

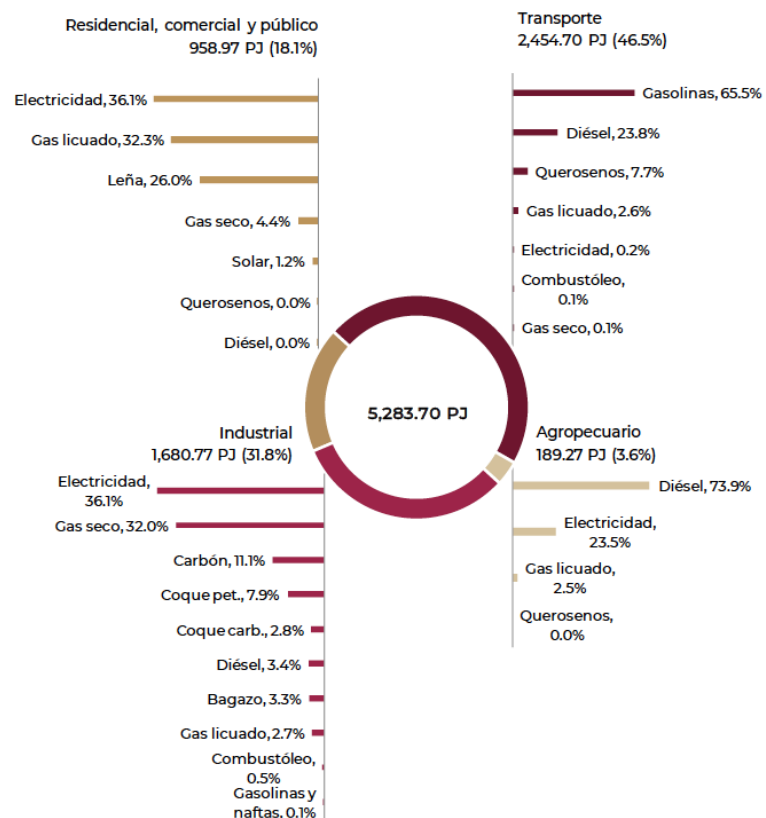
# Energía, medio ambiente y salud pública

## La energía es indispensable...

La vida como la conocemos no sería posible si no tuviéramos acceso a la energía en sus diversas formas. Requerimos energía para actividades en casa, como usar electrodomésticos, bañarnos con agua caliente, cocinar alimentos, etc. Para movernos largas distancias necesitamos energía para transportes, desde vehículos públicos y privados, hasta aviones. Para producir los bienes que usamos a diario es necesario usar energía; para procesar alimentos, fabricar ropa, materiales de construcción, utensilios, electrónicos, medios de transporte, etc. Incluso para aprovechar alimentos, vegetales y animales, se requiere de energía. Sin embargo, al generar esta energía se producen **impactos en el ambiente local, la salud pública y el ambiente global.**

### Consumo final energético por sector y por energético, México, 2018

(SENER: Balance Nacional de Energía, 2018)



**Indicadores energéticos** de acuerdo con el [Balance Nacional de Energía, 2018](#).

#### Consumo:

A nivel mundial los principales consumidores finales de energía son:

- Industria, en primer lugar con un 29.2%
- Transporte, en segundo lugar con un 28.8%.

#### Intensidad:

Lo que las economías buscan hoy en día es reducir su intensidad energética, o la cantidad de energía necesaria para generar 1 unidad de Producto Interno Bruto.

- Entre las economías más intensas están Rusia, China, Asia Central, y África subsahariana.
- Entre las economías menos intensas están Japón, América Central y América del Sur.

## Impactos en el ambiente local

### Cabe destacar que:

Según las [Estadísticas de capacidad renovable, 2019](#), en el mundo cada año crece la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica con energías renovables; del año 2010 al 2019 se ha duplicado esta capacidad.

El 90 % de de la capacidad renovable adicionada en el mundo en el año 2019 está representado por:

- Energía eólica
- Energía solar

Entre los países que lideran este esfuerzo se encuentran: China, Alemania, Canadá, Estados Unidos y Brasil. Las regiones que menos contribuyen son Medio Oriente y América central + el Caribe.

La [Ley de Transición Energética](#) establece que México deberá tener una participación mínima de Energías Limpias en la generación de energía eléctrica de al menos:

- 25% para el 2018,
- 30% para el 2021,
- 35% para el 2024.

El [Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2023](#), indica que para el 2018 únicamente se alcanzó un 23.18% de generación con energías limpias; sin embargo, el Programa retoma la meta del 35% para el año 2024.

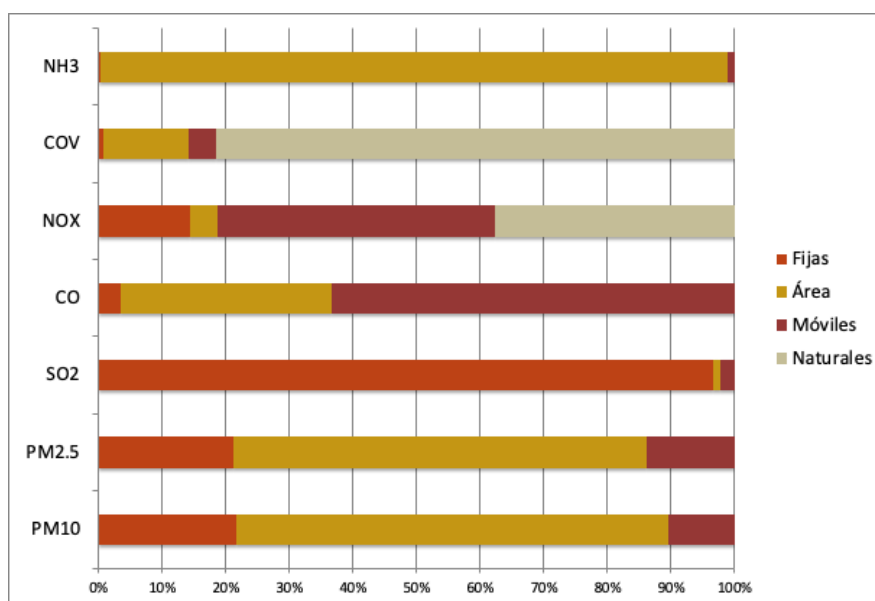
Las principales formas de energía consumidas en México por los principales sectores son:

- Gasolina y diésel
- Energía eléctrica

La gasolina y el diésel son productos provenientes de la refinación del petróleo. En México, los combustibles fósiles aún son la fuente de al rededor del 70% de la energía eléctrica. Por tanto, el consumo de gasolina y diésel, así como la generación de energía eléctrica generan emisiones a la atmósfera por la quema de combustibles fósiles.

### Contribución porcentual de contaminantes por tipo de fuente, México, 2016

(SEMARNAT: Inventario Nacional de Emisiones de México, 2016)



La generación de energía eléctrica y el sector petróleo y petroquímica contribuyen con:

- 88% de las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>),
- 8.7% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx),
- 8.2% de las partículas PM<sub>2.5</sub> y 7.4% de las partículas PM<sub>10</sub>.<sup>1</sup>

La contribución a las emisiones de SO<sub>2</sub> es relevante ya que este contaminante, además de provocar lluvia ácida y contribuir a la acidificación del agua y el suelo, genera contaminantes secundarios por reacciones químicas en la atmósfera, como **partículas (PM) secundarias**.

Los vehículos (que principalmente utilizan gasolina y diésel) contribuyen con:

- 44% de las emisiones de NOx,
- 14% de las PM<sub>2.5</sub> y 10% de las PM<sub>10</sub>.<sup>2</sup>

Las emisiones de NOx son importantes porque generan otros contaminantes secundarios por reacciones químicas en la atmósfera. Por ejemplo, los NOx y los contaminantes orgánicos volátiles (COV) reaccionan con la luz solar y generan **ozono troposférico (O<sub>3</sub>)**.

Una de las principales características de contaminantes como el SO<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub>, es que se dispersan fácilmente, por lo que pueden viajar grandes distancias. Así, un [estudio con datos del proyecto MILAGRO](#) determinó en 2009 que alrededor del 50% de las concentraciones de SO<sub>2</sub> presentes en la CDMX, provienen del complejo industrial de Tula, Hidalgo (que incluye una refinería y una termoeléctrica).

<sup>1</sup> [Inventario Nacional de Emisiones de México, 2016](#)

<sup>2</sup> IBÍDEM

## Impactos en la salud pública

### Cabe destacar que:

Un [estudio llevado a cabo por la Universidad de Harvard](#), correlacionó datos de muertes por COVID-19 en más de 3,000 condados en Estados Unidos (que representan el 98% de la población), con datos promedio históricos de concentración de PM<sub>2.5</sub> y encontró que:

- Un aumento de 1 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> se asocia con un incremento del 8% en la mortalidad por COVID-19.

Así mismo, un [estudio llevado a cabo por varias Universidades en Italia](#), encontró evidencia razonable de que el virus SARS-CoV2 está presente en las PM<sub>10</sub>, lo cual implicaría que:

- Donde existan altas concentraciones de PM<sub>10</sub>, se podrían formar clústeres que reducen el coeficiente de difusión del virus, aumentando su persistencia en la atmósfera y, por tanto, los contagios de COVID-19.

La contaminación del aire se refiere a la concentración de contaminantes, como resultado de las emisiones, la química atmosférica y la meteorología. La exposición a esta contaminación en el corto (muy alta concentración en poco tiempo-contingencia ambiental) y largo plazo (elevada concentración durante mucho tiempo-vivir en ciudad contaminada) provoca daños en la salud pública, específicamente en poblaciones vulnerables como niños, adultos en edad avanzada y personas con enfermedades respiratorias. Hoy sabemos que, con respecto a las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, así como O<sub>3</sub>, tenemos todavía días por arriba de los límites que marcan las normas para proteger la salud en las grandes ciudades y zonas metropolitanas de México.<sup>3</sup>

### Días al año con calidad del aire superior a límites de Normas Oficiales Mexicanas, 2017

(Con datos de <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/Informe2017.pdf>)

Contaminante	Mexicali	ZC CDMX	ZMVT	Salamanca	ZM Gdl	ZM Mty
PM <sub>10</sub> (24 horas)	26	173	184	108	222	220
PM <sub>2.5</sub> (24 horas)	46	69	178	13	68	20
O <sub>3</sub> (1 hora)	0	233	43	2	134	77

Las PM son una mezcla de material sólido y líquido suspendido en el aire y, como se ha mencionado, pueden emitirse directamente de la fuente o formarse en la atmósfera por reacciones químicas. La forma, composición y tamaño puede variar; mientras más pequeño es su diámetro aerodinámico, mayor es su potencial de penetrar profundo en el sistema respiratorio. Así, existe la fracción gruesa o PM<sub>2.5-10</sub> (2.5 a 10 micras - cabello humano), la fracción fina o PM<sub>2.5</sub> (menor a 2.5 micras) y la ultrafina (menor a 1 micra). La exposición a partículas se asocia en el corto plazo con casos de mortalidad y admisión a hospitales por enfermedades respiratorias y cardiovasculares.<sup>4</sup> En el largo plazo, existe asociación con mortalidad por cáncer pulmonar y enfermedades cardiopulmonares, señalando una asociación más fuerte con partículas finas.<sup>5</sup>

El O<sub>3</sub>, como se ha mencionado, se forma en la atmósfera por reacciones químicas entre NO<sub>x</sub>, COV y luz solar; por ello, se le conoce como smog fotoquímico o smog moderno. Entre sus impactos a corto plazo se encuentra la reducción de la función pulmonar, el aumento en la frecuencia de tos, flemas y síntomas del sistema respiratorio inferior, además de la exacerbación de síntomas en niños asmáticos y la mortalidad por causas respiratorias y cardiovasculares en personas con enfermedades preexistentes.<sup>6</sup> Entre sus impactos a largo plazo se encuentran daño en la función pulmonar en niños y muerte por causas respiratorias, como asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).<sup>7</sup>

#### Las emisiones generan impactos en salud.

Un [estudio del INECC](#) determinó en 2001 que la termoeléctrica Adolfo López Mateos en Tuxpan, Veracruz, que usa combustóleo y diésel, emitió 242 mil toneladas de SO<sub>2</sub>, 15 mil toneladas de NO<sub>x</sub> y 8 mil toneladas de PM<sub>2.5</sub>, que podrían estar relacionadas con más de 30 muertes al año (solo entre mayores de 30 años, no se estimó morbilidad ni población infantil).

#### La reducción de emisiones evita impactos en salud.

Un [estudio del INECC](#) sobre reducción de azufre en gasolina y diesel en México determinó que entre 2008 y 2040, con el cumplimiento cabal de esta medida, se podrían evitar más de 63 mil muertes prematuras por enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias; así como más de 270 mil casos de bronquitis crónica.

<sup>3</sup> Informe Nacional de Calidad del aire 2017, México

<sup>4</sup> Kunzli et. al, 2000; Pekkanen et, al, 2002; Peters et, al, 2000.

<sup>5</sup> Dockery et, al, 1993; Krewski et, al 2005.

<sup>6</sup> Devlin et al. 1997; Romieu et al, 2004; Bell et al, 2005.

<sup>7</sup> Rojas – Martínez et, al, 2007; Jerret et. Al, 2009.

## Impactos en el ambiente global

### Cabe destacar que:

A nivel mundial, como en Estados Unidos y México, la mayor contribución a las emisiones de GEI es la **industria de la energía**.

Incluyendo ésta y el resto de las industrias y otros usos de combustibles fósiles, en conjunto representan alrededor del 80% de las emisiones, siendo el contaminante principal emitido el CO<sub>2</sub>.

En Estados Unidos y en México, el segundo lugar es la categoría de emisión del **transporte**. En el agregado de todo el mundo, el segundo lugar es la categoría de cambio de uso de suelo, principalmente la deforestación.

<https://www.wri.org/resources>

En México, la **Ley General de Cambio Climático** establece que el país se compromete a reducir, respecto a la línea base 2013, al año 2030:

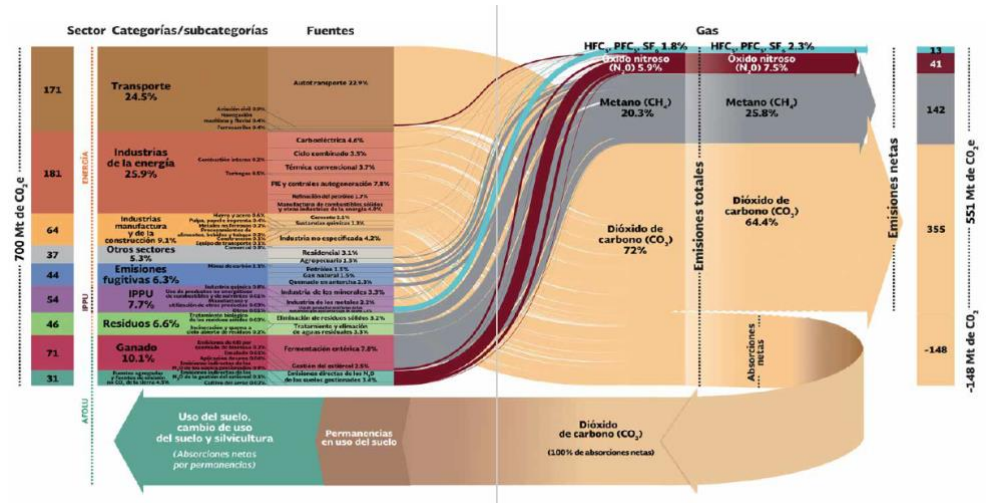
- 22% sus emisiones de gases de efecto invernadero, y
- 51% sus emisiones de carbono negro.

Los principales sectores que contribuirán a la reducción de 22% de GEI son:

- **Generación eléctrica,**
- **Residuos y**
- **Transporte.**

Otro de los impactos de la quema de combustibles fósiles es la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Entre los GEI emitidos por las actividades humanas se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y el propio O<sub>3</sub>. Este último contaminante ya fue mencionado por su capacidad de dañar la salud humana; sin embargo, también tiene potencial de generar calentamiento global. Además de los gases, el carbono negro (CN), que es un componente de las PM que ya han sido señaladas por sus impactos en la salud, también tiene potencial para generar calentamiento global ya que se deposita en las superficies haciendo que no reflejen calor de regreso a la atmósfera, sino que lo absorban.

### Inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, México 2015 (Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 INEGYCEI)



En México, según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 INEGYCEI, se emitieron 700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y 131,564 toneladas de CN en el 2015.<sup>8,9</sup> Se contabilizan las emisiones de las categorías de transporte, industria de la energía, industrias de manufactura y construcción, residuos y ganado, entre otras fuentes de emisión.

**La industria de la energía**, que incluye las carboeléctricas, los ciclos combinados, las termoeléctricas y la refinación del petróleo (actividades que se desarrollan a partir de combustibles fósiles), contribuye con el 25.9% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e; es decir, más de una cuarta parte de las emisiones de efecto invernadero del país.

**El transporte**, que incluye principalmente al autotransporte, pero también a la aviación civil, navegación marítima y fluvial, así como ferrocarriles, contribuye con el 24.5% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e; es decir, casi otra cuarta parte de las emisiones de efecto invernadero del país.

Las emisiones de GEI y CN debido a actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1 °C (0.8 °C – 1.2 °C) con respecto a los niveles preindustriales. Este calentamiento se asocia con el aumento de eventos meteorológicos extremos, calentamiento de los océanos, derretimiento de hielo glaciar y elevación del nivel del mar. Es probable que el calentamiento global llegue a 1,5 °C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual. En este escenario se proyecta que puedan presentarse temperaturas más extremas, mayor riesgo de extinción de especies, menor seguridad alimentaria, agravación de problemas de salud, riesgos para el suministro de agua, entre otros.<sup>10,11</sup>

<sup>8</sup> INEGYCEI

<sup>9</sup> CO<sub>2</sub>e es una unidad que agrupa a todos los GEI estandarizando su potencial de calentamiento.

<sup>10</sup> Cambio climático 2014 - Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, resumen, IPCC, 2014.

<sup>11</sup> Calentamiento Global de 1.5 °C, resumen para responsables de políticas, IPCC, 2019.

## Oportunidades hacia la energía sostenible

### Cabe destacar que:

**2005**, comienzan los antecedentes de la mejora en combustibles en México, cuando se crea la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, que se establece la reducción del contenido de azufre en gasolina y diésel en México.

**2008**, se revisa la Norma; pues, aunque hay avances, hay necesidad de actualizar el calendario debido a que se ha retrasado su cumplimiento.

**2015**, se aprueba la Norma Emergente NOM-EM-005-CRE-2015) que establece las especificaciones de calidad de los petrolíferos y sustituye a la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

**2016**, se crea la NOM-016-CRE-2016, que establece las especificaciones de calidad de los petrolíferos, incluyendo combustóleo, gasolina y diésel. Esta Norma exige diésel automotriz de ultra bajo azufre (UBA) en zonas metropolitanas e importado, y señala el último día del 2018 para contar con diésel UBA en el resto del país.

**2019**, la Comisión Reguladora de Energía emite resolución donde otorga a PEMEX ampliación del plazo para el cumplimiento de diésel automotriz UBA a nivel nacional hasta el último día del año 2024.

### Alternativas para la generación de energía eléctrica

El portafolio de fuentes de energía eléctrica depende en gran medida de los recursos que se tienen disponibles. En México se ha dado prioridad a las energías fósiles; sin embargo, se tiene potencial para la generación eólica y solar. Si bien este tipo de tecnologías presentan otros impactos ambientales y sociales que atender (uso de la tierra, desplazamiento de población, etc.), sus co-beneficios por reducción de emisiones, evitando efectos en salud pública y el calentamiento global, obligan a considerarlas. Entre los pendientes para aumentar la presencia de estas tecnologías en nuestro portafolio está el mejorar el sistema eléctrico. Fortalecer la infraestructura de la red de transmisión beneficia tanto a las generadoras convencionales como a las alternativas y a los consumidores. Integrar nuevas tecnologías, como sistemas de almacenamiento, inercia artificial y generación flexible, subsana intermitencias de las alternativas y aporta confiabilidad al sistema.

### Atención al monto y tipo de energía que se consume

En cuanto a la energía eléctrica, los usuarios domésticos podemos hacer uso racional, adquirir aparatos e iluminación eficiente, sistemas solares, entre otras medidas. Como usuario mayorista o calificado, es posible buscar suministradores con un portafolio de generadoras entre las cuales se incluyan alternativas. Además, es posible invertir en equipos y procesos eficientes que abonen a la productividad con menor consumo de energía. En cuanto al transporte existen áreas de oportunidad en la movilidad alternativa (caminar, bicicleta, etc.), cuyo acceso es desigual debido a la variabilidad en infraestructura y cultura urbana; la mejora del transporte público, que tienda hacia seguridad, accesibilidad, suficiencia y eficiencia; la orientación efectiva al público sobre criterios de selección y manejo de vehículos.

### Mejora en la calidad de los combustibles fósiles

Tanto la generación de energía como el sector transporte se benefician con la mejora en la calidad de los combustibles; pues, la cantidad de emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles depende de su calidad. En los años 90s se hizo un gran esfuerzo regulatorio y económico en el mundo para eliminar el plomo de la gasolina. A partir del año 2000, se ha reducido el azufre en los combustibles en casi todo el mundo. En México ha habido avances; sin embargo, queda pendiente la distribución uniforme de diésel ultra bajo azufre (UBA) en todo el país. Como consumidores, ya sea en el sector industrial o para vehículos, existe la oportunidad y responsabilidad de buscar y solicitar que el combustible sea de bajo contenido de azufre, hasta lograr el cumplimiento cabal de las normas.

### Ajustes en la gestión de fuentes de contaminantes

Actualmente, el manejo de generadoras de energía a partir de fuentes fósiles es de jurisdicción federal; así, las localidades tienen poca participación en la promoción de reducción y control de emisiones. Estas emisiones, como ya se ha dicho, afectan a la localidad y a toda la cuenca atmosférica, incluyendo localidades en diferentes Entidades Federativas. Por ello, es oportuno estudiar la utilización de otros instrumentos de gestión que permitan una coordinación y colaboración ágil entre diferentes niveles de gobierno, así como la participación de otros sectores (académico, social, privado). Entre los ajustes a explorar se encuentran los instrumentos de mercado para emisiones de carbono y de azufre tipo *cap & trade*, como los de California, y la gestión por cuencas atmosféricas, como se hace para cuencas hidrológicas.