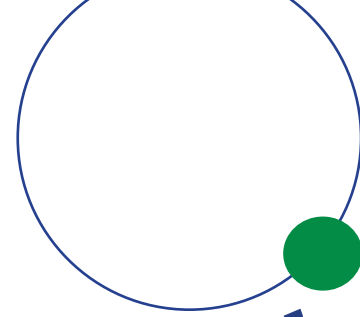




**LA CALIDAD DE LOS
COMBUSTIBLES EN MÉXICO.
IMPACTOS LOCALES EN LA
SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE.**



ÍNDICE

• Introducción.	5
• I. Alcances y contenidos de la NOM 016.	7
• II. Relación combustibles - calidad del aire.	11
• A. Etanol, contaminación por ozono e impactos en la salud.	14
• III. Calidad del aire y derechos humanos.	19
• Bibliografía.	20



INTRODUCCIÓN

Como parte de la agenda pública de regulación de actividades del sector hidrocarburos, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) aprobó la modificación a un instrumento jurídico, la Norma Oficial Mexicana *NOM-016-CRE-2016 Especificaciones de calidad de los petrolíferos*, con miras a elevar los niveles aceptables de etanol en las gasolinas, entre otros temas a revisar. La publicación de esta Norma, hace un año, significó una serie de logros ambientales entre los que se encuentran la reducción de los niveles de azufre en combustibles (cuestión que impacta en la reducción de los niveles de carbono negro) y la restricción del uso de etanol como oxigenante adicionado a las gasolinas distribuidas en las principales zonas metropolitanas (cuestión que impacta en la protección de las zonas más propensas a altos niveles de ozono troposférico).

Si bien la creación de la Norma compete a la Federación, en tanto que la regulación del sector hidrocarburos es facultad exclusiva de este orden de gobierno, los efectos de su aplicación en territorio nacional involucran esferas de acción que competen a los estados y a los municipios. La quema de combustibles tiene importantes efectos en la salud y el medio ambiente, materias que por mandato constitucional son concurrentes y deben ser atendidas por los tres órdenes de gobierno en el ámbito de su competencia.

Dicho de otra forma, las especificaciones de calidad de combustibles, aprobadas en esta revisión, del instrumento federal tendrán importantes consecuencias en lo local puesto que la buena o mala calidad de los combustibles contribuye a mejorar o empeorar la calidad del aire y con ello la salud de las personas que habitan en un territorio determinado y cuya atención y cuidado en términos de salud pública se hará desde lo local.

En ese sentido, es importante mencionar que la NOM- 016-CRE-2016 ha previsto algunas zonas especiales de protección dentro del territorio mexicano.

La Norma protege ciertas zonas metropolitanas y "corredores industriales" con previsiones especiales ante cuatro tipos de petrolíferos: diésel, gasolinas, petróleo para uso industrial y gas licuado de petróleo.

Esta protección especial representa importantes beneficios para la salud y el medio ambiente sobre todos los habitantes de esas áreas metropolitanas mediante la mejora de la calidad del aire. Sin embargo, es inequitativa si se considera que otras ciudades presentan problemas de calidad de aire de magnitudes comparables a las zonas metropolitanas y 'corredores industriales' pero no están protegidas por previsiones especiales.

Es por ello que es fundamental que los gobiernos locales que presenten condiciones iguales o similares a las zonas protegidas conozcan el objeto y alcance de esta regulación, particularmente, aquéllas especificaciones cuya aplicación tendrá un impacto en el pleno ejercicio de los derechos humanos a la salud y al medio ambiente sano, que por mandato constitucional son obligatorio proteger.

Debido a la centralidad en la discusión sobre la calidad del aire, el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. (CEMDA) se ha dado a la tarea de analizar la evidencia científica sobre el impacto del ozono y otros compuestos contaminantes derivados del proceso de combustión de las gasolinas, tanto en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) como en otras áreas metropolitanas. Ello, con el objetivo de contribuir con información que sea oportuna y actualizada al diseño e implementación de políticas públicas que beneficien a la población y a la salud pública.

En este sentido, este documento pretende dar a conocer los alcances y contenidos de las especificaciones de esta Norma que tienen impactos locales en la salud y el medio ambiente en lo relativo a las gasolinas y sus oxigenantes, describir dichos impactos así como visibilizar la relación de la calidad

de los combustibles con la calidad del aire y los derechos humanos.

Con la aprobación de la NOM-016-CRE-2016 y la serie de contingencias que se han desencadenado, el tema de ozono se ha vuelto particularmente relevante tras la inclusión del etanol como oxigenante en las gasolinas del país, prohibiendo su uso en las zonas metropolitanas, cuestión que llama la atención ya que los impactos en la calidad del aire del uso del etanol como oxigenante han sido ampliamente documentados por las principales agencias y centros de investigación del mundo, coincidiendo en que promueve la generación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), Óxido de Nitrógeno (NOX), Material Particulado (PM por sus siglas en inglés) y otros compuestos,

precursores de la formación de ozono, uno de los contaminantes más dañinos para la salud pública.

El respeto y la protección de los derechos humanos es deber y razón de ser del Estado mexicano. Dicha protección compete a los tres órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal, y a los tres Poderes de la Unión: Ejecutivo, Legislativo y Federal. El cumplimiento de estos derechos debe hacerse de manera progresiva, es decir, con medidas y acciones paulatinas y graduales que avancen hacia el pleno ejercicio de los derechos humanos y con bases no discriminatorias, lo cual implica no hacer distinciones, exclusiones o restricciones que afecten o deterioren el ejercicio de los derechos humanos en todo el territorio nacional.



I. ALCANCES Y CONTENIDOS DE LA NOM 016.

La *Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos*, es una norma oficial mexicana (NOM) creada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) cuyo antecedente se remonta a la norma oficial mexicana emergente, NOM-EM-005-CRE-2015, publicada el 31 de octubre de 2015, con el propósito de llenar un vacío regulatorio que pudiera hacer aplicable lo establecido en los artículos 78 y 79 de la Ley de Hidrocarburos¹.

Pasado el periodo durante el cual fue vigente la NOM con carácter emergente, se publicó el 29 de agosto de 2016 la NOM definitiva, *Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos*, para dar continuidad y permanencia al contenido de la norma previa. Para su publicación, la NOM cumplió con el proceso de normalización previsto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) el cual requiere la presentación de una Manifestación de Impacto Regulatorio (MIR) con el propósito de determinar los costos y beneficios potenciales del anteproyecto y de las alternativas consideradas, así como una comparación con las normas internacionales. De esta forma, la CRE presentó una MIR de alto impacto

en la cual se consideraba que el contenido de la norma contribuía a la protección del medio ambiente y la salud.

El objeto previsto de esta Norma es establecer las especificaciones de calidad que deben cumplir los petrolíferos en cada etapa de la cadena de producción y suministro, en territorio nacional, incluyendo su importación. Los petrolíferos son productos que se obtienen de la refinación del petróleo o del procesamiento del gas natural y que derivan directamente de hidrocarburos, tales como gasolinas, Diésel, querosenos, combustóleo y Gas Licuado de Petróleo, entre otros.

Además de establecer la calidad para los petrolíferos, la norma establece la creación de zonas en las cuales los combustibles ahí suministrados deben tener una composición diferente, siendo relevante para los efectos de este documento lo relativo a las gasolinas y el etanol utilizado como sustancia oxigenante de las mismas.

La siguiente tabla ilustra las distintas zonas y las implicaciones de cada una de ellas.

¹ Artículo 78. Las especificaciones de calidad de los Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos serán establecidas en las normas oficiales mexicanas que al efecto expida la Comisión Reguladora de Energía. Las especificaciones de calidad corresponderán con los usos comerciales, nacionales e internacionales, en cada etapa de la cadena de producción y suministro.

Artículo 79. Los métodos de prueba, muestreo y verificación aplicables a las características cualitativas, así como al volumen en el Transporte, Almacenamiento, Distribución y, en su caso, el Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos se establecerán en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expidan la Comisión Reguladora de Energía y la Secretaría de Economía, en el ámbito de su competencia.

ZONA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	El área integrada por los siguientes municipios del estado de Jalisco: Guadalajara, Ixtlahuacán del Río, Tlaquepaque, Tonalá, Zapotlanejo y Zapopan.
Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM)	El área integrada por los siguientes municipios del estado de Nuevo León: Apodaca, Benito Juárez, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina.
Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	El área integrada por las 16 demarcaciones políticas de la Ciudad de México y los siguientes municipios del Estado de México: Acolman, Atizapán de Zaragoza, Atenco, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Tecámac, Teoloyucan, Tepotzotlán, Texcoco, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad y Zumpango.
Zona resto del país	Es el área geográfica dentro del territorio nacional de acuerdo a lo siguiente: 1. En relación a las gasolinas, la que excluye a las ZMVM, ZMM y ZMG; 2. En el caso del Diésel automotriz, la que excluye a las ZMVM, ZMM, ZMG y ZFN y, en su caso, los corredores DUBA referidos en el Anexo 1 de la Norma; 3. En el caso de petrolíferos de uso industrial, la que excluye a la ZMVM, ZMM, ZMG, así como los Corredores industriales y centros de población definidos en el Anexo 2 de la Norma. 4. En el caso del GLP, la que excluye a ZMVM y las ciudades de Puebla, Toluca, Querétaro y Monterrey.

Esta NOM creó la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y la Zona resto del país que excluye las tres anteriores. Para las tres primeras zonas, la NOM establece especificaciones más estrictas, ya que se determinó que los valores límite contemplados son los adecuados respecto de las necesidades de México en materia de medio ambiente y salud².

Particularmente relevante es la restricción para usar etanol en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey, así como permitir un contenido máximo de 5.8% como oxigenante en gasolinas Regular y Premium en el resto del país³. La lógica de esta restricción obedeció, de acuerdo a la MIR de alto impacto, a que la adición no controlada de etanol incrementa las emisiones de vapores de gasolina a la atmósfera y produce aldehídos, que son precursores en la formación de ozono (O3) y partículas PM10 como productos de la combustión⁴ que a su vez deterioran la calidad del aire y, con ello, el medio ambiente y la salud de las personas.

El propio Secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell, explicó públicamente que se habían establecido dichos porcentajes en la Norma para evitar una "degradación ambiental". Y es que, de acuerdo con estudios en los que se basó la propia CRE para fijar dichos límites, el aumento de los niveles de etanol en las gasolinas puede incrementar de manera importante los niveles de ozono en las ciudades ocasionando mala calidad del aire y, con ello, daños al medio ambiente y la salud de las personas.

² Manifestación de Impacto Regulatorio de alto impacto con análisis de impacto en la competencia y análisis de riesgos. Norma oficial mexicana NOM-016-CRE-2016 especificaciones de calidad de los petrolíferos, COFEMER, Disponible en <http://cofemersimr.gob.mx/mirs/40348/pdf>, p.16.

³ Tabla 6. Especificaciones adicionales de gasolinas por región, NOM-016-CRE-2016 especificaciones de calidad de los petrolíferos.

⁴ Cfr. Manifestación de Impacto Regulatorio de alto impacto con análisis de impacto en la competencia y análisis de riesgos. Norma oficial mexicana NOM-016-CRE-2016 especificaciones de calidad de los petrolíferos, COFEMER, Disponible en <http://cofemersimr.gob.mx/mirs/40348/pdf>, p.18

Así pues, antes de ser modificada, la Norma contenía especificaciones que procuraban la protección de la salud de las personas y del medio ambiente, a través de especificaciones más estrictas de calidad de gasolinas. No obstante ello, dicha protección se limita a tres zonas metropolitanas del país dejando fuera otras zonas metropolitanas con condiciones similares a aquéllas protegidas.

Ante este panorama, vale la pena reflexionar si la reciente modificación a la norma en la que se permite el aumento de etanol en la mezcla de gasolinas para otras zonas del país implica medidas discriminatorias e inequitativas para los habitantes de aquellas ciudades; ello en razón de que no se han contemplado especificaciones más estrictas para proteger sus derechos humanos a la salud y al medio ambiente sano, así como la posibilidad de generar mayores costos a los gobiernos de dichas entidades que tendrán que atender dichas afectaciones en el largo plazo.

De manera específica, se hace esta reflexión para aquéllas entidades federativas que conforman la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), organismo de coordinación política constituido el 23 de agosto del 2013, con el objeto de llevar a cabo la planeación y ejecución de acciones en materia de protección al ambiente, de preservación y restauración del equilibrio ecológico en la región que se extiende a las 16 delegaciones de la Ciudad de México y a 224 municipios en total entre el Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala.



II. RELACIÓN COMBUSTIBLES - CALIDAD DEL AIRE.

El aire es un elemento fundamental que hace posible la vida de los seres humanos y de otros seres vivos. Este elemento se conforma de la mezcla de gases tales como el nitrógeno (78%), el oxígeno (21%) y otros gases inertes (1%)⁵ que en su estado puro y limpio, permiten un adecuado desarrollo de las funciones más vitales. De esta forma, cuando el aire se encuentra en estado puro y limpio se puede afirmar que existe buena calidad del aire mientras que el deterioro de este elemento genera mala calidad del aire.

Así pues, el término calidad del aire, se usa en el marco de la gestión ambiental para referirse al estado del aire que rodea a los seres humanos⁶. La mala calidad del aire se produce cuando se emiten sustancias que contaminan y alcanzan concentraciones suficientemente altas como para poner en peligro la salud humana y el medio ambiente; se contamina principalmente a consecuencia de una gran variedad de actividades que se desarrollan de manera cotidiana.

Entre estas actividades destaca el sector transporte puesto que contribuye en un gran porcentaje a la contaminación atmosférica debido al uso masivo de combustibles cuya quema es el origen de las emisiones causantes del problema. Basta mencionar que el sector transporte es responsable del 90.03% de las emisiones de Monóxido de

Carbono (CO) y del 45.67% de Óxidos de Nitrógeno (NOx), a nivel nacional, los cuales contribuyen a la formación de ozono troposférico (O3).

Para el presente documento y debido a las características del etanol, son relevantes las cuestiones relativas a las emisiones causadas por la evaporación de combustible. Estas emisiones evaporativas pueden ocurrir cuando el vehículo está estacionado y no sólo cuando está en circulación o siendo despachado en las estaciones de servicio. La magnitud de estas emisiones depende de si el vehículo cuenta con un sistema de control de emisiones evaporativas, además de las concomitantes de la altura, la temperatura ambiente, la radiación solar y, principalmente, de la presión de vapor de este tipo de gasolina.

Las emisiones evaporativas se componen de hidrocarburos, que resultan cuando no se quema completamente el combustible. Existe una gran variedad de hidrocarburos emitidos a la atmósfera y, de ellos, los de mayor interés, por sus impactos en la salud y el ambiente, son los compuestos orgánicos volátiles (COV). Dichos compuestos son precursores de ozono y algunos de ellos, como el benceno y los aldehídos, debido a la alta toxicidad para el ser humano, están clasificados como cancerígenos grupo 1.

⁵ Cfr. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, El aire limpio, Disponible en línea, <http://www.inecc.gob.mx/calibre-informacion-basica/516-calibre-aire-limpio>

⁶Cfr. Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, Informe anual de calidad del aire 2014, SEDEMA, México, 2014, p. 41. Disponible en línea en: http://www.sedema.df.gob.mx/flippingbook/informe_anual_calidad_aire_2014/#p=42

En conjunto, los gases considerados como hidrocarburos son conocidos como compuestos orgánicos totales. Algunos de estos compuestos emitidos a la atmósfera tienen una reactividad fotoquímica alta; es decir, reaccionan en la atmósfera en presencia de luz solar y provocan cambios en los equilibrios químicos derivando en concentraciones más altas de ozono.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han declarado que la evidencia científica revisada demuestra que el control del ozono troposférico, entre otros elementos, mediante la implementación de medidas orientadas a la reducción de emisiones, tendría beneficios inmediatos y múltiples para el bienestar humano⁷.

Según la propia OMS, existen graves riesgos sanitarios por exposición al ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) donde las concentraciones más elevadas suelen encontrarse en zonas urbanas de los países de ingresos bajos y medianos. Así, el O₃ es un importante factor de mortalidad y morbilidad por asma, mientras que el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre pueden tener influencia en el asma, los síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria⁸.

Al O₃ se le asocian males como bronquitis, enfisema, asma y cicatrices permanentes en el tejido pulmonar. Sus impactos en las plantas incluyen reducción del rendimiento de los cultivos y disminución de la capacidad para absorber CO₂. Sólo permanece en la atmósfera entre algunos días y unas pocas semanas⁹.

El ozono troposférico se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de mayor radiación solar¹⁰.

Todos estos contaminantes señalados, al ser emitidos a la atmósfera en grandes cantidades provocan una mala calidad del aire. Cuando estas sustancias alcanzan concentraciones suficientemente altas como para poner en peligro la salud humana y el medio ambiente estamos hablando de contaminación atmosférica.

Ahora bien, esta mala calidad del aire se puede dar como consecuencia de una gran variedad de actividades que se desarrollan de manera cotidiana, entre estas actividades, destaca –como ya se mencionó anteriormente– el sector transporte puesto que contribuye en un gran porcentaje a la contaminación atmosférica debido al uso masivo de combustibles cuya quema es el origen de las emisiones causantes del problema. Es así que el buen control de los combustibles que usa el transporte terrestre en determinado territorio es una medida muy efectiva para mejorar la calidad del aire.

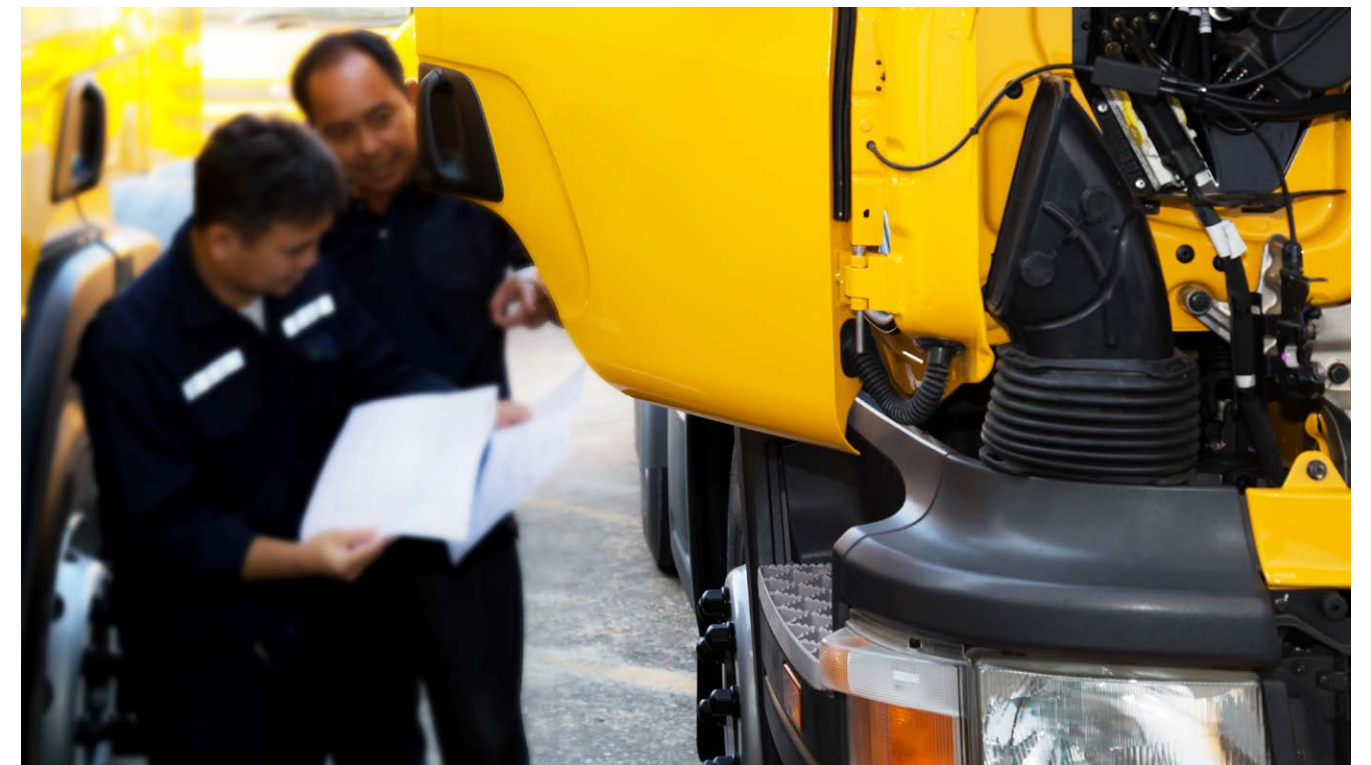
Debido a lo anterior, es importante contar con una regulación adecuada tanto de las tecnologías de los vehículos en circulación como de los combustibles que utilizan. Los niveles de Ozono troposférico pueden reducirse, por ejemplo, con la utilización de combustibles ambientalmente más amigables que se adecuen a las condiciones geográficas de las regiones donde son utilizados.

Así pues, la NOM-016-CRE-2016 original establecía en específico una restricción para usar etanol en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey, al tiempo de permitir un contenido máximo de 5.8% como oxigenante en gasolinas Regular y Premium en el resto del país. Esto, para garantizar niveles de O₃ adecuados para la salud de los habitantes de las zonas metropolitanas, quienes, por temas de altitud y de congestión vehicular, guardan condiciones específicas de riesgo en cuanto a ozono se refiere.

Hay que recordar en este sentido que la capital mexicana y zonas aledañas han sufrido en los últimos años altos niveles de contaminación causados por ozono en la época de primavera-verano, lo que llevó a las autoridades a implantar por varias semanas estados de contingencia ambiental. Esto porque los problemas de ozono se relacionan de manera directa con los niveles de radiación solar que incrementan durante esta época.

La situación descrita con anterioridad lleva a una necesaria discusión respecto del tema de la aditivación de etanol como oxigenante en las gasolinas ante un panorama donde la modificación a la norma ha permitido el uso de etanol al 10% (en vez del 5.8%) en gasolinas y la posible futura remoción de la restricción en las zonas metropolitanas en cuestión.

Cabe a este respecto mencionar que las experiencias de otros países muestran que los biocombustibles o el uso de etanol no siempre reducen las emisiones netas de CO₂ y tampoco pueden ser empleados como un sustituto perfecto de la gasolina. Por el contrario, diferentes estudios realizados demuestran que los biocombustibles pueden tener consecuencias negativas en el medio ambiente por un mayor uso de los recursos naturales y la generación de mayores emisiones durante su producción, presionar el alza de los precios de los alimentos y no solucionan la eficiencia energética en la medida que algunos pueden requerir mayor energía que la que proporcionan¹¹.



11 INECC. Elementos de Sustentabilidad en la Producción de Biocombustibles: la certificación como instrumento de política ambiental.

7 UNEP-WMO. Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone Summary for Decision Makers (2011). Disponible en: https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/BlackCarbon_SDM.pdf

8 OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud (2017). Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

9 AIDA-CEMDA. Contaminantes Climáticos de Vida Corta: una oportunidad para reducir emisiones. Disponible en: <http://www.aida-americas.org/sites/default/files/One%20pager%20final.pdf>

10 Ídem.

A. ETANOL, CONTAMINACIÓN POR OZONO E IMPACTOS EN LA SALUD.

El etanol puede mezclarse con la gasolina en cantidades variables. El combustible resultante se distribuye en mezclas comunes, como la llamada E10 (un 10% de etanol y un 90% de gasolina, también conocida como gasohol) o la cada vez más usada E85 (un 85% de etanol y un 15% de gasolina)¹².

Existen diversos estudios científicos que demuestran que el uso de etanol, tanto como combustible y como aditivo, aumenta los niveles de O₃ por su relación con los aldehídos¹³ y con los óxidos de nitrógenos (NO_x)¹⁴. De estos estudios hablaremos más en extenso a continuación:

El Centro Mario Molina (CMM), a principios del 2000, realizó estudios con el objetivo de medir las emisiones contaminantes provenientes del proceso de combustión y contribuir al diseño de políticas públicas focalizadas que disminuyeran estas emisiones en México. Ello, ante los crecientes índices de contaminantes atmosféricos –principalmente ozono y partículas suspendidas (PM)–, los cuales tuvieron un impacto negativo en la salud pública de los mexicanos por aquellos años.

Entre los múltiples esfuerzos realizados por el CMM, destacó el proyecto MILAGRO (*Megacity Initiative: Local and Global Research Observations* en inglés) de 2006, el cual concluyó que los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) eran los principales precursores de la generación de ozono (uno de los contaminantes más dañinos para la salud pública) en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) –por encima de otras sustancias tóxicas como los óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO), entre otros.

Este hallazgo confirmaba y sustentaba las políticas públicas previas del gobierno para mitigar la generación de ozono y reducir la contaminación del aire en las zonas metropolitanas de México, en específico en la ZMVM, a través de modificaciones a los estándares en la calidad de las gasolinas, entre las que se incluyó la introducción del metil tert-butil éter (MTBE) como oxigenante en los años 90 y los programas de restricción vehicular como el “Hoy No Circula”.

12 Etanol, un combustible que genera gases contaminantes.

Disponibles en: <https://faircompanies.com/articles/etanol-un-combustible-que-genera-gases-contaminantes/>
13 (1) Roger L. Tanner, Antonio H. Miguel, Jailson B. De Andrade, Jeffrey S. Gaffney, and Gerald E. Streit Atmospheric chemistry of aldehydes: enhanced peroxyacetyl nitrate formation from ethanol-fueled vehicular emissions *Environmental Science & Technology* 1988 DOI: 10.1021/es00174a005.

Disponibles en: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es00174a005>. (2) Sérgio M Corrêa, Eduardo M Martins, Graciela Arbilla, Formaldehyde and acetaldehyde in a high traffic street of Rio de Janeiro, Brazil, *Atmospheric Environment*, Volume 37, Issue 1, January 2003, Pages 23-29, ISSN 1352-2310.

Disponibles en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231002008051>. (3) Sergio M Corrêa a,*, Graciela Arbilla c, Eduardo Monteiro Martins b, Simone Lorena Quitério, Claudinei de Souza Guimarães c, Luciana Vanni Gatt Five years of formaldehyde and acetaldehyde monitoring in the Rio de Janeiro downtown area e Brazil. Disponibles en: <https://www.ipen.br/biblioteca/2010/16639.pdf>. (4) Pereira, Pedro Afonso de P., Santos, Leilane Maria B., Sousa, Eliane Teixeira, & Andrade, Jailson B. de. (2004). Alcohol- and gasohol-fuels: a comparative chamber study of photochemical ozone formation. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 15(5), 646-651.

Disponibles en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532004000500006
14 (1) Sasha Madronich. Atmospheric chemistry: Ethanol and ozone. *Nature Geoscience*. Ed. Nature Publishing Group. Apr 28, 2014. Disponibles en: <http://www.nature.com/ngeo/journal/v7/n6/full/ngeo2168.html>. (2) Alberto Salvo, Franz M. Geiger. Reduction in local ozone levels in urban Sao Paulo due to a shift from ethanol to gasoline use. *Nature Geoscience*. Ed. Nature Publishing Group. Apr 28, 2014. Disponibles en: https://mpira.uni-muenchen.de/57868/1/MPRA_paper_57868.pdf

La revista de ciencia *Nature*, por su parte, publicó recientemente que los niveles de ozono pueden incrementar considerablemente en su interacción con la cantidad de NO_x presentes en la atmósfera. Lo anterior resulta especialmente preocupante en ciudades con problemas de ozono (como la Ciudad de México) por los efectos adversos en la salud humana. Entre estos efectos se encuentran: causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares¹⁵.

Otro aspecto a considerar es la presión de vapor; éste es un factor muy importante para el control de emisiones de COVs de los vehículos. La evaporación sucede independientemente de si el vehículo está en uso, cargando combustible o estacionado. El uso de etanol tiene, a comparación con otros oxigenantes un mayor impacto en la presión de vapor de las gasolinas que otros oxigenantes como se muestra a continuación:

PRESIÓN DE VAPOR DE MEZCLA PARA DIFERENTES OXIGENANTES (LB/PULG²)

Oxigenante	Etanol	MTBE	ETBE	TAME
lb/pulg ²	18	8	4	1.5

Fuente: Energy Information Administration (EIA), 2000.

La presión de vapor de mezcla (PVR) está relacionada con la volatilidad de las gasolinas. De esta forma, en condiciones de clima frío, se requiere una PVR alta para garantizar la correcta operación del automóvil. En climas calurosos se requiere una menor presión de vapor para evitar una alta tasa de evaporación de gasolina. Considerando que el etanol tiene una mayor PVR que el MTBE, su

adición a una misma gasolina base provocará un incremento en la PVR. Considerando que el incremento de la PVR trae como consecuencia una mayor tasa de emisión de COVs, entonces, para que este tipo de gasolinas garantice una reducción de emisiones por evaporación, se deben modificar los componentes de la misma.

En este sentido, el impacto del uso de etanol se compensa con la modificación de otros de sus componentes, garantizando gasolinas de mejor calidad (desde el punto de vista ambiental). En este sentido, la Norma denunciada permite el uso de gasolina convencional mezclada con etanol a 10%, sin haber analizado la necesidad de usar gasolina tipo reformulada dependiendo de las características del país. De tal forma, dicha regulación permitirá un combustible oxigenado con etanol al 10% que tendrá mayor PVR que el oxigenado con MTBE lo cual propiciará una mayor concentración de ozono en las ciudades. Cabe apuntar que esto es aún más preocupante en ciudades que ya presentan problemas de calidad del aire.

Dada la gasolina base en México y la composición de la flota vehicular del país, donde gran parte de los vehículos no cuenta con un sistema de control de emisiones evaporativas adecuado para la mezcla de gasolina con alcohol, aumenta el riesgo de emisiones que generen concentraciones de ozono nocivas para la salud humana. La Secretaría de Energía reportó que, en 2015, el 96.6% del parque vehicular nacional empleaba motores con base en gasolina, es decir 32.3 millones de vehículos. Del mismo modo, para 2012, consultoras privadas señalaron que más del 60% del parque vehicular es anterior a 2002. En este orden de ideas, estudios elaborados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente del Gobierno Federal de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) determinaron que los automóviles modelo 2000 y más antiguos no tienen los sistemas de control de emisiones

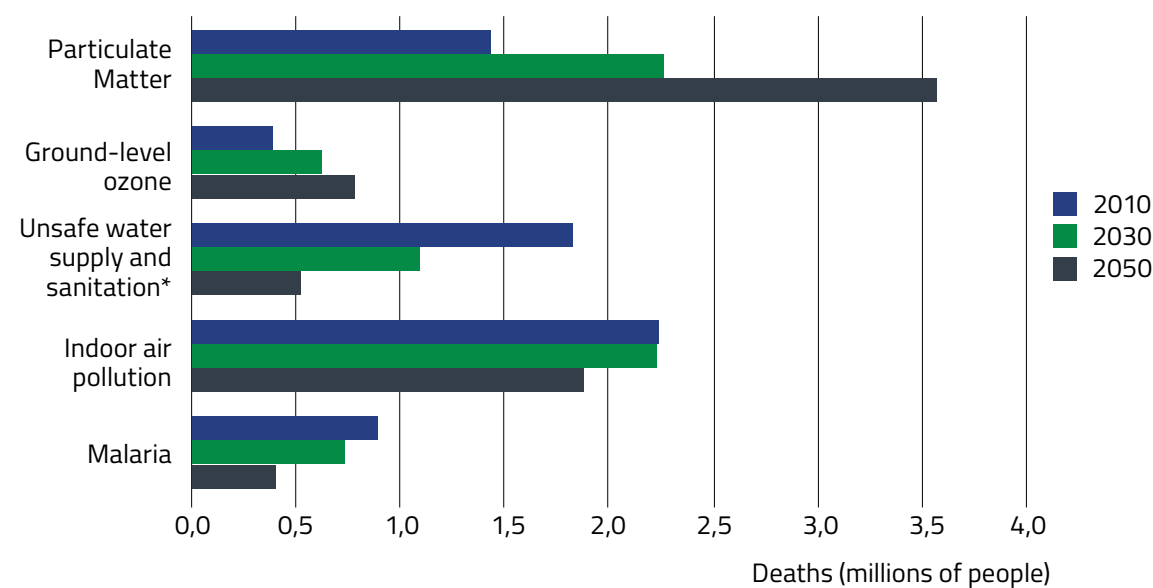
15 OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud (2017). Disponibles en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

adecuados, por lo que hay elementos para creer que pueden experimentar aumentos en las emisiones evaporativas si operan a base de gasolina con etanol¹⁶.

Sobre el particular, estudios de la EPA han encontrado una tendencia en el incremento de emisiones evaporativas con el uso de etanol a un 10%¹⁷. Con base en lo anterior, es evidente que la gasolina mezclada con etanol produce mayores emisiones evaporativas y compuestos orgánicos volátiles¹⁸.

Por otro lado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en sus perspectivas hacia 2050, estimó que la contaminación del aire se convertirá en la principal causa ambiental de mortalidad prematura en el mundo. (Ver figura 1). Este estudio ubica al ozono como una de las 5 principales causas de muerte infantil y estima que, debido al envejecimiento y concentración de la población en zonas urbanas, es probable que los países de la OCDE (entre los que se encuentra México) presenten algunas de las tasas más elevadas de muertes prematuras a causa del ozono troposférico, sólo por debajo de la India¹⁹.

Figura1: Muertes prematuras por riesgos ambientales: Línea de base, 2010 a 2050



Fuente: OECD Environmental Outlook Baseline²⁰

16 NREL, ORNL, Effects of Intermediate Ethanol Blends on Legacy Vehicles and Small Non-Road Engines, Report 1 – Updated (Golden, Colo., February 2009).

Keith Knoll, et al., “Effects of Mid-Level Ethanol Blends on Conventional Vehicle Emissions” (paper presented at SAE 2009 Powertrains Fuels and Lubricants Meeting, San Antonio, Tex., November 2009)

17 Evaporative Emissions from In-use Vehicles, EPA CRC-E-77-2b, 2010.

18 INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, An International Perspective pp111 <https://www.cti2000.it/Bionett/All-2004-004%20IEA%20biofuels%20report.pdf>

19 OECD (2012), OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing, Paris. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050_9789264122246-en

20 Ídem.

Otros estudios también muy destacables son aquellos realizados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos y el *California Air Resources Board* (CARB), dos agencias reconocidas por su trabajo en la materia, las cuales han demostrado que el uso de etanol resulta en una mayor permeación de hidrocarburos en el sistema de combustibles, manifestando varias semanas después que el combustible con etanol se incorpora al automóvil. En particular, con una mezcla de gasolina con 6% de etanol, equivalente al máximo permitido por la actual NOM-016, la permeación de hidrocarburos incrementa, en promedio, 60% en vehículos Tier 0 y Tier 1 – semejante a más del 40% de la flota vehicular de México- comparado con gasolinas sin oxigenantes (*Fuel Permeation from Automotive Systems*, CARB-CRC-E-65, 2004).

En contraste, el estudio demuestra que agregar 11% de MTBE a gasolinas sin oxigenar resulta en una disminución en emisiones fugitivas de 12%. En conjunto, una vez que la reactividad de cada tipo de emisiones es considerada, el uso de etanol al 6%, comparado con MTBE al 11%, resulta en un incremento de 55% en el potencial de formación de ozono (gramos de ozono por día por vehículo). Otros estudios²¹ del *Coordinating Research Council* (CRC) también confirman esta tendencia, concluyendo que las gasolinas con etanol incrementan las emisiones fugitivas y el potencial de formación de ozono. Esta misma tendencia ha sido corroborada por algunos de los principales centros de investigación de Europa y Japón, como el *Joint Resources Center* (JRC)²² y el *Japan Petroleum Energy Center* (JPEC)²³.

En cuanto a la formación de partículas suspendidas (PM) -un contaminante que también viola frecuentemente los niveles aceptables de calidad de

aire en zonas metropolitanas de México-, el impacto negativo de la introducción de etanol en las gasolinas también ha sido ampliamente documentado. El reporte EPAAct de la EPA identifica una correlación directa entre la inclusión de etanol y una mayor cantidad de emisiones de PM. Estos resultados fueron confirmados por estudios posteriores liderados por Aaron Butler, de la EPA y por el reciente estudio del CRC: E94-2. Los resultados de este último estudio demuestran un incremento en PM de 19% (en mezclas con octanaje AKI de 87) y de 39% (en mezclas con octanaje AKI de 94) cuando se incluye etanol al 10% (comparado con gasolinas no oxigenadas).

En el caso de los estudios elaborados en México, la Secretaría de Energía (Sener) menciona en un documento intitulado *Análisis y Propuesta para Introducir Etanol Anhidro en las Gasolinas que Comercializa Pemex* (2014), que la prueba piloto conducida en 2009, en la que se mezcló etanol a 6% en las gasolinas, resultó en un incremento significativo en las emisiones de acetaldehídos y formaldehídos, los cuales son considerados contaminantes tóxicos y “promotores de la formación de ozono” (p. 22).

Estos resultados se confirman en un estudio conducido por el Instituto Mexicano del Petróleo, concluyendo que el uso de etanol al 6.1% de volumen en los combustibles resultó en un incremento significativo de 17% en la emisión de formaldehídos y 29% de acetaldehídos, comparado con combustibles oxigenados con 11% por ciento de MTBE.

Desafortunadamente, la evidencia obtenida en las pruebas conducidas en México hasta el momento -frecuentemente citadas de forma incorrecta como evidencia de que el uso de etanol no impacta

21 CRC 3-77-2b, CRC Project E-65.3, CRC E-77 Pilot Study, CRC E-77-2, CRC 3-77-2C

22 Martini, G., et al (2012). Review of the European Test Procedure for Evaporative Emissions: Main Issues and Proposed Solutions. European Commission, Joint Resource Center. Disponible en:

http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC77061/final_evap_report_online_version.pdf

23 Tanaka, H., Matsumoto, T., Funaki, R., Kato, T. et al., “Effects of Ethanol or ETBE Blending in Gasoline on Evaporative Emissions for Japanese In-Use Passenger Vehicles,” SAE Technical Paper 2007-01-4005, 2007. Disponible en: <http://papers.sae.org/2007-01-4005/>

negativamente la calidad del aire- solamente es válida en términos de las emisiones por el tubo de escape. Como muestran los estudios y reportes de las principales agencias internacionales, la metodología empleada es insuficiente para medir con precisión el efecto del etanol en las emisiones evaporativas en el caso mexicano.

En específico, los estudios no se realizaron empleando un periodo de aclimatación de, al menos, 4 semanas con el combustible a $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ó hasta que las emisiones fugitivas se equilibren -un criterio que el CRC sostiene que es indispensable para conducir este tipo de pruebas sobre emisiones fugitivas.

Considerando el impacto que tiene el ozono para la salud pública en las zonas metropolitanas -y la última crisis en la calidad del aire que vivimos los mexicanos el año pasado- es indispensable tomar en cuenta estos hallazgos y repensar el diseño de una política pública efectiva a favor de la calidad del aire.

En este sentido, la evidencia científica sobre la correlación entre ozono y salud pública es preocupante porque múltiples estudios epidemiológicos registraron efectos dramáticamente adversos en la salud de las personas al exponerse a altas concentraciones de O_3 que van desde susceptibilidad a infecciones respiratorias y decremento en la función pulmonar, hasta daño epitelial pulmonar, por nombrar algunos.

Esto se suma a las recomendaciones de múltiples expertos, como el *International Council on Clean Transportation (ICCT)*, el cual sugiere prohibir el uso del etanol en zonas metropolitanas, como el Valle de México, donde condiciones estacionarias (radiación ultravioleta fuerte y vientos débiles) y condiciones atmosféricas propician la formación de ozono.



III. CALIDAD DEL AIRE Y DERECHOS HUMANOS.

Como se ha descrito, el aire limpio hace posible un medio ambiente sano y es un requisito básico de la vida, la salud y el bienestar de los seres humanos, condiciones que son protegidas a través de derechos humanos, es decir, a través del derecho humano a la vida, el derecho humano a la salud y el derecho humano a un medio ambiente sano.

El reconocimiento de estas condiciones como derechos humanos implica el deber del Estado de respetar, proteger y garantizar los derechos a través de actos u omisiones que lleven a cabo los tres Poderes de la Unión: Ejecutivo, Legislativo y Judicial, y los tres órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal.

En ese orden de ideas, las regulaciones y políticas públicas que adopte el Estado para proteger y mejorar la calidad del aire deben forzosamente contemplar el efecto que dichas regulaciones tendrán en el cumplimiento de los derechos humanos arriba mencionados. Así, es pertinente determinar si la NOM-016-CRE-2016 contribuye al cumplimiento de los derechos humanos de los habitantes de México y bajo qué supuestos genera condiciones de incumplimiento a los mismos.

Al respecto, se ha explicado ya que la norma en cuestión ha previsto la creación de zonas metropolitanas especiales dentro de las cuales la calidad de gasolinas suministradas cumple con estándares más estrictos para las diversas sustancias que la conforman. Dicha exigencia obedece a razones de protección de la salud de los habitantes y el medio ambiente en dichas zonas, lo cual necesariamente implica la exclusión automática de protección en aquellas zonas que, siendo metropolitanas, no se encuentran en los supuestos previstos por la NOM.

Así pues, zonas metropolitanas que forman parte de la CAME, tales como Tlaxcala, Puebla, Pachuca, Cuernavaca, no obstante ser aledañas a la ZMVM prevista en la NOM, no cuentan con la protección otorgada a ésta. Ello, además de ignorar la dinámica de funcionamiento de las cuencas atmosféricas interconectadas y la dispersión que caracteriza a los contaminantes del aire y la movilidad interestatal de las unidades de transporte, atenta contra principios que rigen el cumplimiento de derechos humanos.

Específicamente, se está tratando de manera desigual a habitantes que se encuentran en condiciones similares y se genera discriminación al establecer distinciones entre ellos, distinciones cuyas consecuencias en la salud y en el medio ambiente deberán padecer los habitantes de las zonas excluidas. Aunado a esto, la Federación está generando cargas económicas adicionales a las entidades federativas aledañas a la ZMVM que carecerán de suministro de gasolinas limpias y tendrán que asumir el costo por prestar el servicio público de salud y la protección al ambiente.

Así, la revisión de la NOM-016-CRE-2016, representaba una oportunidad para subsanar la inequidad propiciada y generar una regulación que al tiempo de establecer especificaciones técnicas que contribuyan a mejorar la calidad de los combustibles, favorezcan el fortalecimiento de la equidad y la no discriminación en la protección del derecho humano a la salud, el medio ambiente y la vida de los habitantes de todas las zonas en el país.



BIBLIOGRAFÍA

AIDA-CEMDA. Contaminantes Climáticos de Vida Corta: una oportunidad para reducir emisiones. Disponible en: <http://www.aida-americas.org/sites/default/files/One%20pager%20final.pdf>

CRC 3-77-2b, CRC Project E-65.3, CRC E-77 Pilot Study, CRC E-77-2, CRC 3-77-2C
Etanol, un combustible que genera gases contaminantes. Disponible en: <https://faircompanies.com/articles/etanol-un-combustible-que-genera-gases-contaminantes/>

Evaporative Emissions from Inuse Vehicles, EPA CRC-E-77-2b, 2010.
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC77061/final_evap_report_online_version.pdf

Franz M. Geiger. Reduction in local ozone levels in urban Sao Paulo due to a shift from ethanol to gasoline use. *Nature Geoscience*. Ed. Nature Publishing Group. Apr 28, 2014. Disponible en: https://mpira.ub.uni-muenchen.de/57868/1/MPRA_paper_57868.pdf

INECC. Elementos de Sustentabilidad en la Producción de Biocombustibles: la certificación como instrumento de política ambiental. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/sutentabilidad_biocombustibles.pdf

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, El aire limpio, Disponible en línea, <http://www.inecc.gob.mx/calibre-informacion-basica/516-calibre-aire-limpio>

International Energy Agency, An International Perspective pp111 <https://www.cti2000.it/Bionett/All-2004-004%20IEA%20biofuels%20report.pdf>
Keith Knoll, et al., "Effects of Mid-Level Ethanol Blends on Conventional Vehicle Emissions" (paper presented at SAE 2009 Powertrains Fuels and Lubricants Meeting, San Antonio, Tex., November 2009)

Manifestación de Impacto Regulatorio de alto impacto con análisis de impacto en la competencia y análisis de riesgos. Norma oficial mexicana NOM-016-CRE-2016 especificaciones de calidad de los petrolíferos, COFEMER, Disponible en <http://cofemersimir.gob.mx/mirs/40348/pdf>, p.16.

Martini, G., et al (2012). Review of the European Test Procedure for Evaporative Emissions: Main Issues and Proposed Solutions. European Commission, Joint Resource Center.

NREL, ORNL, Effects of Intermediate Ethanol Blends on Legacy Vehicles and Small Non-Road Engines, Report 1 – Updated (Golden, Colo., February 2009).

OECD (2012), OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing, Paris. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050_9789264122246-en

OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud (2017). Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Pereira, Pedro Afonso de P., Santos, Leilane Maria B., Sousa, Eliane Teixeira, & Andrade, Jailson B. de. (2004). Alcohol- and gasohol-fuels: a comparative chamber study of photochemical ozone formation. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 15(5), 646-651. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532004000500006

Roger L. Tanner, Antonio H. Miguel, Jailson B. De Andrade, Jeffrey S. Gaffney, and Gerald E. Streit Atmospheric chemistry of aldehydes: enhanced peroxyacetyl nitrate formation from ethanol-fueled vehicular emissions *Environmental Science & Technology* 1988 DOI: 10.1021/es00174a005. Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es00174a005> .

Sérgio M Corrêa, Eduardo M Martins, Graciela Arbillá, Formaldehyde and acetaldehyde in a high traffic street of Rio de Janeiro, Brazil, *Atmospheric Environment*, Volume 37, Issue 1, January 2003, Pages 23-29, ISSN 1352-2310. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231002008051>.

Sergio M Corrêa a,* , Graciela Arbillá c , Eduardo Monteiro Martins b , Simone Lorena Quitério, Claudinei de Souza Guimarães c , Luciana Vanni Gatt Five years of formaldehyde and acetaldehyde monitoring in the Rio de Janeiro downtown area e Brazil. Disponible en: <https://www.ipen.br/biblioteca/2010/16639.pdf>.

Sasha Madronich. Atmospheric chemistry: Ethanol and ozone. *Nature Geoscience*. Ed. Nature Publishing Group. Apr 28, 2014. Disponible en: <http://www.nature.com/ngeo/journal/v7/n6/full/ngeo2168.html>. (2) Alberto Salvo,

Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, Informe anual de calidad del aire 2014, SEDEMA, México, 2014, p. 41. Disponible en línea en: http://www.sedema.df.gob.mx/flippingbook/informe_anual_calidad_aire_2014/#p=4

Tanaka, H., Matsumoto, T., Funaki, R., Kato, T. et al., "Effects of Ethanol or ETBE Blending in Gasoline on Evaporative Emissions for Japanese In-Use Passenger Vehicles," *SAE Technical Paper 2007-01-4005*, 2007. Disponible en: <http://papers.sae.org/2007-01-4005/>

UNEP-WMO. Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone Summary for Decision Makers (2011). Disponible en: https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/Black-Carbon_SDM.pdf



www.cemda.org.mx



Centro Mexicano Derecho Ambiental



@CEMDA