracking fluids. Grand Junction Sentinel. [Sitio web]. 2010, May 11. [Retrieved June 23, 2016]. From <[http://www.gjsentinel.com/news/articles/worker\\_believes\\_cancer\\_caused](http://www.gjsentinel.com/news/articles/worker_believes_cancer_caused)>

•Lugar: Perrin, TX

Fecha de publicación: agosto de 2015

Acontecimiento:

“On August 2, 2014, a water well exploded in Perrin, TX, burning a family of four, including a 4-year-old child. The well was contaminated with methane gas from nearby natural gas fracking operations. The family is now involved in a lawsuit with the energy companies who own the gas wells, which are located approximately 1,000 feet away from the family's water well.”

“El 2 de agosto de 2014, un pozo de agua explotó en Perrin, TX, la quema de una familia de cuatro personas, incluyendo un niño de 4 años de edad. El pozo se contaminó con gas metano de las operaciones de fractura hidráulica de gas en las inmediaciones natural. La familia está involucrada en una demanda con las compañías de energía que son dueños de los pozos de gas, que se encuentran cerca de 1.000 pies de distancia del pozo de agua de la familia.”<sup>37(\*\*)</sup>

---

<sup>37</sup> LEE, D. Fracked Water Explodes, Burning Family. Courthouse News Service. [Sitio web]. 2015, August 10. [Retrieved June 28, 2016]. From <http://www.courthousenews.com/2015/08/10/fracked-water-explodes-burning-family.htm>

## **4.GESTIÓN DEL RIESGO EN COLOMBIA FRENTE A LOS FRACCIDENTES**

### **4.1 NORMATIVIDAD EN COLOMBIA FRENTE AL DESARROLLO DEL FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO.**

La legislación colombiana frente a las operaciones de los yacimientos no convencionales es escasa por no decir que nula, Colombia cuenta con una resolución expedida al respecto, la Resolución 90341 del año 2014 del Ministerio de Minas y Energía<sup>38</sup>, por la cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales. En particular, requiere que el informe de trabajo a presentarse ante el ministerio contenga entre otros puntos el análisis del riesgo para: i) El riesgo de intercomunicación de pozos; ii) El riesgo de migración de fluidos; iii) El riesgo de generar sismicidad desencadenada.

De acuerdo con los análisis de los fraccidentes, se puede aseverar que de los tres riesgos que exige la resolución anterior, el único riesgo que con una alta certeza se puede presentar en Colombia es la migración de fluidos en el pozo debido a que existió un alto porcentaje (62%) de casos que documentaron la existencia directa e indirecta del mismo (ver anexo D). Para los restantes dos riesgos, no se registró ningún caso para el riesgo i y la ocurrencia fue muy baja para el riesgo iii (2%).

### **4.2 GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

De acuerdo con los términos de referencia del Ministerio de Ambiente<sup>39</sup> para la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) - proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, se requiere de la presentación del informe detallado de la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, entre ellos el agua superficial y subterránea. Siguiendo con la metodología consignada en estos términos de referencia, se recomienda seguir la Ley 373 de 1997 o Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y la Política de Producción más Limpia y Consumo sostenible.

---

<sup>38</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90341 del 2014 (27 de Marzo de 2014). Por el cual “Se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”. Bogotá D.C. Diario Oficial 49.106, 2014.

<sup>39</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Términos de referencia Sector Hidrocarburos. (2010). Estudio de Impacto Ambiental. Proyectos De Explotación De Hidrocarburos. [En línea]. [Citado en 3 de junio de 2016]. Disponible en: [http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res\\_1544\\_060810\\_%20tdr\\_explotacion\\_hidrocarburos.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1544_060810_%20tdr_explotacion_hidrocarburos.pdf)

El objetivo de desarrollar estos EIA, es cumplir con el objetivo general de la política, el cual establece resumidamente que se debe garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico mediante el cumplimiento de seis objetivos específicos: oferta, demanda, calidad, riesgo, fortalecimiento institucional y gobernabilidad.

En el cuadro 8 se muestra la gestión de los riesgos potencialmente altos encontrados durante el análisis de los fraccidentes, mediante el ajuste de principios, objetivos y metas que contempla la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Esta Política conlleva varios principios y objetivos, sin embargo, en esta monografía se presentan aquellos que son relevantes para la gestión de los riesgos aquí estudiados.

Como resultado se presenta que de los seis objetivos planteados en la política, cinco son relevantes para gestionar los riesgos analizados: Oferta, calidad riesgos, fortalecimiento institucional y gobernabilidad. Para cada uno de estos cinco objetivos se describen algunas de las estrategias acorde con los requerimientos manifestados. Dicho lo anterior se contabilizaron diez estrategias enfocadas a cumplir con los objetivos planteados, los cuales se presentan con su numeración original. Cada estrategia se relaciona con una generalización de los fraccidentes consultados que permita su gestión adecuada según la política colombiana. Estos fraccidentes se nombraron de acuerdo con su relevancia en cada estrategia, por ello en algunos casos no hubo ningún fraccidente que aplicara (N/A) porque no se encontró la información en detalle, sin embargo, son de alta relevancia y por ello se traen a colación.

En el mismo cuadro, en la columna de riesgos se registra la consecuencia directa de no aplicarse la estrategia identificada. Por ejemplo, sino se hace uso eficiente y sostenible del agua, como resultado se obtiene la muerte excesiva de peces. En otros casos, en lugar de relacionar una consecuencia directa se opta por especificar que no se tuvo en cuenta el tipo de estrategia en cuestión. Por ejemplo, para la estrategia 2.1 no se encontró ningún fraccidente que la hubiera implementado.

Con respecto a este análisis se debe aclarar que los fraccidente solo informan de la noticia sin profundizar en detalles más técnicos que permitan hacer un análisis más exacto, por lo que se sugiere para el caso colombiano, tener en cuenta en la divulgación de las noticias de sus fraccidentes las estrategias implementadas. Por último, dentro de las líneas de acción estratégica se plantea la forma en la cual el país debe actuar frente la gestión del riesgo identificado anteriormente.

**Cuadro 8. Gestión del recurso hídrico.**

ESTRATEGIAS	FRACCIDENTE	RIESGOS	LINEAS DE ACCIÓN ESTRATÉGICAS
Objetivo general: Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.			
OBJETIVO 2. OFERTA : Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país			
2.1 Caracterización y cuantificación de la demanda del agua en cuencas priorizadas	N/A	No hubo planificación.	Cumplir con la meta general de la política y las líneas de acción estratégica
2.2 Incorporación de la gestión integral del recurso hídrico en los principales sectores productivos usuarios del agua	N/A	No se incorporó la gestión del recurso a los casos particulares	Creación de planes estratégicos en la gestión integral del recurso hídrico
2.3 Uso eficiente y sostenible del agua	Hubo casos con consumo excesivo de agua	Muerte excesiva de peces	2.3.3 Implementar de los programas uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA)
Objetivo 3. CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico			
3.1 Ordenamiento y reglamentación de usos del recurso	N/A	N/A	3.1.1 Desarrollar y aplicar la ordenación, reglamentación y el registro de usuarios en las cuencas priorizadas
3.2 Reducción de la contaminación del recurso hídrico	La mayoría de casos se relaciona con la contaminación	Para salud pública y ecosistemas	3.2.1 Reducir los aportes de contaminación puntual y difusa, a partir de producción limpia (prevención) y tratamiento de aguas residuales industriales
3.3 Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua	Se establece niveles de permisibilidad para muchos contaminantes (As, CH4, B, Mn, Mg, Cl, Sales, etc.)	Morbilidad y mortalidad	3.3.1 Formular e implementar el programa nacional de monitoreo del recurso hídrico. 3.3.5 Incrementar y/o mejorar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de vertimientos, de tal forma que permitan conocer periódicamente su evolución, así como la calidad y el estado de los cuerpos de agua receptores priorizados en el Plan Hídrico Nacional.
Objetivo 4. RIESGOS: Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua			

**Continuación cuadro 8. Gestión del recurso hídrico.**

ESTRATEGIAS	FRACCIDENTE	RIESGOS	LINEAS DE ACCIÓN ESTRATÉGICAS
4.1 Generación y divulgación de información y conocimiento sobre riesgos que afecten la oferta y disponibilidad hídrica.	Creación de la página con el registro de los Fraccidentes, sin estar sistematizada	Riesgos asociados a la oferta hídrica	<p>4.1.1 Generar conocimiento sobre los riesgos asociados al recurso hídrico, mediante acciones como la identificación y caracterización de la vulnerabilidad de los ecosistemas clave y sistemas artificiales para la regulación hídrica</p> <p>4.1.3 Sistematizar la información relacionada con los riesgos que afectan la oferta y disponibilidad hídrica, y divulgarla a la comunidad para que los conozca y los prevenga.</p>
<b>Objetivo 5. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL: Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico</b>			
5.1 Mejoramiento de la capacidad de gestión pública del recurso hídrico	La competencia de autoridad ambiental no se articuló a los intereses de la comunidad sino de las empresas. No se atendían las peticiones de monitorear la calidad del agua.	No se atienden oportuna y eficazmente las solicitudes de la comunidad con riesgo a su salud y su calidad de vida	<p>5.1.1 Mejorar la capacidad de gestión integral del recurso hídrico en las autoridades ambientales y otros tomadores de decisiones.</p> <p>5.1.2 Articular y coordinar entre el MAVDT y las autoridades ambientales, las acciones que tengan incidencia sobre el recurso hídrico, con otros Ministerios y con los entes territoriales.</p>
5.2 Formación, investigación y gestión de la información	Earthjustice se constituye con un grupo que constituye y apoyo a los requerimientos de la comunidad	La disponibilidad de la información depende la fuente y no del recopilador	5.2.1 Formular e implementar un plan nacional de investigación y formación en la gestión integral del recurso hídrico.
<b>Objetivo 6. GOBERNABILIDAD: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico</b>			
6.3 Manejo de conflictos	N/A	Prima los intereses privados a los comunitarios	6.3.1 Identificar, caracterizar y clasificar los conflictos relacionados con el recurso hídrico.

### 4.3 GESTIÓN DEL RECURSO AIRE

Este tipo de gestión se realiza de acuerdo con la política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial<sup>40</sup>, orientada por los principios fundamentales consagrados en la Constitución Nacional, en la Ley 99 de 1993 y la normatividad ambiental que la desarrolla, así como los que están contenidos en el documento del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 en el capítulo “Una Gestión Ambiental y del Riesgo que Promueva el Desarrollo Sostenible”.

El objetivo de este régimen jurídico es cumplir con el objetivo general de la política, el cual se enfoca en garantizar la calidad del aire mediante el cumplimiento de 5 objetivos específicos, que se muestran en el cuadro 9.

De igual forma, como se procedió para la gestión del agua en este apartado se sigue el mismo formato para la gestión del aire, en el cual todos los objetivos planteados en la política son relevantes para la gestión de los riesgos identificados en los fraccidentes. En primer lugar, se establece la regulación de los contaminantes que afectan la salud y el bienestar humano, así como las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. En segundo lugar, se identifican las principales fuentes de emisiones contaminantes o GEI, que se relacionan con accidentes laborales o de tránsito que provocan fugas, reventones, incendios, migración de fluidos, quema de gas, liberaciones de gas.

En tercer lugar, se establecen las medidas de manejo ambiental y los actores relacionados con la prevención y control de las emisiones de gases y ruido. No obstante por falta de información consignada en los fraccidentes analizados no se puede precisar el análisis del mismo. Finalmente, se consideran los compromisos internacionales asumidos por Colombia para la prevención y control de la contaminación atmosférica, como la protección de la capa de ozono, el transporte de sustancias tóxicas, el uso COPs, entre otros.

**Cuadro 9. Gestión del recurso aire.**

ESTRATEGIAS	FRACCIDENTE	RIESGOS	LINEAS DE ACCIÓN ESTRATEGICAS
Objetivo general: Impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad del aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible.			

<sup>40</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política de Prevención y Control de la Contaminación del aire. (2010). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas\\_de\\_la\\_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica\\_de\\_Prevenci%C3%B3n\\_y\\_Control\\_de\\_la\\_Contaminaci%C3%B3n\\_del\\_Aire.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_de_Prevenci%C3%B3n_y_Control_de_la_Contaminaci%C3%B3n_del_Aire.pdf)>

**Continuación cuadro 9. Gestión del recurso aire.**

ESTRATEGIAS	FRACCIDENTE	RIESGOS	LINEAS DE ACCIÓN ESTRATEGICAS
Objetivo 1. Regular los contaminantes de la atmósfera que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población, fijando niveles adecuados para proteger la salud de la población y el bienestar humano			
1.1. Reglamentación de los contaminantes que afectan la salud de la población y el bienestar humano implementada	Detectaron niveles por encima de lo normal de sustancias químicas en el aire, como el azufre (300 veces niveles más altos), metano, H2S, Benceno, di sulfuro de Carbono.	Morbilidad y contribuye al calentamiento global	Implementar la reglamentación de los contaminantes que afectan la salud y el bienestar humano Asegurar las mediciones de calidad del aire y ruido ambiental
1.2. Línea base de calidad del aire y ruido cuantificada, actualizada y consolidada a nivel nacional	Debido a las actividades del fracking la comunidad se enfrenta al ruido constante, como un generador de alta potencia	Morbilidad	Cuantificar y actualizar la línea base de calidad del aire y ruido Consolidar la línea base de calidad del aire y ruido a nivel nacional
Objetivo 2. Identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes que afectan la salud humana y el bienestar de la población			
2.1. Inventarios de emisiones realizados y consolidados a nivel nacional	Registro de los Fraccidentes	Morbilidad y mortalidad	Elaborar inventarios de emisiones
2.2. Generadores de material particulado identificados en las zonas más contaminadas del país	N/A	No se identifiquen las zonas contaminadas	Caracterizar las muestras de material particulado
2.3. Calidad del aire modelada en centros urbanos y corredores industriales con zonas contaminadas identificadas	Se monitoreó las áreas afectadas en los Fraccidentes	No identificar todas las sustancias presentes	Modelar la calidad del aire
Objetivo 3. Establecer, promover y fortalecer las estrategias para prevenir y minimizar la generación de emisiones de contaminantes y de ruido a la atmósfera			
3.1. Programas de descontaminación establecidos en zonas contaminadas por aire o ruido	N/A	Que persista el ruido	Implementar programas de reducción de la contaminación

**Continuación cuadro 9. Gestión del recurso aire.**

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>FRACCIDENTE</b>	<b>RIESGOS</b>	<b>LINEAS DE ACCIÓN ESTRATEGICAS</b>
3.2. Reglamentación sobre fuentes fijas implementada	N/A	Ser muy permisibles con los valores fijados, se continua la contaminación, que no se haga un continuo seguimiento y monitoreo de las fuentes fijas existentes	Implementar la reglamentación para fuentes fijas
			Asegurar la calidad en la medición de fuentes fijas
			Consolidar la línea base de emisiones por fuentes fijas
3.3. Reconversión tecnológica de la industria implementada	N/A	No sea implementada por altos costos	Reconvertir la tecnológica de los sectores industriales
3.4. Reglamentación sobre fuentes móviles implementada	N/A	Ser muy permisibles con los valores fijados, se continua la contaminación, que no se haga un continuo seguimiento y monitoreo de las fuentes móviles existentes	Implementar la reglamentación para fuentes móviles
			Asegurar la calidad en la medición de fuentes móviles
			Consolidar la línea base de emisiones por fuentes móviles
Objetivo 4. Fortalecer espacios de coordinación, participación y capacitación que involucren a los diferentes actores relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire			
4.3. Mesas regionales de calidad del aire en operación	N/A	Que las entidades responsables del seguimiento no estén informadas de los estados actuales de las emisiones de la industria.	Implementar de mesas regionales de calidad del aire
4.5. Programa de capacitación implementado	N/A	Que no se ejecute el programa, dando lugar a los accidentes.	Implementar un programa de capacitación orientado a los diferentes actores relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire
Objetivo 5. Continuar la implementación de compromisos internacionales adquiridos por el país e incrementar el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, relacionadas con prevención y control de la contaminación atmosférica			
5.1. Sistema nacional de vigilancia de PM2.5 implementado	N/A	Contribuir con el calentamiento global, crear discordias políticas y ser sancionados	Implementar el sistema nacional de vigilancia de PM2.5

**Continuación cuadro 9. Gestión del recurso aire.**

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>FRACCIDENTE</b>	<b>RIESGOS</b>	<b>LINEAS DE ACCIÓN ESTRATEGICAS</b>
5.2. Sustancias agotadoras de la capa de ozono eliminadas	N/A	Reducir la capa de ozono, morbilidad	Realizar actividades en el marco del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y su Protocolo de Montreal
5.3. Reducción de emisión de Gases de Efecto Invernadero	La combustión del coctel de gases tóxicos (mezcla de gas metano, H2S, Benceno, di sulfuro de Carbono, cloro entre otros)	Contribuir con el calentamiento global, morbilidad y mortalidad	Realizar actividades en el marco del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto
5.4. Reducción de las liberaciones de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) de generación no intencional, incluidos en el anexo C del Convenio de Estocolmo	No generan directamente COPs, sin embargo son empleados en la industria.	Contribuir con el calentamiento global, morbilidad y mortalidad	Realizar actividades en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)
5.5. Reducción de las emisiones de mercurio	Se registra niveles elevados de mercurio en el agua, el cual puede reaccionar generando nuevos compuestos.	Se formen nuevos compuestos más peligrosos, morbilidad y mortalidad	Controlar las emisiones de mercurio en cualquiera de sus manifestaciones

#### **4.4 GESTIÓN DEL RIESGO LABORAL**

Teniendo en cuenta los términos de referencia del Ministerio de Ambiente<sup>41</sup> para la presentación de los EIA proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, específicamente el Plan de gestión del riesgo, se propone implementar la metodología para prevención de accidentes laborales. En primer lugar, se contempla el análisis de los posibles accidentes, lugar, afectados (medio biótico y abiótico), para luego enfocarse en el conocimiento del riesgo, que implica las diferentes fases de identificación, priorización, caracterización, análisis y evaluación. Seguidamente se proponen acorde con el Ministerio de Ambiente,

<sup>41</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Términos de referencia Sector Hidrocarburos. (2010). Estudio de Impacto Ambiental. Proyectos De Explotación De Hidrocarburos. [En línea]. [Citado en 3 de junio de 2016]. Disponible en: [http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res\\_1544\\_060810\\_%20tdr\\_explotacion\\_hidrocarburos.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1544_060810_%20tdr_explotacion_hidrocarburos.pdf)

Vivienda y Desarrollo Territorial<sup>42</sup> las estrategias encaminadas a la reducción del riesgo, las cuales conllevan medidas de prevención y mitigación para minimizar daños y pérdidas. Así mismo, se considera el manejo de la contingencia, que comprende la preparación y ejecución de la respuesta ante la ocurrencia de emergencias y de la posterior recuperación de los elementos afectados en caso que se materializarse el riesgo.

Del mismo modo, la gestión laboral se puede soportar en la Ley 1523 del 24 de abril del año 2012 del Congreso<sup>43</sup>, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. No solo podemos soportarnos en la jurisprudencia anterior sino también en el Decreto 321 del año 1999 (febrero 17) publicado en el Diario Oficial Numero 43.507, del 22 de febrero de 1999, Ministerio Del Interior<sup>44</sup>, por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas. Ambos planes buscan garantizar un manejo oportuno y eficiente de los recursos económicos y tecnológicos disponibles y las habilidades administrativas y creativas del personal.

---

<sup>42</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS. (2014). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/TdR%20exploracion%20HC%20VF%20Para%20adopc%C3%B3n%20sin%20CC.pdf>> pag 60

<sup>43</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1523 de 2012 (Abril 24 de 2012). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

<sup>44</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL INTERIOR. Decreto 321 de 1999 (Febrero 17 de 2012). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Diario Oficial 43.507 Disponible en: <[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec\\_0321\\_1999.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec_0321_1999.pdf)>

## 5.CONCLUSIONES

- Se propuso una forma de sistematización breve y corta de los fraccidentes recopilados por Earthjustice obteniendo nueve categorías sobresalientes: afectación al agua; contaminación del aire, fugas; contaminación del suelo, vibraciones, grietas; afectaciones a la vida; muerte; derrames, fugas y vertimientos; explosiones, reventones, incendios, accidentes; evacuaciones y otros.
- Se registraron afectaciones en primera instancia esencialmente en explosiones, reventones, incendios con el 26% de los casos, afectación al agua con un 19%, muertes con el 17%, derrames, fugas y vertimientos con el 13% y el restante 25% se distribuye en las otras categorías. Es decir que el componente más impactado fue el socioeconómico con el 56% de los reportes.
- Al comparar los resultados con la inspección legislativa se determinó que en la Resolución 90341 del año 2014 considera uno de los tres riesgos más propensos en suceder, la migración de fluidos y no contempla algún desentendiéndose del riesgo eminente, como el laboral y la afectación del aire.
- Los riesgos más relevantes se gestionan mediante las siguientes normativas colombianas: recurso acuático con la Ley 373 de 1997 o Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y la Política de Producción más Limpia y Consumo sostenible; el recurso aire con la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire y finalmente el riesgo laboral de acuerdo a la Ley 1523 del 24 de abril del año 2012 y el Decreto 321 del año 1999.

## 6. RECOMENDACIONES

- Sistematizar detalladamente los fraccidentes para profundizar en ellos, esencialmente en la fuente de los accidentes reportados para obtener un análisis más certero de la situación y así poder tomar medidas frente a la situación.
- Correlacionar matricialmente las consecuencias directas e indirectas de los fraccidentes para la correcta gestión de los riesgos presentados.
- Revisar la Resolución 90341 del año 2014 de acuerdo con los fraccidentes ocurridos en el mundo y así ajustar los riesgos más altos a la legislación al país que se encuentra en construcción.
- Concentrar la gestión integral del riesgo a la gestión del agua, diseñando estrategias de producción sostenible en la industria del fracturamiento hidráulico para mínima el daño al recurso hídrico del país especialmente por la migración de fluidos, tanto directa e indirectamente en los fraccidentes ocurridos.

## BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, G. What happens when your house becomes too dangerous to live in, thanks to the local Petroleum Company. Faces of Fracking.org. [Sitio web]. 2014. [Retrieved June 20, 2016]. From <http://www.facesoffracking.org/story/gustavo-aguirre-jr/>
2. AHUMADA ROJAS, ÓMAR G. Con menos interés de firmas, 'fracking' busca recuperar terreno: Compañía casi se va de Colombia. Petroleros dicen que debe permitirse validar el nivel de recursos. En: El Tiempo [en línea]. 17 de abr., 2016. [Citado en 25 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/fracking-en-colombia-busca-levantar-vuelo/16566106>
3. ASOCIACION COLOMBIANA DE PETROLEO. Los yacimientos no convencionales y su importancia para Colombia [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <https://www.acp.com.co/images/pdf/petroleoygas/yacimientosnoconvencionales/Cartilla%20YNCv3>
4. ASOCIACIÓN POR EL MEDIO AMBIENTE Y CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. Que es el Fracking, Un Poquito de Historia y Situación actual [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: [http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#\\_ftnref2](http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#_ftnref2)
5. ASOCIACIÓN POR EL MEDIO AMBIENTE Y CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. Que es el Fracking, Un Poquito de Historia y Situación actual [en línea]. [Citado en 11 de mayo de 2016] Disponible en: [http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#\\_ftnref2](http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584#_ftnref2)
6. AVRAM, Lazăr; STOICA, Monica Emanuela; CRISTESCU, Tudora. ECOLOGICAL ASPECTS ON EXPLORATION AND EXPLOITATION OF SHALE GAS. Revista Minelor/Mining Revue, 2014, vol. 20, no 4.
7. BLAKE, M. Halliburton fracking spill mystery: What chemicals polluted an Ohio waterway?. Grist. [Sitio web]. 2014, July 24. [Retrieved June 20, 2016]. From <http://grist.org/climate-energy/halliburton-fracking-spill-mystery-what-chemicals-polluted-an-ohio-waterway/>
8. CAIN, C., Fernandez L., & NBC Bay Area Staff. Oakland Street on Fire After Gas Line Erupts. [Sitio web]. 2013, December 10. [Retrieved June 18, 2016]. from

<<http://www.nbcbayarea.com/news/local/Oakland-Gas-Line-Erupts-Into-Flames-235249701.html>>

9. CANDIOTTI, S., & Levitt, R. Fatal gas tank blast brings calls for better warnings. CNN. [Sitio web]. 2010, April 12. [Retrieved June 26, 2016]. From <http://www.cnn.com/2010/US/04/11/gas.tank.safety/index.html?iref=allsearch>

10. COLOMBIA, NORMA TÉCNICA. "NTC 1486 (Sexta Actualización)." Trabajos escritos: Presentación y referencias bibliográficas. Contacto Grafico. Bogotá (2009).

11. COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1523 de 2012 (Abril 24 de 2012). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

12. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS. (2014). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/TdR%20exploracion%20HC%20V%20Para%20adopci%C3%B3n%20sin%20CC.pdf>> pag 60

13. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política de Prevención y Control de la Contaminación del aire. (2010). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas\\_de\\_la\\_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica\\_de\\_Prevenci%C3%B3n\\_y\\_Control\\_de\\_la\\_Contaminaci%C3%B3n\\_del\\_Aire.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_de_Prevenci%C3%B3n_y_Control_de_la_Contaminaci%C3%B3n_del_Aire.pdf)

14. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Términos de referencia Sector Hidrocarburos. (2010). Estudio de Impacto Ambiental. Proyectos De Explotación De Hidrocarburos. [En línea]. [Citado en 3 de junio de 2016]. Disponible en: [http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res\\_1544\\_060810\\_%20tdr\\_explotacion\\_hidrocarburos.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1544_060810_%20tdr_explotacion_hidrocarburos.pdf)

15. COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90341 del 2014 (27 de Marzo de 2014). Por el cual "Se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales". Bogotá D.C. Diario Oficial 49.106, 2014.

16. COLOMBIA. MINISTERIO DEL INTERIOR. Decreto 321 de 1999 (Febrero 17 de 2012). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Diario Oficial 43.507

Disponible en. [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec\\_0321\\_1999.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec_0321_1999.pdf)

17. COLOMBIA, NORMA TÉCNICA. "GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 104" GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL PRINCIPIOS Y PROCESO. Bogotá (2009).

18. DEC. Natural Gas Development Activities & High–Volume Hydraulic fracturing [en línea]. [citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: <[http://www.dec.ny.gov/docs/materials\\_minerals\\_pdf/rdsgeisch50911.pdf](http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/rdsgeisch50911.pdf) > p. 26

19. DIERKES, R. Monroe County Pipeline Fire Scene Cleared; Investigation Continues. Your Ohio Valley.com. [Sitio web]. 2014, October 31. [Retrieved July 4, 2016]. From <http://www.yourohiovalley.com/story/27055643/crews-responding-to-pipeline-explosion-on-mellotts-ridge-monroe-county>.

20. EARTHJUSTICE. Fracking across The United States [en línea]. Estados Unidos. [citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible <<http://earthjustice.org/features/campaigns/fracking-across-the-united-states#>>

21. EARTHJUSTICE. TODOS TENEMOS EL DERECHO FUNDAMENTAL A UN MEDIOAMBIENTE SALUDABLE. [En línea]. [Citado en 30 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://earthjustice.org/features/planeta-saludable>

22. ECO PORTAL.NET. Lista de países que prohibieron el 'fracking'. Antecedentes para la discusión [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <[http://www.ecoport.net/Eco-Noticias/Lista\\_de\\_paises\\_que\\_prohibieron\\_el\\_fracking\\_.Antecedentes\\_para\\_la\\_discusion](http://www.ecoport.net/Eco-Noticias/Lista_de_paises_que_prohibieron_el_fracking_.Antecedentes_para_la_discusion)>

23. EL PAÍS. Colombia podría triplicar sus reservas de petróleo y gas con fracking: ACP En: El País [en línea]. (14 de oct., 2014). [citado en 14 de mayo de 2016] Disponible en: <<http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/colombia-podria-triplicar-sus-reservas-petroleo-y-gas-con-fracking-acp>>

24. EPA. The Process of Hydraulic Fracturing. [En línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: < <https://www.epa.gov/hydraulicfracturing/process-hydraulic-fracturing>>

25. EUROPA PRESS. CCOO pide prohibir la extracción de gas mediante 'fracking' y retirar los permisos concedidos en Cantabria y otras CCAA [en línea]. [citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: <<http://www.europapress.es/cantabria/noticia-ccoo-pide-prohibir-extraccion-gas-fracking-retirar-permisos-concedidos-cantabria-otras-ccaa-20120112163047.html>>

26. GOLDENBERG, S. A Texan tragedy: ample oil, no water. The Guardian. [Sitio web]. 2013, August 11. [Retrieved June 26, 2016]. From <http://www.theguardian.com/environment/2013/aug/11/texas-tragedy-ample-oil-no-water>
27. HILLER, J. Something's in the air. San Antonio Express News. [Sitio web]. 2013, July 20. [Retrieved June 26, 2016]. From <http://www.expressnews.com/news/energy/article/Something-s-in-the-air-4676882.php?t=f8cfae68c3dff779b>
28. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Recomendaciones ambientales en relación con las medidas preventivas y correctoras a considerar en proyectos relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos mediante técnicas de fractura hidráulica [en línea]. [citado en 3 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://web.ua.es/es/fracking/documentos/documentos-de-interes/igme-recomendaciones.pdf> >
29. LEE, D. Fracked Water Explodes, Burning Family. Courthouse News Service. [Sitio web]. 2015, August 10. [Retrieved June 28, 2016]. From <http://www.courthousenews.com/2015/08/10/fracked-water-explodes-burning-family.htm>
30. LUSTGARTEN, A. How the West's Energy Boom Could Threaten Drinking Water for 1 in 12 Americans. ProPublica. [Sitio web]. 2008, December 21. [Retrieved June 23, 2016]. From <https://www.propublica.org/article/how-the-west-s-energy-boom-could-threaten-drinking-water-for-1-in-12-america>
31. LUSTGARTEN, A. Water Problems From Drilling Are More Frequent Than PA Officials Said. ProPublica. [Sitio web]. 2009, July 31. [Retrieved July 4, 2016]. From <http://www.propublica.org/article/water-problems-from-drilling-are-more-frequent-than-officials-said-731>
32. MOORE, C. Q&A: The challenge of fixing the Hawthorne methane leak. SCPR. [Sitio web]. 2013, September 19. [Retrieved June 21, 2016]. From <http://www.scpr.org/news/2013/09/19/39358/q-a-the-challenge-of-fixing-the-hawthorne-methane/>
33. O'BRIEN, W. Multiple injuries reported at Branchburg gas pipeline facility flash fire. NJ.com. [sitio web]. 2013, May 30. [Retrieved July 11, 2016]. From [http://www.nj.com/somerset/index.ssf/2013/05/multiple\\_injuries\\_reported\\_at.html](http://www.nj.com/somerset/index.ssf/2013/05/multiple_injuries_reported_at.html)
34. Plan de valorización del riesgo. [En línea]. [Citado en agosto 10 de 2016]. Disponible en: [www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086\\_Cap5.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/020086/020086_Cap5.pdf)

35. SIRON, C. Texas floods washing fracking chemicals, crude oil into rivers. The Dallas Morning News. [Sitio web]. 2016, May 1. [Retrieved June 26, 2016], from <http://thescoopblog.dallasnews.com/2016/05/texas-floods-washing-fracking-chemicals-crude-oil-into-rivers.html/>
36. SOLANA PETROLEUM COLOMBIA. Plan de contingencia Informe AA-INT-326. P. 8.
37. SZYMCZAK, Stephen, et al. Minimizing Environmental and Economic Risks with a Proppant-Sized Solid-Scale-Inhibitor Additive in the Bakken Formation. SPE Production & Operations, 2013, vol. 29, no 01.
38. THE ASSOCIATED PRESS. 4 injured, 200 evacuated after Washington natural gas plant explosion. [Sitio web]. 2014, March 31. [Retrieved June 18, 2016]. from [http://www.oregonlive.com/pacific-northwest-news/index.ssf/2014/03/4\\_injured\\_200\\_evacuated\\_after.html](http://www.oregonlive.com/pacific-northwest-news/index.ssf/2014/03/4_injured_200_evacuated_after.html)
39. UNIVERSIDAD PEDAGOGICA DE COLOMBIA. Guía Riesgos Ambientales [en línea]. [Citado en 10 de mayo de 2016]. Disponible en: [http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA\\_RIESGOS\\_AMBIENTALES\\_UPN.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA_RIESGOS_AMBIENTALES_UPN.pdf)
40. WEBB, D. Worker believes cancer caused by fracking fluids. Grand Junction Sentinel. [Sitio web]. 2010, May 11. [Retrieved June 23, 2016]. From [http://www.gjsentinel.com/news/articles/worker\\_believes\\_cancer\\_caused](http://www.gjsentinel.com/news/articles/worker_believes_cancer_caused)
41. WHALEY, M. Colorado judge awards benefits from Weld County oil patch death. The Denver Post. [Sitio web]. 2015, July 28. [Retrieved June 24, 2016]. From [http://www.denverpost.com/news/ci\\_28552933/colorado-judge-awards-benefits-from-oil-patch-death](http://www.denverpost.com/news/ci_28552933/colorado-judge-awards-benefits-from-oil-patch-death)
42. WILLIAMS, D. Wyo. fracking contamination case eerily similar to Colorado's Divide Creek accident. The Colorado Independent. [Sitio web]. 2009, September 18. [Retrieved June 23, 2016]. from <http://coloradoindependent.com/38146/wyo-fracking-contamination-case-eerily-similar-to-colorados-divide-creek-accident>
43. WINTER, Mary. Drilling down on shale gas. En: EBSCO HOST. [Sitio web]. State Legislatures; Jul/Aug2013, Vol. 39 Issue 7, p8 [Citado en 10 de mayo de 2016] Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=19247540-d67e-4cd9-926c-2b0dc49ba48b%40sessionmgr106&vid=6&hid=116>

## ANEXOS

