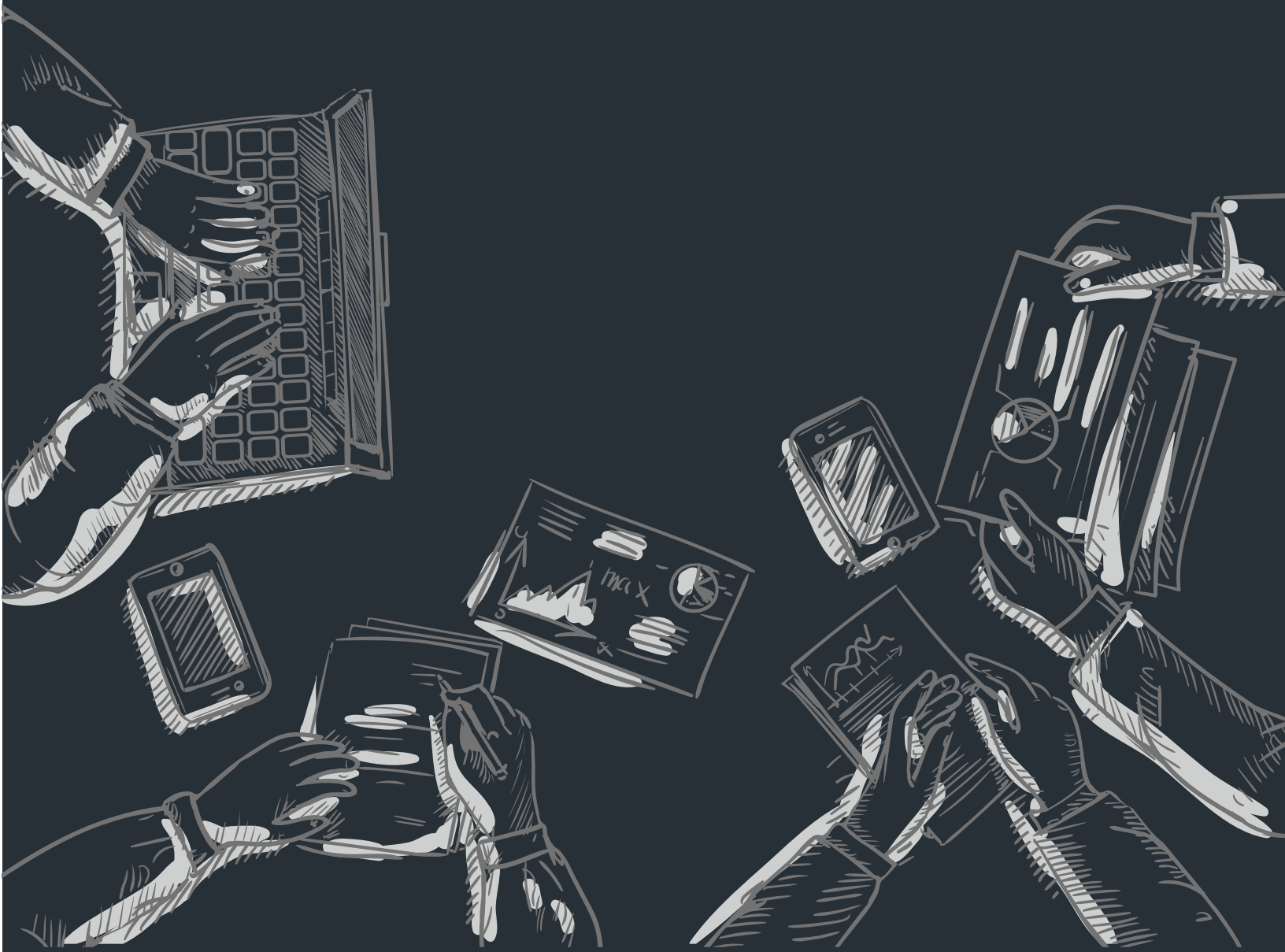


Revisión bibliométrica del fracking como forma de extracción de petróleo

Camila Correa Zapata
María Camila Vela Díaz
Valentina Herrera Peña
Sebastián Gómez Henao
Universidad Católica Luis Amigó



Resumen

El objetivo es realizar una revisión bibliométrica del *fracking* como forma de extracción de petróleo. La metodología empleada fue cualitativa y se utilizó la base de datos Scopus y por medio de herramientas bibliométricas se extrajeron los registros y se analizaron en RStudio, basado en cuatro variables: revistas, autores, universidades y países que se han enfocado en el tema, con el fin de presentar la red de cocitaciones y de autores. Los resultados parciales presentan los efectos ambientales para la extracción de petróleo y el fracking, frente a los beneficios económicos del sector petrolero en el marco de la crisis climática. Si bien se han realizado estudios de impacto ambiental y económico derivado de la extracción del petróleo, no se han presentado soluciones que permitan avances con la biodiversidad.

Palabras clave: agua potable, agua residual, cambio climático, petróleo, política ambiental.

Introducción

La extracción de gas y petróleo de manera no convencional mediante el proceso de fracturación hidráulica podría impactar positivamente en el aumento de las previsiones energéticas de los países. Sin embargo, pondría en riesgo las reservas de agua potable incidiendo gravemente en muchas regiones en donde este recurso vital ya es escaso. Por ende, se prevé una variedad de regulaciones que sean aplicadas al proceso del fracturamiento hidráulico, que puedan minimizar las consecuencias de dicha extracción; aunque hay países que han puesto en práctica estas regulaciones y resultan ineficientes, probablemente por una mala redacción o una carente aplicación (Esterhuyse et al., 2022).

Para esto, se realizó un análisis a la industria del fracturamiento hidráulico en los Estados Unidos, frente a los ámbitos político-económicos y se evidenciaron las problemáticas que genera dicha industria en las libertades y derechos sociales (Bratman et al., 2022), debido a las preocupaciones en cuestión de la seguridad del agua potable y por ende de la salud humana, la fracturación hidráulica se ha visto seriamente cuestionada; por ejemplo, a Marcellus Shale, la cual es una unidad de roca sedimentaria del Devónico medio que se encuentra en el este de los Estados Unidos, que además contiene las reservas más pobladas de gas natural en dicho país, con base en aquella cuenta de extracción, se realiza un análisis que planea conocer el costo/beneficio con base a los recursos energéticos, economía y medio ambiente. En cuanto al aspecto económico, los beneficiarios van desde la generación de empleos directos que tiene la fracturación hidráulica en su desarrollo, hasta los indirectos y adicionalmente los

impuestos, tarifas, pagos de regalías y arrendamientos en lo ambiental, los principales impactados por el fracking son la vida silvestre, dada la fragmentación del paisaje por la limpieza de la tierra para el desarrollo de tuberías y plataformas de pozos, que a menudo elimina bosques maduros y crea corredores dado el requerimiento de agua por cada fractura de pozo, los cuales pueden requerir hasta 20,000 litros, agua que mayoritariamente proviene de agua potable como superficial (Caldwell et al., 2022).

Dadas las circunstancias del cambio climático, el fracking ha sido blanco de críticas, desatadas principalmente por activistas que no están de acuerdo con el proceso de extracción pues dicen que tiene más riesgos que beneficios en un balance entre lo económico y ambiental. Mediante una encuesta el Estado de Oregón, en los Estados Unidos, se evalúa la opinión basada en los riesgos y beneficios que pueda ocasionar la exportación de gas natural y petróleo resultante de la fracturación hidráulica. Allí, se encontraron diferentes puntos de vista sobre el mismo tema, pues quienes perciben que su lugar de residencia tiene una identidad económica ven que dichos procesos tienen más beneficios, mientras que los encuestados que cuentan con educación superior y perciben la identidad del territorio en cuanto a el cambio y adecuación de las energías renovables, ven más riesgos que beneficios (Mooney et al., 2022).

Los investigadores planean desarrollar un estudio que revele los impactos del fracking en las zonas cuantiosa en recursos, por tanto, toma en cuenta los puntos de vista de las comunidades que habitan alrededor de estas zonas, en este caso ricas en petróleo y gas natural, pues pretenden determinar lo afectadas que se ven por los impactos socioeconómicos y claramente ambientales de la fracturación hidráulica, esto con el propósito de conocer las diferentes perspectivas y esencialmente una que es se examina con poca frecuencia como la de estas comunidades y determinar lo indefensas que llegan a ser por los procesos de extracción, ayudando con la formulación de políticas que gestione estas problemáticas específicas tanto para las comunidades como para quienes explotan los recursos energéticos (Arnold et al., 2022).

El gas de esquisto, se ha presentado como una alternativa de energía limpia, la cual podría aliviar la actual crisis energética y ambiental presente en el mundo, aunque esta revisión ha identificado un posible impacto ambiental en cuanto a la gestión de las aguas residuales de gas de esquisto, es decir, sobre el tratamiento de la materia orgánica presente en dicha agua resultante del proceso de extracción. La revisión realizada mediante los métodos analíticos y de aplicación de tecnologías para el tratamiento de los compuestos orgánicos en las aguas residuales han determinado que el proceso de extracción como lo es el fracking requiere de diferentes tecnologías y artefactos que detectan trazas de los compuestos orgánicos, disminuyendo así su impacto ambiental, sin embargo, la única alternativa actual con el uso de estas tecnologías resulta ser altamente costoso (Tao et al., 2022).

Tomando en consideración las consecuencias ambientales que trae el fracturamiento hidráulico, esencialmente en el agua y el suelo, se demuestra que la principal causa de contaminación del agua se deriva de las fallas que se presentan en las maquinarias. El estudio evaluó el agua contaminada por derramamiento y se demostró que era factor de riesgos tanto ambientalmente como para la salud pública (Almaliki, 2022).

En algunos países como Reino Unido, Australia y Estados Unidos, específicamente en el Estado de Pensilvania, bajo principios de buena gobernanza, se intentan disminuir los riesgos de las comunidades locales y tenerlas en cuenta para tomar decisiones al momento de innovar en tecnologías, además implementaron cambios en los marcos legales (Aczel et al., 2022), con el fin de llevar a cabo un mejor manejo de la legislación de mecanismos de control para la industria del fracking (Howey y Neale, 2022), en estas regiones se identificaron las problemáticas que se presentan y cómo se deben de enfrentar, asimismo midieron las capacidades que tiene cada uno para solucionar las situaciones que se presentan. (Howey y Neale, 2022; Mischen, 2022).

Se realizó una revisión de literatura, en donde se encontraron 38 artículos, relacionados así: sobre ingeniería ambiental se encuentran 11 artículos, uno de ellos, analiza sobre el uso del agua para las operaciones de extracción (Bu et al., 2018), asimismo se realiza una revisión analítica sobre la gestión para el tratamiento de aguas residuales (Tao et al., 2022), evaluando diferentes técnicas de evaluación de riesgos aplicables (Torres et al., 2016) para la contaminación de suelos (Cao et al., 2021) y la fuga de gas metano (Yudhowijoyo et al., 2018) identificando una gama de escalas en las que se produce la fracturación hidráulica por la contaminación por hidrocarburos (Armstrong et al., 2015), también se da una revisión crítica del destino potencial de los desechos que se generan en el proceso (Kahrilas et al., 2015), además se evalúan las tensiones que tiene lugar en la corteza del pozo (Vadillo Fernández et al., 2017) proporcionando una revisión de las aplicaciones de microfluídica y microtecnología para la extracción (Lifton, 2016) o la posibilidad del uso de marcadores magnéticos (Zawadzki y Bogacki, 2016) brindando información acerca de los procesos inherentes en los procesos al fracking y la posible aplicación de tecnología para el tratamiento de las aguas residuales (Silva et al., 2017).

También se encontraron siete artículos basados en la parte socioeconómica, aparecen controversias y debates frente al riesgo-beneficio en contraste a los costos y cómo impactan estos en diferentes sectores, derivando así una guía con diferentes estrategias que permitan que esta práctica de extracción sea menos intrusiva (Liew et al., 2020) teniendo en cuenta el impacto socio-económico en los países desarrollados y/o en desarrollo (Paylor, 2017) que han convertido a los recursos no renovables como pilares para el crecimiento económico de sus naciones, evaluando estratégicamente la situación medio ambiental en oposición a las políticas socioeconómicas vinculadas

al fracking (Esterhuyse, 2018) como se evidencia en el contexto sudafricano con los impactos biofísicos (Esterhuyse et al., 2016) y en el condado Greene, Pensilvania con alteración en el valor de venta de viviendas.

Cinco de estos artículos se refieren a la extracción en lugares específicos donde se estiman los beneficios y desventajas del fracking (Jackson et al., 2014), en lugares como la cuenca de los Apalaches la cual tiene grandes reservas de hidrocarburos (Lampe y Stolz, 2015), asimismo, se examina la cuenca del río de Paraná (Lenhard et al., 2018) y en Marcellus Shale (Jacquet et al., 2018), en donde se evidencian impactos en las comunidades, culturas y políticas, sin embargo, en Suiza se estima el posible uso de gas natural y energía geotérmica para el futuro (Wyss, 2014).

Por otra parte, cuatro artículos se refieren al medio ambiente donde se cuentan las áreas amenazadas por estas prácticas (Hoffmann, 2017), evaluando las aguas subterráneas inorgánicas (Bondu et al., 2021) dadas las preocupaciones sociales por el uso de agua potable para dichos procesos y la contaminación de las mismas (de Rijke, 2018) enfocándose en la categorización de las aguas buscando mitigar su impacto (Sun et al., 2019).

Respecto a los artículos que hacen referencia a los efectos en la salud, se encontraron cuatro, en donde se exponen los posibles impactos negativos en la reproducción humana (Balise et al., 2016), evidenciado la falta de estudios epidemiológicos necesarios para la apta identificación de las secuelas (Finkel y Hays, 2013) en el sistema endocrino dada por la mezcla de los químicos (Nagel et al., 2020) de esta manera se plantean formas de proteger la salud pública (Finkel y Law, 2011).

Finalmente, se registran seis artículos que expresan su postura en diferentes áreas como: la química donde propone que los usos químicos en la extracción tienen efectos adversos en los seres vivos (Bolden et al., 2018); la ética donde se abarcan las afirmaciones y contradicciones éticas que genera el desarrollo del gas esquisto (Evensen, 2016); temas sociales y bienestar humano, donde revisa cual es la percepción de la sociedad frente al impacto que ha tenido la extracción en los diferentes ámbitos (Cotton y Charnley-Parry, 2018); en la comunicación donde se refiere al contacto de todos los medios de comunicación ambiental frente a las prácticas del fracking (Matthews y Hansen, 2018) y por último se examinan las leyes sobre la rearticulación de la regla para el cubrimiento de los usos invasivos que ha traído el fracking (Costello, 2014). Sin embargo, no se encuentran revisiones de literatura que aborden el fracking como extracción de petróleo bajo las variables analizadas en esta investigación.

Metodología

La investigación realizada es de tipo cualitativa, se analizaron cinco variables: revistas, autores, países, universidades y años de producción. La investigación se basó en Scopus

como fuente principal de información, los registros utilizados fueron hallados con la ecuación (TITLE-ABS-KEY (fracking) AND TITLE-ABS-KEY (extraction)) con un registro de 488 datos, los cuales fueron procesados en el Software RStudio y bajo técnicas bibliométricas se reportan los resultados.

Resultados

Por medio la Tabla 1, se identifican los aportes realizados en materia de investigación en el tema presentado, dividido por publicaciones en Scopus y su porcentaje de participación, siendo Estados Unidos el que más proporciona estudios con un peso del 56.6% del total de los artículos expuestos en Scopus, dentro de las cuales se analizan diferentes regiones del país mencionado, como Pensilvania, Oregón, Nueva York, entre otros.

Tabla 1: Países más relevantes

Listado de países		
País/Región	Scopus	% del Total
Estados Unidos	276	56,6%
Reino Unido	74	15,2%
China	33	6,8%
Alemania	32	6,6%
Canadá	28	5,7%
Australia	26	5,3%
España	13	2,7%
Francia	12	2,5%
Sudáfrica	12	2,5%
Países Bajos	9	1,8%
Resultados de la ecuación Scopus		488

Nota: Elaboración propia.

Reino Unido, es el segundo en la lista de los diez países con mayores publicaciones, siendo estas enfocadas en materia de regulaciones y políticas ambientales. Es relevante destacar que, en la lista de los diez países más influyentes, no se encuentran naciones de centro o Sudamérica de acuerdo con sus recursos petrolíferos, sería importante incluirlos como centro de estudio. La Unión Europea (Alemania, España, Francia y Países Bajos) en los registros presentados en la Tabla 1, no supera el 20 %.

Tabla 2: Afiliaciones

Organización o institución	N° publicaciones	% participación	País
Colorado State University	18	3,69%	Estados Unidos
Pennsylvania State University	15	3,07%	Estados Unidos
Duke University	14	2,87%	Estados Unidos
Cardiff University	13	2,66%	Reino unido
The Ohio State University	11	2,25%	Estados Unidos
College of Bio-medical and Life Sciences	11	2,25%	Reino unido
Cornell University	10	2,05%	Estados Unidos
Oregon State University	9	1,84%	Estados Unidos

Nota: Elaboración propia.

Frente a las afiliaciones, en la Tabla 2 es prudente resaltar el protagonismo de los Estados Unidos en las investigaciones frente al fracking como forma de extracción petrolera, con una participación de sus afiliaciones de más del 17%, destacando Colorado State University y Pennsylvania State University con porcentajes del 3,69 % y 3,07 % respectivamente. Asimismo, Reino Unido, destaca entre las afiliaciones, con la participación de Cardiff University con un porcentaje del 2,66 % y College of Biomedical and Life Sciences con un porcentaje del 2,25 %.

De acuerdo con la Tabla 1 y 2, se recalca que, las contribuciones de Estados Unidos y Reino Unido frente a la fracturación hidráulica son sustanciales y son las que encabezan las consultas sobre esta temática en Scopus, siendo un centro de información fundamental para las investigaciones de este tema.

Referencias

- Aczel, M., Heap, R., Workman, M., Hall, S., Armstrong, H. & Makuch, K. (2022). Anticipatory Regulation: Lessons from fracking and insights for Greenhouse Gas Removal innovation and governance. *Energy Research & Social Science*, 90, 102683.
- Almaliki, A. J. D. (2022). Assessment of Groundwater Contamination and the Role of Hydraulic Fracturing Operation in Weld County, USA. *Global Nest Journal*, 4, 212-217. <https://doi.org/10.30955/gnj.004247>
- Armstrong, R. W., Antolovich, S. D., Griffiths, J. R. & Knott, J. F. (2015). Fracturing Across the Multi-scales of Diverse Materials. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 373(2038). <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0474>
- Arnold, G., Klasic, M., Schomburg, M., York, A., Baum, M., Cherin, M., Cliff, S., Kavousi, P., Miller, A. T., Shajari, D., Wang, Y. & Zialcita, L. (2022). Boom, Bust, Action! How Communities Can Cope With Boom-Bust Cycles in Unconventional Oil and Gas Development. *The Review of Policy Research*, 39(5), 541-569.
- Balise, V. D., Meng, C.-X., Cornelius-Green, J. N., Kassotis, C. D., Kennedy, R. & Nagel, S. C. (2016). Systematic Review of the Association Between Oil and Natural Gas Extraction Processes and Human Reproduction. *Fertility and Sterility*, 106(4), 795-819.
- Bolden, A. L., Schultz, K., Pelch, K. E. & Kwiatkowski, C. F. (2018). Exploring the Endocrine Activity of Air Pollutants Associated with Unconventional Oil and Gas Extraction. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 17(1), 26.
- Bondu, R., Kloppmann, W., Naumenko-Dèzes, M. O., Humez, P. & Mayer, B. (2021). Potential Impacts of Shale Gas Development on Inorganic Groundwater Chemistry: Implications for Environmental Baseline Assessment in Shallow Aquifers. *Environmental Science & Technology*, 55(14), 9657-9671.
- Bratman, E., Auch, T., & Stinchfield, B. (2022). The Fracking Frontier in the United States: A Case Study of Foreign Investment, Civil Liberties and Land Ethics in the Shale Industry. *Development and Change*. <https://doi.org/10.1111/dech.12707>
- Bu, T., Chen, F., He, X., Yang, Y. & Wang, W. (2018). Researching the Complexing Conditions of Residual Boron in Produced Water from Oil & Gas Fields. *Process Safety and Environmental Protection*, 116, 254-261.
- Caldwell, J. A., Williams, C. K., Brittingham, M. C., & Maier, T. J. (2022). A Consideration of Wildlife in the Benefit-Costs of Hydraulic Fracturing: Expanding to an E3 Analysis. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 14(8), 4811.

- Cao, W., Zhang, L., Miao, Y. & Qiu, L. (2021). Research Progress in the Enhancement Technology of Soil Vapor Extraction of Volatile Petroleum Hydrocarbon Pollutants. *Environmental Science. Processes & Impacts*, 23(11), 1650-1662.
- Costello, R. Á. (2014). Reviving Rylands: How the Doctrine Could Be Used to Claim Compensation for Environmental Damages Caused by Fracking. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 23(1), 134-143.
- Cotton, M. & Charnley-Parry, I. (2018). Beyond Opposition and Acceptance: Examining Public Perceptions of the Environmental and Health Impacts of Unconventional Oil and Gas Extraction. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 3, 8-13.
- de Rijke, K. (2018). Produced Water, Money Water, Living Water: Anthropological Perspectives on Water and Fracking. *WIREs. Water*, 5(2), e1272.
- Esterhuyse, S. (2018). Identifying the Risks and Opportunities of Unconventional Oil and Gas Extraction Using the Strategic Environmental Assessment. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 3, 33-39.
- Esterhuyse, S., Avenant, M., Redelinghuys, N., Kijko, A., Glazewski, J., Plit, L., Kemp, M., Smit, A., Vos, A. T. & Williamson, R. (2016). A Review of Biophysical and Socio-economic Effects of Unconventional Oil and Gas Extraction - Implications for South Africa. *Journal of Environmental Management*, 184(Pt 2), 419-430.
- Esterhuyse, S., Vermeulen, D. & Glazewski, J. (2022). Developing and Enforcing Fracking Regulations to Protect Groundwater Resources. *Npj Clean Water*, 5(1), 1-11.
- Evensen, D. (2016). Ethics and “Fracking”: A Review of (the Limited) Moral Thought on Shale Gas Development. *WIREs. Water*, 3(4), 575-586.
- Finkel, M. L. & Hays, J. (2013). The Implications of Unconventional Drilling for Natural Gas: A Global Public Health Concern. *Public Health*, 127(10), 889-893.
- Finkel, M. L. & Law, A. (2011). The Rush to Drill for Natural Gas: A Public Health Cautionary Tale. *American Journal of Public Health*, 101(5), 784-785.
- Hoffmann. (2017). Fracking the Sacred: Resolving the Tension Between Unconventional Oil and Gas Development and Tribal Cultural Resources. *Denv. L. Rev.*, 94(2) https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/denlr94§ion=12
- Howey, K. & Neale, T. (2022). Divisible governance: Making gas-fired futures during climate collapse in northern Australia. *Science, Technology & Human Values*, 48(5), 1080-1109.
- Jackson, R. B., Vengosh, A., Carey, J. W., Davies, R. J., Darrah, T. H., O’Sullivan, F. & Pétron, G. (2014). The environmental costs and benefits of fracking. *Annual Review of Environment and Resources*, 39(1), 327-362.

- Jacquet, J. B., Junod, A. N., Bugden, D., Wildermuth, G., Fergen, J. T., Jalbert, K., Rahm, B., Hagley, P., Brasier, K. J., Schafft, K., Glenna, L., Kelsey, T., Fershee, J., Kay, D. L., Stedman, R. C. & Ladlee, J. (2018). A decade of Marcellus Shale: Impacts to people, policy, and culture from 2008 to 2018 in the Greater Mid-Atlantic region of the United States. *The Extractive Industries and Society*, 5(4), 596-609.
- Kahrilas, G. A., Blotevogel, J., Stewart, P. S. & Borch, T. (2015). Biocides in hydraulic fracturing fluids: a critical review of their usage, mobility, degradation, and toxicity. *Environmental Science & Technology*, 49(1), 16-32.
- Lampe, D. J. & Stolz, J. F. (2015). Current perspectives on unconventional shale gas extraction in the Appalachian Basin. *Journal of Environmental Science and Health. Part A, Toxic/hazardous Substances & Environmental Engineering*, 50(5), 434-446.
- Lenhard, L. G., Andersen, S. M. & Coimbra-Araújo, C. H. (2018). Energy-environmental implications of shale gas exploration in Paraná hydrological basin, Brazil. *Renewable & Sustainable Energy Rev.*, 90, 56-69.
- Liew, M. S., Danyaro, K. U. & Zawawi, N. A. W. A. (2020). A comprehensive guide to different fracturing technologies: A review. *Energies*, 13(13), 3326.
- Lifton, V. A. (2016). Microfluidics: an enabling screening technology for enhanced oil recovery (EOR). *Lab on a Chip*, 16(10), 1777-1796.
- Matthews, J. & Hansen, A. (2018). Fracturing debate? A review of research on media coverage of “fracking.” *Frontiers in Communication*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2018.00041>
- Mischen, P. A. (2022). Small, Local Governments and Their Management of Hydraulic Fracturing. *Environmental Management*, 69(3), 514-528.
- Mooney, R., Boudet, H. S. & Hazboun, S. O. (2022). Risk-benefit perceptions of natural gas export in Oregon. *Local Environment*, 27(3), 342-356.
- Nagel, S. C., Kassotis, C. D., Vandenberg, L. N., Lawrence, B. P., Robert, J. & Balise, V. D. (2020). Developmental exposure to a mixture of unconventional oil and gas chemicals: A review of experimental effects on adult health, behavior, and disease. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 513, 110722.
- Paylor, A. (2017). The social–economic impact of shale gas extraction: a global perspective. *Third World Quarterly*, 38(2), 340-355.
- Silva, T. L. S., Morales-Torres, S., Castro-Silva, S., Figueiredo, J. L. & Silva, A. M. T. (2017). An overview on exploration and environmental impact of unconventional gas sources and treatment options for produced water. *Journal of Environmental Management*, 200, 511–529.
- Sun, Y., Wang, D., Tsang, D. C. W., Wang, L., Ok, Y. S. & Feng, Y. (2019). A critical review of risks, characteristics, and treatment strategies for potentially toxic elements in wastewater from shale gas extraction. *Environment International*, 125, 452-469.

- Tao, Z., Liu, C., He, Q., Chang, H. & Ma, J. (2022). Detection and treatment of organic matters in hydraulic fracturing wastewater from shale gas extraction: A critical review. *The Science of the Total Environment*, 824, 153887.
- Torres, L., Yadav, O. P. & Khan, E. (2016). A review on risk assessment techniques for hydraulic fracturing water and produced water management implemented in onshore unconventional oil and gas production. *The Science of the Total Environment*, 539, 478-493.
- Vadillo Fernández, L., Fernández Naranjo, F. J., Rodríguez Gómez, V. & López Gutiérrez, J. (2017). Revisión de la casuística sobre sismicidad inducida por producción y almacenamiento de hidrocarburos. *Boletín Geológico y Minero*, 128(1), 241-252.
- Wyss, R. (2014). Die Erschliessung und Nutzung der Energiequellen des tiefen Untergrundes der Schweiz: Risiken und Chancen. *Swiss Bull. angew. Geol.* 19(2), 75-93. <https://doi.org/10.5169/SEALS-583927>
- Yudhowijoyo, A., Rafati, R., Sharifi Haddad, A., Raja, M. S. & Hamidi, H. (2018). Subsurface methane leakage in unconventional shale gas reservoirs: A review of leakage pathways and current sealing techniques. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 54, 309-319.
- Zawadzki, J. & Bogacki, J. (2016). Smart magnetic markers use in hydraulic fracturing. *Chemosphere*, 162, 23-30.