



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

JUSTICIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE EMISIONES BTEX EN ESTACIONES DE SERVICIO: UNA PROPUESTA NORMATIVA

**ENVIRONMENTAL JUSTICE AND REGULATION OF
BTEX EMISSIONS AT SERVICE STATIONS:
A REGULATORY PROPOSAL**

García-Zarate Marco Antonio

Centro de Investigación Científica y Educación Superior, México

González-Acevedo Zayre I.

Centro de Investigación Científica y Educación Superior, México

Patricia Acéves-Calderón

Universidad Autónoma de Baja California, México

Justicia Ambiental y Regulación de Emisiones BTEX en Estaciones de Servicio: Una Propuesta Normativa

García-Zarate Marco Antonio¹

margarci@cicese.mx

Física Aplicada

Centro de Investigación Científica y Educación
Superior, Baja California
México

González-Acevedo Zayre I.

zgonzale@cicese.mx

Departamento de Geología

Centro de Investigación Científica y Educación
Superior, Ensenada, Baja California
México

Patricia Acéves-Calderón

pat_aceves@uabc.edu.mx

Facultad de Ciencias

Universidad Autónoma de Baja California,
Ensenada 22860, Baja California
México

RESUMEN

Este estudio propone una reforma normativa para reducir los riesgos sanitarios derivados de la exposición a compuestos BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) en estaciones de servicio en México. Mediante un análisis cualitativo-descriptivo, se revisaron 47 reglamentos municipales vigentes hasta 2024, seleccionados por criterios de accesibilidad, densidad urbana y representatividad geográfica. Los resultados revelan vacíos normativos críticos: ausencia de distancias mínimas obligatorias, falta de monitoreo ambiental, escasa consulta vecinal y baja exigencia de tecnologías de control como los sistemas de recuperación de vapores. Se compararon estos marcos con regulaciones internacionales (EPA, CONAMA, MITECO), destacando el rezago normativo mexicano. En respuesta, se propone una hoja de ruta con siete ejes clave: zonificación con perímetros de seguridad, evaluación ambiental regional, recuperación de vapores Fase II, monitoreo comunitario de BTEX, consulta vecinal certificada, restricciones por geología y planes de contingencia. La propuesta está fundamentada en principios de justicia ambiental, equidad intergeneracional y derecho constitucional a un medio ambiente sano. Su implementación busca fortalecer la gobernanza local, reducir la exposición de la población vulnerable y avanzar hacia una regulación ambiental coherente y basada en evidencia científica.

Palabras claves: BTEX, estaciones de servicio, riesgo sanitario, política pública ambiental, normatividad municipal, recuperación de vapores, justicia ambiental, evaluación de impacto ambiental

¹ Autor principal

Correspondencia: margarci@cicese.mx

Environmental Justice and Regulation of BTEX Emissions at Service Stations: A Regulatory Proposal

ABSTRACT

This study proposes a regulatory reform to reduce health risks associated with exposure to BTEX compounds (benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes) emitted by fuel stations in Mexico. Through a qualitative-descriptive approach, 47 municipal regulations in force through 2024 were reviewed, selected based on public accessibility, urban density, and geographic representation. The findings reveal critical regulatory gaps: lack of mandatory minimum distances between stations and sensitive areas, absence of environmental monitoring, limited public consultation, and weak enforcement of control technologies such as vapor recovery systems. These local frameworks were compared with international standards (EPA, CONAMA, MITECO), highlighting Mexico's regulatory shortcomings. In response, the study proposes a seven-point roadmap: zoning with safety perimeters, regional environmental impact assessments, Phase II vapor recovery systems, community-based BTEX monitoring, certified neighborhood consultation, geological restrictions, and contingency plans. The proposal is grounded in principles of environmental justice, intergenerational equity, and the constitutional right to a healthy environment. Its implementation aims to strengthen local governance, reduce exposure among vulnerable populations, and move toward a coherent, evidence-based environmental regulatory framework.

Keywords: BTEX, Fuel stations, health risk, environmental public policy, municipal regulation, vapor recovery, environmental justice, environmental impact assessment

Artículo recibido 04 Agosto 2025

Aceptado para publicación: 29 Agosto 2025



INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de las zonas urbanas en México ha estado acompañado por un incremento sostenido en el número de vehículos automotores, lo que ha derivado en una mayor demanda de combustibles fósiles, particularmente gasolina. Esta situación ha impulsado la proliferación de estaciones de servicio en áreas densamente pobladas, muchas veces sin un ordenamiento territorial adecuado ni criterios técnicos que regulen su ubicación y operación (Conesa, 2009; Zhu 2024). Estas instalaciones, aunque necesarias para la movilidad urbana, generan emisiones atmosféricas significativas que incluyen compuestos orgánicos volátiles (COVs), entre ellos el grupo BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), considerados de alta peligrosidad sanitaria.

El BTEX se caracteriza por ser altamente volátil, lipofílico e insoluble en agua, lo que facilita su dispersión en el ambiente y su entrada al organismo por inhalación, ingestión o contacto dérmico. Numerosos estudios han documentado que estos compuestos están asociados con efectos hematotóxicos, neurotóxicos, genotóxicos y carcinogénicos (ATSDR, 2009; IARC, 1987). La exposición al benceno, por ejemplo, ha sido vinculada directamente con leucemias mieloides agudas y anemia aplásica, condiciones severas que han sido documentadas desde el siglo XX (Aksoy, 1972; Natelson, 2007). Además, estos efectos se manifiestan con mayor intensidad en grupos vulnerables como trabajadores despachadores y población infantil que reside o estudia cerca de estaciones de servicio (Coello, 2023; Montero-Montoya, 2018).

La gasolina en México contiene proporciones variables de estos compuestos. De acuerdo con datos de la Secretaría de Energía (SENER, 2011), la gasolina Magna puede contener hasta un 3.0% de benceno en volumen, y la Premium hasta un 2.0%. Aunque existen límites establecidos para el benceno, no ocurre lo mismo con el tolueno, xileno y etilbenceno, lo cual representa una omisión crítica considerando la toxicidad acumulativa del grupo. Estas características convierten a las estaciones de servicio en fuentes relevantes de exposición a BTEX, particularmente durante el repostaje de vehículos y la descarga de gasolina a los tanques subterráneos (Cruz-Núñez, 2003; Shinohara, 2024).

La legislación ambiental mexicana contempla algunas normas y leyes relevantes, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Protección Civil (LGPC), además de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-086-ECOL-1994, NOM-042-



SEMARNAT-2003 y NOM-044-SEMARNAT-2006. Estas últimas regulan la calidad del combustible y los requisitos para la instalación de sistemas de recuperación de vapores. Sin embargo, estas disposiciones presentan limitaciones importantes. Por ejemplo, no establecen distancias mínimas entre estaciones y zonas habitacionales, escolares o de atención médica, ni imponen la obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental bajo modalidad regional, a pesar de los riesgos sanitarios documentados (Warneke 2007; Hicklin, 2018)

A nivel local, los reglamentos municipales deberían desempeñar un papel clave en el ordenamiento de estas actividades. No obstante, el análisis de 47 reglamentos municipales realizado para este estudio revela una gran heterogeneidad normativa. En muchos casos, no se exigen distancias mínimas a zonas sensibles ni se contemplan mecanismos de participación ciudadana como la consulta vecinal. Asimismo, solo algunos municipios imponen la obligación de implementar medidas como planes de contingencia o monitoreo ambiental de BTEX en aire (Buttel, 2000; Rawlins, 2013).

En este contexto, es fundamental establecer una normativa clara y específica que garantice la protección de la salud humana y del ambiente. El artículo 4º constitucional garantiza el derecho a un medio ambiente sano, lo que refuerza la necesidad de que las regulaciones locales y federales incorporen criterios técnicos y epidemiológicos para la instalación y operación de estaciones de servicio (CPEUM, art. 4º; SEMARNAT, 2006, 2017).

Diversos autores y organismos internacionales han destacado la importancia de aplicar el principio precautorio en escenarios donde no existe certeza científica absoluta, pero sí evidencia de daño potencial. Este principio, recogido por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2001) y la propia LGEEPA, debe orientar la elaboración de reglamentos municipales, exigiendo medidas preventivas como: zonificación adecuada, recuperación de vapores Fase II, consulta vecinal certificada, evaluaciones de impacto ambiental, y planes de manejo ambiental (Hoelzel, 2004; Torres, 2010; Blamah, 2012).

El presente trabajo se plantea como una revisión crítica de los instrumentos normativos actuales en México, evaluando sus vacíos técnicos y proponiendo lineamientos robustos que integren criterios de salud pública, justicia ambiental y gobernanza participativa.

La propuesta normativa se fundamenta en la literatura científica, los marcos regulatorios nacionales e internacionales y un análisis sistemático de los reglamentos municipales vigentes. El objetivo es contribuir al diseño de una política ambiental coherente, que permita controlar y eventualmente reducir la exposición de la población a compuestos peligrosos como el BTEX, con un enfoque centrado en la protección de los más vulnerables.

Riesgo sanitario asociado a BTEX

BTEX es un grupo de compuestos altamente volátiles, lipofílicos, insolubles en agua, y comúnmente presentes en emisiones fugitivas de gasolina. Se han documentado efectos hematotóxicos, neurotóxicos, genotóxicos y carcinogénicos. En particular, el benceno ha sido clasificado como cancerígena categoría A por la IARC. La exposición crónica, incluso a concentraciones bajas, puede generar leucemia, anemia aplásica y daño neurológico irreversible. Estos efectos se agravan en población infantil por su inmadurez metabólica y mayor tiempo de exposición relativa.

Estudios epidemiológicos han demostrado que los trabajadores de estaciones de servicio presentan una mayor incidencia de alteraciones hematológicas y daños genéticos asociados al contacto prolongado con vapores de gasolina (Terres, 2010; Blamah, 2012; Santiago, 2014; Ahmadi, 2019). Asimismo, la exposición en zonas urbanas densamente pobladas genera preocupación por la posibilidad de efectos crónicos en personas que habitan, estudian o trabajan cerca de estas instalaciones (Montero-Montoya, 2018). Investigaciones realizadas en América Latina y Asia han reportado niveles elevados de BTEX en el aire alrededor de estaciones de servicio, superando en algunos casos los límites establecidos por la OMS para ambientes urbanos (WHO, 2023; Moschini 2005; Hilpert, 2015; Khoder, 2008; Tunsaringkarn et al., 2012).

El riesgo para la salud también está relacionado con la capacidad de estos compuestos para atravesar membranas celulares y acumularse en tejidos ricos en lípidos, como el sistema nervioso central. Esto incrementa la probabilidad de efectos neurotóxicos, como pérdida de memoria, fatiga crónica, cefaleas y alteraciones psicomotoras, incluso en exposiciones de bajo nivel y en plazos prolongados (Snyder, 2012; ATSDR, 2009).

Además, el benceno interfiere con la producción de células sanguíneas en la médula ósea, generando cuadros de leucopenia y trombocitopenia.



En mujeres embarazadas, la exposición se ha asociado con efectos adversos en el desarrollo fetal, incluyendo malformaciones congénitas y bajo peso al nacer (McDonald, 197; protano, 2012; Ruan, 2024; Hashemi, 2025). Por su parte, el tolueno y el xileno también presentan propiedades embriotoxicidad y la teratogenicidad en estudios con modelos animales (Montano, 2025; Niaz, 2025). Estudios recientes han reafirmado estos riesgos. Una investigación publicada en 2024 en *Scientific Reports* mostró que la inhalación prolongada de benceno en zonas urbanas elevó significativamente el riesgo de leucemia, incluso en niveles de exposición considerados permisibles (Chaiklieng, 2021; Askari, 2022). Otro estudio en Tailandia encontró valores de HQ (índice de riesgo no cancerígeno) mayores a 1 en trabajadores de estaciones de servicio, especialmente en ambientes poco ventilados, y un riesgo de cáncer de por vida de hasta 4.46×10^{-3} , superando los niveles de riesgo aceptables (Chaiklieng, 2019; Yasin, 2025).

Además de los efectos carcinogénicos y hematotóxicos, la exposición a BTEX se ha relacionado con estrés oxidativo, daños en el ADN, disfunciones endocrinas e inmunosupresión, especialmente cuando la exposición es crónica o afecta a personas con susceptibilidades particulares (Xiong, 2016; Costa-Amaral, 2019). La literatura más reciente también documenta que niños y niñas expuestos de forma pasiva en hogares cercanos a estaciones de gasolina presentan niveles más altos de biomarcadores de daño genético, lo cual sugiere una afectación multigeneracional (WHO, 2023).

En conjunto, estos hallazgos consolidan la necesidad de establecer normativas ambientales y sanitarias estrictas para limitar la exposición a BTEX, priorizando la protección de grupos vulnerables. Asimismo, respaldan la incorporación del principio precautorio en los marcos legales y de planeación urbana en México.

Marco normativo vigente y sus vacíos

El análisis del marco regulatorio mexicano sobre emisiones de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) provenientes de estaciones de servicio revela deficiencias profundas que comprometen la salud pública. A nivel federal, se revisaron instrumentos como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Protección Civil (LGPC), y las normas oficiales NOM-086-ECOL-1994 y NOM-092-ECOL-1995. Aunque estas disposiciones promueven mecanismos garantizados.



Adicionalmente, la LGEEPA, aunque contiene principios básicos de prevención y control de la contaminación atmosférica, carece de una NOM específica para emisiones fugitivas de BTEX, y no establece límites máximos permisibles para estos compuestos en áreas urbanas (SEMARNAT, 2012). Esta omisión impide una regulación eficaz de los riesgos que estos compuestos generan para la salud, especialmente en zonas densamente pobladas.

La NOM NOM-EM-005-ASEA-2022, emitida por la Agencia de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), establece estándares de seguridad operacional, pero no incorpora parámetros sobre salud pública ni monitoreo ambiental, por lo que resulta insuficiente como instrumento normativo integral (Yusha'u et al., 2022; WHO, 2023). Su carácter emergente y transitorio tampoco facilita una implementación a largo plazo ni asegura la generación de indicadores epidemiológicos releva...

A nivel local, el análisis de 47 reglamentos municipales reveló que, en su mayoría, se enfocan en aspectos constructivos o de uso de suelo, dejando de lado la protección de la salud y la calidad del aire (Rentschler, 2023; Arriazu-Ramos, 2025).

Sólo algunos municipios incluyen medidas de participación pública o consulta vecinal, y menos aún contemplan distancias mínimas obligatorias entre estaciones de servicio y sitios sensibles como escuelas u hospitales.

Esta dispersión normativa entre los niveles de gobierno refleja una falta de articulación institucional, a pesar de que la LGPC reconoce el principio precautorio en la planeación urbana. En la práctica, muchas estaciones se autorizan sin la debida evaluación de riesgos ni procesos participativos, lo cual genera situaciones de injusticia ambiental en comunidades vulnerables (Chaiklieng, 2020; Wibowo, 2023; Rentschler, 2023).

En contraste, países como España, Brasil y Chile han establecido marcos normativos robustos que incluyen límites cuantificables para BTEX en aire ambiente, zonas de amortiguamiento alrededor de estaciones, y recuperación obligatoria de vapores Fase II (Ministerio para la Transición Ecológica, 2023; CONAMA Brasil, 2021). Estas disposiciones se complementan con herramientas de monitoreo y auditoría técnica obligatoria que permiten una fiscalización efectiva.

Asimismo, organismos como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) han desarrollado regulaciones específicas para compuestos orgánicos volátiles que exigen controles estrictos sobre emisiones fugitivas, incluyendo tecnología de punta en recuperación de vapores y monitoreo comunitario (EPA, 2023).

La Tabla 1 compara criterios normativos adoptados por municipios mexicanos con estándares técnicos internacionales. El contraste pone en evidencia la debilidad estructural del marco nacional, particularmente en lo que respecta a distancias mínimas, evaluación de impacto ambiental regional, y mecanismos de participación ciudadana.

Tabla 1. Comparación de criterios normativos municipales e internacionales sobre estaciones de servicio.

La normativa mexicana adolece de especificidad, integralidad y articulación interinstitucional, lo que limita su capacidad para prevenir riesgos a la salud humana derivados de las emisiones de BTEX (Cruz, 2017; Yousefian, 2020; EPA, 2023). La falta de monitoreo sistemático de estos compuestos, y la escasa transparencia sobre su concentración en áreas habitadas, agravan la percepción de riesgo en las comunidades expuestas.

Tabla 2. Comparativo resumido de criterios normativos municipales sobre estaciones de servicio en México.

En suma, resulta urgente rediseñar el marco normativo con un enfoque territorial, sanitario y ambiental, que se sustente en el principio precautorio, el derecho a un ambiente sano (CPEUM, art. 4º) y la equidad intergeneracional.

La adopción de estándares internacionales, junto con procesos de consulta vecinal obligatoria y la implementación de tecnologías de recuperación de vapores, contribuirá a cerrar las brechas regulatorias existentes en México.

Tabla 1. Comparación de criterios normativos municipales e internacionales sobre estaciones de servicio

Criterio normativo	Presente en reglamentos municipales (%)	Presente en normativas internacionales	Vacío detectado	Recomendación normativa
Distancia mínima a escuelas y hospitales	18%	(UE, Chile)	No se exige en mayoría de municipios	Establecer mínimo 300 m de distancia
Evaluación de Impacto Ambiental (MIA)	21%	(Brasil, España)	Sólo se S MIA general, no regional	Obligatoriedad de MIA regional para nuevas estaciones
Consulta vecinal obligatoria	9%	(OMS, PNUMA)	No regulado a nivel municipal	Consulta vecinal ante notario con mayoría calificada
Sistemas de recuperación de vapores	6%	(EPA, Brasil)	Muy baja implementación nacional	Fase II obligatoria con verificación semestral
Monitoreo de BTEX en aire ambiente	3%	(WHO, UE)	No existe protocolo específico	Monitoreo semestral con metodología estándar
Plan de contingencias	12%	(Chile, Brasil)	No hay lineamientos de simulacros	Planes articulados con Protección Civil
Restricción por condiciones geológicas	4%	(España, EE.UU.)	Poco considerada en licenciamiento local	Prohibición en fallas, humedales y zonas de riesgo

Fuente: Elaboración propia con base en reglamentos municipales, LGEEPA, NOM-EM-005-SESH-2022, Ministerio para la Transición Ecológica (2023), WHO (2023), EPA (2022) y CONAMA Brasil (2021).

Para facilitar la comprensión general, la Tabla 2 presenta un comparativo resumido de criterios normativos clave en un conjunto representativo de municipios por región. Sin embargo, el análisis completo, que incluye un mayor número de elementos regulatorios y municipios analizados, se encuentra disponible en el Anexo A (norte y occidente del país), los cuales complementan de forma detallada los vacíos normativos detectados a nivel municipal.

Tabla 2. Comparativo resumido de criterios normativos municipales sobre estaciones de servicio en México

Elemento	Mexicali, BC	Guadalajara, Jal.	Aguascalientes, Ags.	San Luis Potosí, SLP	Chihuahua, Chih	Mérida, Yucatán
Sistemas de drenaje que incluye sitios de muestreo	NS	S	S	S	S	S
Centros de concentración masiva	50	60	60	100	150	75
Distancia a inmuebles habitacionales	15	60	60	25	25	50
Comercio ambulante con fuego	70	60	60	NS	NS	NS
Industria de alto riesgo	1000	2000	2000	150	450	100
Manifestación de Impacto Ambiental	NS	S	S	NS	S	S
Zonas geológicas	150	NP	NP	300	NP	NP
Zonas hidrometeorológicas	NS	NP	NP	NP	100	300
Consulta de vecinos	NS	S	S	NS	NS	S
Recuperador de vapores de gasolina	NS	S	S	S	S	S

Fuente: Elaboración propia con base en reglamentos municipales. S: Solicita | A: Autoriza | NS: No solicita | NP: No permite

METODOLOGÍA

La presente investigación adoptó un enfoque cualitativo-descriptivo, basado en el análisis documental normativo y comparativo. Se revisaron 47 reglamentos municipales con vigencia confirmada hasta el año 2024, seleccionados conforme a criterios de accesibilidad pública, densidad urbana y representatividad geográfica, priorizando ciudades capitales, regiones metropolitanas y zonas costeras con alta concentración de estaciones de servicio. Los documentos normativos fueron sistematizados bajo cinco dimensiones clave: (1) ubicación y zonificación de estaciones de servicio, (2) requisitos de consulta vecinal y participación pública, (3) obligatoriedad de evaluación de impacto ambiental (regional o individual), (4) existencia de mecanismos de monitoreo de emisiones atmosféricas, con énfasis en compuestos del grupo BTEX, y (5) exigencia de tecnologías de control como los sistemas de recuperación de vapores Fase I y Fase II. Cada reglamento fue codificado en una matriz de análisis cualitativo comparativo para identificar patrones, vacíos regulatorios y buenas prácticas normativas. El

enfoque metodológico adoptado se inspira en propuestas previas para el análisis de instrumentos normativos en contextos urbanos y ambientales (Conesa, 2009). Adicionalmente, se desarrolló un ejercicio de contraste normativo internacional, mediante la revisión de marcos regulatorios de países con normativas avanzadas sobre emisiones en estaciones de servicio: la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el Consejo Nacional del Medio Ambiente de Brasil (CONAMA) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. Este ejercicio, sistematizado en la Tabla 1 del documento, permitió identificar criterios técnicos y sanitarios más robustos en materia de ubicación, monitoreo y control de emisiones, susceptibles de ser adaptados al contexto mexicano (Ministerio para la Transición Ecológica, 2023; CONAMA Brasil, 2021; EPA, 2022). Complementariamente, se efectuó una revisión documental de legislación mexicana vigente, particularmente de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Protección Civil (LGPC), la Ley General de Asentamientos Humanos, y normas oficiales como la NOM-086-ECOL-1994, NOM-092-ECOL-1995 y la NOM-EM-005-SESH-2022. Este ejercicio permitió establecer una línea base normativa y detectar omisiones relevantes en materia de salud pública y control de contaminantes atmosféricos. El análisis se complementó con la incorporación de literatura científica nacional e internacional revisada por pares, publicada entre 2002 y 2024, orientada al estudio de los efectos sanitarios por exposición a BTEX. Se utilizaron investigaciones clave sobre los efectos genotóxicos, neurológicos, respiratorios y cancerígenos de estos compuestos en entornos urbanos, particularmente en poblaciones vulnerables como niños, mujeres embarazadas y adultos mayores (Zubizarreta, 2018; Dehghani, 2018; Snyder, 2012; WHO, 2023). Esta triangulación de fuentes —reglamentación municipal, legislación nacional, estándares internacionales y literatura científica— permitió sustentar la propuesta normativa del presente estudio, fundamentada en siete ejes rectores orientados por los principios de prevención, justicia ambiental, equidad territorial y derecho humano a un medio ambiente sano (CPEUM, art. 4°).

Los resultados del análisis comparativo de los 47 reglamentos municipales se sistematizaron en una matriz cualitativa que permitió identificar patrones y omisiones normativas recurrentes. Estos hallazgos se organizaron temáticamente y se presentan en la Tabla 2, donde se sintetizan las principales deficiencias, vacíos legales y oportunidades de mejora normativa en relación con la ubicación,



monitoreo, participación ciudadana y control de emisiones en estaciones de servicio. Esta sistematización fue clave para la formulación de los siete ejes propuestos en la sección V.

Propuesta de elementos normativos clave

Con base en los hallazgos normativos, técnicos y epidemiológicos expuestos en los capítulos anteriores, se propone una serie de lineamientos que buscan reducir los riesgos sanitarios y ambientales asociados a las emisiones de BTEX en estaciones de servicio. Estos elementos están alineados con principios de justicia ambiental, prevención de riesgos, y derecho a un medio ambiente sano. Su implementación fortalecería las capacidades regulatorias a nivel municipal y estatal, garantizando la participación ciudadana y el monitoreo efectivo de emisiones.

Zonificación y distancias mínimas: La zonificación adecuada y el establecimiento de distancias mínimas entre estaciones de servicio y sitios sensibles (como viviendas, escuelas u hospitales) representan una estrategia preventiva fundamental. Diversos estudios han documentado que la exposición a BTEX disminuye considerablemente cuando se establecen perímetros de amortiguamiento adecuados (WHO, 2023). Esta medida, además, previene la exposición de grupos vulnerables como niños, personas mayores y pacientes con enfermedades respiratorias (Brender, 2011; Manisalidis, 2020). La normativa europea y la legislación chilena incorporan distancias de seguridad obligatorias en función del tipo de suelo y densidad poblacional (Ministerio para la Transición Ecológica, 2023).

Obligatoriedad de MIA modalidad regional: La exigencia de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional es clave para abordar de forma integrada los impactos acumulativos y sinérgicos de estas instalaciones, particularmente en zonas urbanas con alta densidad de fuentes contaminantes. Esta modalidad permite integrar componentes como la salud pública, la equidad territorial y la vulnerabilidad ambiental (Conesa, 2009; LGEEPA, 2020). Su aplicación puede generar información valiosa para la toma de decisiones en materia de planeación urbana y ordenamiento ecológico.

Plan de Manejo Ambiental (PMA): El PMA es un instrumento operativo que establece medidas preventivas, correctivas y de control ambiental. Incluir monitoreo de BTEX semestralmente, planes de salud ocupacional, y acciones diferenciadas para comunidades vulnerables, fortalece la protección del entorno y de los trabajadores expuestos. La EPA (2022) y la OMS (2010) recomiendan este enfoque



adaptativo, que ha demostrado eficacia en reducir riesgos crónicos asociados a la inhalación prolongada de compuestos tóxicos (Montero-Montoya, 2018).

Recuperación de vapores Fase II: La instalación obligatoria del sistema de recuperación de vapores en estaciones de servicio permite capturar compuestos volátiles durante el suministro de combustible. Esta tecnología reduce significativamente las emisiones fugitivas, mejorando la calidad del aire local (Huy, 2024; Man, 2024; Shinohara, 2024). Su implementación ha sido adoptada en países como Brasil y Estados Unidos con resultados positivos en términos de reducción de casos de enfermedades respiratorias y cáncer ocupacional (Cruz- Núñez, 2003; Edokpolo, 2014; Tipton, 2022).

Plan de contingencias: Este plan permite responder de forma eficiente ante emergencias como fugas, derrames o incendios, situaciones que pueden liberar grandes cantidades de BTEX en periodos breves. La articulación con Protección Civil, la realización de simulacros y el diseño de protocolos específicos permiten reducir significativamente los daños a la salud pública y al medio ambiente (LGPC, 2021). Su obligatoriedad aumenta la resiliencia institucional ante eventos de alto riesgo.

Consulta vecinal certificada: Este mecanismo reconoce el derecho de las comunidades a participar en decisiones que afectan su salud y su entorno. Al requerir la firma de una mayoría calificada de vecinos, se promueve la corresponsabilidad social y se previene la instalación de estaciones de servicio en zonas donde la oposición ciudadana es fundada (Zhu, 2024; DeSousa, 2015; Elsayyad, 2025). Esta práctica ha sido reconocida como herramienta de justicia ambiental por organismos como el PNUMA (2020).

Restricción por factores geológicos e hidrometeorológicos: Evitar la instalación de estaciones en zonas geológicamente inestables o vulnerables al cambio climático (como fallas, dunas o humedales) reduce significativamente el riesgo de contaminación de cuerpos de agua o afectación por eventos extremos. Esta medida es coherente con el principio de precaución de la LGPC y con recomendaciones recientes de organismos internacionales sobre planificación territorial adaptativa (WHO, 2023).

Además de estos siete elementos, se sugiere incorporar un componente de educación ambiental comunitaria como condición para el otorgamiento de licencias, con el fin de promover la corresponsabilidad en la vigilancia y denuncia de posibles emisiones irregulares. La creación de observatorios ciudadanos y el uso de tecnologías de bajo costo para la medición de COVs pueden fortalecer la transparencia en la gestión ambiental de estas instalaciones (WHO, 2023).



Esta propuesta busca ser flexible, técnicamente robusta y jurídicamente viable, integrando estándares internacionales, evidencia científica reciente y principios constitucionales mexicanos. Su adopción permitiría avanzar hacia un modelo de desarrollo urbano más seguro, justo y sustentable.

CONCLUSIONES

La presente propuesta normativa busca llenar un vacío crítico en la regulación ambiental y sanitaria respecto a las emisiones de BTEX en estaciones de servicio. A través de un análisis exhaustivo de marcos normativos municipales, legislación nacional y estándares internacionales, se identificaron deficiencias estructurales que impiden una adecuada protección de la salud pública frente a estos compuestos altamente tóxicos. Si bien existen normas como la NOM-EM-005-SESH-2022 y disposiciones de la LGEEPA, éstas resultan insuficientes para controlar de manera efectiva las emisiones fugitivas y garantizar un entorno seguro, particularmente en contextos urbanos densamente poblados.

Uno de los hallazgos más relevantes es la falta de lineamientos específicos en materia de ubicación, consulta vecinal y monitoreo de emisiones, lo que deja a las comunidades expuestas a riesgos sanitarios comprobados, especialmente en grupos vulnerables como niños y adultos mayores (Kamal et al., 2024; WHO, 2023). La literatura revisada destaca la asociación entre la exposición crónica a BTEX y enfermedades respiratorias, neurológicas y diversos tipos de cáncer, lo cual exige una respuesta normativa integral.

La propuesta de siete elementos normativos —que incluyen desde la zonificación, evaluación ambiental y recuperación de vapores, hasta la consulta vecinal certificada y la restricción geológica— constituye una hoja de ruta sólida y viable. Estos elementos no sólo abordan los impactos directos a la salud, sino que también promueven la participación ciudadana, la justicia ambiental y la corresponsabilidad institucional, pilares fundamentales de una gobernanza ambiental moderna (Correa, 2012; PNUMA, 2020).

Es fundamental destacar que la implementación de esta normativa no implica una carga desproporcionada para el sector gasolinero, sino una adecuación razonable a estándares técnicos y jurídicos que ya han demostrado su eficacia en otros países como Brasil, España y Estados Unidos.



Las tecnologías de recuperación de vapores, los sistemas de monitoreo ambiental comunitario y la integración de planes de manejo adaptativos son prácticas alcanzables y costo-efectivas que elevan los niveles de seguridad sin comprometer la operatividad del sector.

Asimismo, esta normativa tiene el potencial de incidir positivamente en la planeación urbana y en la percepción pública sobre las estaciones de servicio, fortaleciendo la confianza ciudadana en las instituciones ambientales. La educación ambiental, los observatorios ciudadanos y el uso de sensores de bajo costo pueden convertirse en herramientas estratégicas para garantizar el cumplimiento normativo y fomentar una cultura de prevención.

En suma, la propuesta aquí presentada no sólo responde a una necesidad técnica y sanitaria urgente, sino que abre la posibilidad de transitar hacia un nuevo modelo de regulación ambiental más participativo, transparente y justo. Su adopción por parte de los municipios y entidades federativas permitirá avanzar en el cumplimiento del derecho constitucional a un medio ambiente sano, consolidando una política pública coherente con los desafíos ambientales y de salud del siglo XXI.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (2009). *Toxicological Profile for Benzene*. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html>
- Ahmadi, Z., Moradabadi, A., Abdollahdokht, D., Mehrabani, M., & Nematollahi, M. H. (2019). Association of environmental exposure with hematological and oxidative stress alteration in gasoline station attendants. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20411-20417.
- Aksoy, M., Dinçol, K., Erdem, Ş., & Dinçol, G. (1972). Acute leukemia due to chronic exposure to benzene. *The American Journal of Medicine*, 52(2), 160-166.
- Arriazu-Ramos, A., Santamaría, J. M., Monge-Barrio, A., Bes-Rastrollo, M., Gutierrez Gabriel, S., Benito Frias, N., & Sánchez-Ostiz, A. (2025). Health Impacts of Urban Environmental Parameters: A Review of Air Pollution, Heat, Noise, Green Spaces and Mobility. *Sustainability*, 17(10), 4336.



- Askari, A., Abadi, A. S. S., Golbabaie, F., Jafarzadeh, E., & Aazam, K. (2022). Cancer and Noncancer Risk Assessment for Workers Exposed to the Chemical Pollutants in Ahvaz Gas Stations, Iran. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 11(1), 19.
- Blamah, N. V., Tagwi, M. U., & Ezemokwe, I. U. (2012). Locational impact assessment of gasoline service stations along Abuja-Keffi road and environs in Karu, Abuja, Nigeria. *Journal of Environmental Management and Safety*, 3(5), 18-18.
- Brender JD, Maantay JA, Chakraborty J. (2011). Residential proximity to environmental hazards and adverse health outcomes. *Am J Public Health*. 101 Suppl 1(Suppl 1):S37-52
- Buttel, F. H. (1987). New directions in environmental sociology. *Annual Review of Sociology*, 13, 465-488.
- Chaiklieng, S. (2021). Risk assessment of workers' exposure to BTEX and hazardous area classification at gasoline stations. *PLoS One*, 16(4), e0249913.
- Chaiklieng, S., Dacherngkhao, T., Suggaravetsiri, P., & Pruktharathikul, V. (2020). Fire risk assessment in fire hazardous zones of gasoline stations. *Journal of occupational health*, 62(1), e12137.
- Chaiklieng, S., Suggaravetsiri, P., & Autrup, H. (2019). Risk assessment on benzene exposure among gasoline station workers. *International journal of environmental research and public health*, 16(14), 2545.
- Coello, F. J. P., Florentino, D., García, J., & Nazila, A. B. (2023). Alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio. *Salud de los trabajadores*, 31(2), 179-191.
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Costa-Amaral, I. C., Carvalho, L. V., Santos, M. V. C., Valente, D., Pereira, A. C., Figueiredo, V. O., ... & Larentis, A. L. (2019). Environmental assessment and evaluation of oxidative stress and genotoxicity biomarkers related to chronic occupational exposure to benzene. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12), 2240.



- Cruz, L. P., Alve, L. P., Santos, A. V., Esteves, M. B., Gomes, Í. V., & Nunes, L. S. (2017). Assessment of BTEX concentrations in air ambient of gas stations using passive sampling and the health risks for workers. *Journal of Environmental Protection*, 8(1), 12-25.
- Cruz-Núñez, X., Hernández-Solís, J. M., & Ruiz-Suarez, L. G. (2003). Evaluation of vapor recovery systems efficiency and personal exposure in service stations in Mexico City. *Science of the total environment*, 309(1-3), 59-68.
- De Sousa, T. B. (2015). Environmental Impacts Management of a Brazilian Gas Station: A Case Study. *Global Journal of Researches in Engineering: G Industrial Engineering*, 15(3), 22-32.
- Dehghani, M., Fazlzadeh, M., Sorooshian, A., Tabatabaee, H. R., Miri, M., Baghani, A. N., ... & Rashidi, M. (2018). Characteristics and health effects of BTEX in a hot spot for urban pollution. *Ecotoxicology and environmental safety*, 155, 133-143.
- Edokpolo, B., Yu, Q. J., & Connell, D. (2014). Health risk assessment of ambient air concentrations of benzene, toluene and xylene (BTX) in service station environments. *International journal of environmental research and public health*, 11(6), 6354-6374.
- Elsayyad, N. (2025). Petrol Filling Stations as Emerging Social Hubs: Assessing Health Risks and Urban Planning Challenges—A Case Study of New Cairo, Egypt. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 53(3), 208-230.
- EPA (Environmental Protection Agency). (2022). Air toxics monitoring and community risk assessment tools. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/amtic>
- EPA. (2023). Technical overview of volatile organic compounds (VOCs). United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov>
- Giechaskiel, B., Joshi, A., Ntziachristos, L., & Dilara, P. (2019). European regulatory framework and particulate matter emissions of gasoline light-duty vehicles: A review. *Catalysts*, 9(7), 586.
- Hashemi, F., Hoepner, L., Hashemi, H., Hoseini, M., Omeragić, E., Hamidinejad, F. S., ... & Guo, C. (2025). Prenatal Exposure to benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene (BTEX) and the Risk of Autism Spectrum Disorders in Children Aged 16 to 37 Months: A Prospective Cohort Study. *Environmental Pollution*, 126700.



- Hicklin, W., Farrugia, P. S., & Sinagra, E. (2018). Investigations of VOCs in and around buildings close to service stations. *Atmospheric environment*, 172, 93-101.
- Hilpert, M., Mora, B. A., Ni, J., Rule, A. M., & Nachman, K. E. (2015). Hydrocarbon release during fuel storage and transfer at gas stations: environmental and health effects. *Current Environmental Health Reports*, 2(4), 412-422.
- HOELZEL, N. Z. (2004). Lessons Learned at West Covina, California: A Case Study on Bringing Science and Planning Together to Protect Human Health, Safety, and Welfare from Vapor Intrusion (Master's thesis, University of Cincinnati).
- Huy, L. N., & Oanh, N. T. K. (2020). Emission control for volatile organic compounds from gasoline stations and implication on ozone-forming potential. *Atmospheric Pollution Research*, 11(6), 87-98.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994, Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4769989&fecha=02/12/1994
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (1987). Benzene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 45. <https://monographs.iarc.fr/>
- Khoder, M. I., & Hassan, S. K. (2008). Weekday/weekend differences in ambient aerosol level and chemical characteristics of water-soluble components in the city centre. *Atmospheric Environment*, 42(32), 7483-7493.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988)., México, PROFEPA
- Ley General de Protección Civil (LGPC) 2021, Ultima reforma de la Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. México. Obtenido el 23 de septiembre del 2021 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf
- Man, H., Shao, X., Cai, W., Wang, K., Cai, Z., Xue, M., & Liu, H. (2024). Utilizing a optimized method for evaluating vapor recovery equipment control efficiency and estimating evaporative VOC



- emissions from urban oil depots via an extensive survey. *Journal of Hazardous Materials*, 479, 135710.
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: a review. *Frontiers in public health*, 8, 14.
- McDonald, J. C., Lavoie, J., Cote, R., & McDonald, A. D. (1987). Chemical exposures at work in early pregnancy and congenital defect: a case-referent study. *Occupational and Environmental Medicine*, 44(8), 527-533.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2023). Normativa sobre emisiones de compuestos orgánicos volátiles en estaciones de servicio. Gobierno de España.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2023). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023–2030. Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es>
- Montano, L., Baldini, G. M., Piscopo, M., Liguori, G., Lombardi, R., Ricciardi, M., ... & Motta, O. (2025). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in the Environment: Occupational Exposure, Health Risks and Fertility Implications. *Toxics*, 13(3), 151.
- Montero-Montoya, R., López-Vargas, R., & Arellano-Aguilar, O. (2018). Volatile organic compounds in air: sources, distribution, exposure and associated illnesses in children. *Annals of global health*, 84(2), 225.
- Moschini, L. E., Santos, J. E. D., & Pires, J. S. R. (2005). Environmental diagnosis of risk areas related to gas stations. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 657-666.
- Natelson, E. A. (2007). Benzene-induced acute myeloid leukemia: A clinician's perspective. *American journal of hematology*, 82(9), 826-830.
- Niaz, K., Bahadar, H., Maqbool, F., & Abdollahi, M. (2015). A review of environmental and occupational exposure to xylene and its health concerns. *EXCLI journal*, 14, 1167.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2001). El principio precautorio y su aplicación en el entorno laboral. Ginebra: OIT.
- Organización Mundial de la Salud (WHO). (2023). Air quality guidelines for Europe (2nd ed.). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

- Protano, C., Scalise, T., Orsi, G. B., & Vitali, M. (2012). A systematic review of benzene exposure during pregnancy and adverse outcomes on intrauterine development and birth: still far from scientific evidence. *Ann Ig*, 24(6), 451-463.
- Rawlins, R. (2013). Planning for fracking on the Barnett Shale: urban air pollution, improving health based regulation, and the role of local governments. *Va. Env'tl. LJ*, 31, 226.
- Rentschler, J., & Leonova, N. (2023). Global air pollution exposure and poverty. *Nature communications*, 14(1), 4432.
- Ruan, X., Shang, W., Lu, J., Li, Z., Yang, J., Cheng, J., ... & Sun, J. (2024). Maternal multivitamin supplementation mitigates the risk of fetal congenital heart disease associated with high indoor total volatile organic compounds exposure in east china: a case-control study. *Environmental Health*, 23(1), 110.
- Santiago, F., Alves, G., Otero, U. B., Tabalipa, M. M., Scherrer, L. R., Kosyakova, N., ... & Liehr, T. (2014). Monitoring of gas station attendants exposure to benzene, toluene, xylene (BTX) using three-color chromosome painting. *Molecular Cytogenetics*, 7(1), 15.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), & Secretaría de Energía (SENER). (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, Q Retrieved from <http://dof.gob.mx/notadetalle.php?codigo=2091196&fecha=07/09/2005>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). Informe nacional sobre la calidad del aire 2010–2011.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). Lineamientos para la evaluación del impacto ambiental de estaciones de servicio. México: SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2014). Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006, Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376263&fecha=17/12/2014



- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006, Retrieved from <http://www.cofemersimir.gob.mx/expedientes/20708>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). A Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5604713&fecha=11/11/2020
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). Programa de gestión federal para mejorar la calida del aire de la Megalópolis: Proaire de la Megalópolis 2017-2030. Retrieved from https://framework-gb.cdn.gob.mx/data/institutos/semarnat/Programa_de_Gestión_Federal_2017-2030_final.pdf
- SEMARNAT. (2012). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>
- Shinohara, N., García, J. J. F. Á., Reyes, M. M., Jiménez, B. G., Cruz, R. B., Gonzalez, B. C., & Wakamatsu, S. (2024). Exposure/risk assessment of employees in gasoline refueling stations with and without the efficacy of vapor recovery systems in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1), 10.
- Snyder, R. (2012). Leukemia and benzene. *International journal of environmental research and public health*, 9(8), 2875-2893.
- Terrés, I. M. M., Miñarro, M. D., Ferradas, E. G., Caracena, A. B., & Rico, J. B. (2010). Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings. *Journal of environmental management*, 91(12), 2754-2762.
- Tipton, M. J., Lathem, T. L., Fu, J. S., & Tschantz, M. F. (2022). Effectiveness of emissions standards on automotive evaporative emissions in Europe under normal and extreme temperature conditions. *Environmental Research Communications*, 4(8), 081003.
- Tunsaringkarn, T., Siriwong, W., Rungsiyothin, A., & Nopparatbundit, S. (2012). Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand.
- Warneke, C., McKeen, S. A., De Gouw, J. A., Goldan, P. D., Kuster, W. C., Holloway, J. S., ... & Blake, D. R. (2007). Determination of urban volatile organic compound emission ratios and



- comparison with an emissions database. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D10).
- Wibowo, A., Lestari, F., & Modjo, R. (2023). Safety climate assessment in fuel stations in the West Java Region. *Safety*, 9(1), 9.
- WHO. (2023). Air quality guidelines for benzene and other toxic air pollutants. World Health Organization. <https://www.who.int/publications>
- World Health Organization (WHO). (2023). Benzene in ambient air: Health risks and risk management. WHO Regional Office for Europe. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289076715>
- Xiong, F., Li, Q., Zhou, B., Huang, J., Liang, G., Zhang, L. E., ... & Zou, Y. (2016). Oxidative stress and genotoxicity of long-term occupational exposure to low levels of BTEX in gas station workers. *International journal of environmental research and public health*, 13(12), 1212.
- Yasin, S. A., & Salih, Z. R. (2025). Occupational Health Risk Assessment of Heavy Metal Exposure Among Gas Station Workers in Erbil City. *Journal of Applied Toxicology*.
- Yousefian, F., Hassanvand, M. S., Nodehi, R. N., Amini, H., Rastkari, N., Aghaei, M., ... & Yaghmaeian, K. (2020). The concentration of BTEX compounds and health risk assessment in municipal solid waste facilities and urban areas. *Environmental Research*, 191, 110068.
- Yusha'u, A. M., Ojeh, V. N., Isa, S., & Yavala, D. M. (2022). Siting of Petrol Stations and Compliance to Environmental Regulations in Jalingo Metropolis, Taraba State, Nigeria.
- Zhu, J., Zhu, M., Chen, L., Luo, L., Wang, W., Zhu, X., & Sun, Y. (2024). Multi-Objective Optimization of Urban Gas Station Site Selection Under Territorial Spatial Planning Constraints. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(11), 375.
- Zubizarreta Solá, A., Martínez Menéndez, J., Rivas Pérez, P., Gómez Iglesias, S., & Sanz Borrás, A. (2018). Revisión de la literatura sobre efectos nocivos de la exposición laboral a hidrocarburos en trabajadores en ambiente externo. *Medicina y seguridad del trabajo*, 64(252), 271-294.

