

# CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

## Contexto internacional.

El Cambio Climático (CC) es un fenómeno natural que se refiere a la alteración de los parámetros climáticos; de las temperaturas y precipitaciones. Este fenómeno se ha dado a lo largo de los siglos principalmente bajo un proceso gradual y de manera natural, permitiendo a las especies animales y vegetales adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

Sin embargo, este proceso se ha acelerado de forma preocupante con las actividades humanas como el transporte, la industria, el comercio, la agricultura y la ganadería, pues contribuyen de manera significativa al aumento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), lo que trae como consecuencia que se incremente la temperatura promedio de la atmósfera.

Al respecto, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2013 (IPCC por sus siglas en inglés) sostiene que desde la revolución industrial el promedio de temperatura del planeta se incrementó de manera anómala alterando con ello los sistemas ecológicos y humanos de todas partes del mundo. Estas alteraciones en el clima llamó la atención de los expertos, por lo que trataron de explicar científicamente los fenómenos climáticos, razón por la cual, los esfuerzos internacionales se concentraron en comprender los orígenes y consecuencias del cambio climático para demostrar que la alteración de la temperatura del planeta está asociada a la concentración en la atmósfera de GEI.

La preocupación sobre las alteraciones climatológicas surgen en gran parte por las mediciones del estadounidense Charles Kelling de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el

observatorio de Mauna Loa, ubicado en la cima de un volcán inactivo de Hawái en el año de 1958. Los resultados de las mediciones crearon gran impacto, ya que se creía que los océanos y la vegetación eran capaces de absorber todos los gases que se producían en el planeta (Vengoechea, 2012). Kelling demostró lo contrario y no solo eso, sino que generó un primer indicador sobre la necesidad de disminuir los GEI, tal necesidad involucraba a todos los países del mundo pues consolidó las altas emisiones de GEI como un problema a escala mundial.

Esto sin duda fue un parte aguas que cimentó la preocupación sobre el medio ambiente, lo cual desembocó en la necesidad de crear mejores condiciones de vida bajo criterios de sustentabilidad. Por esta razón, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) organizó la primera conferencia en materia ambiental y se realizó en Estocolmo en el año de 1972 cuyo efecto fue la creación de una agencia ambiental en la ONU, así como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con sede en Kenia. A lo largo de casi 20 años, el PNUMA hizo hincapié en las ventajas económicas de la protección ambiental y en el costo de los daños causados a los recursos naturales.

En el año de 1979, se desarrolló la Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra, donde se consideró al cambio climático como una amenaza real para el planeta, se adoptó una declaración que exhortó a los gobiernos a prever y evitar los posibles cambios en el clima provocados por el hombre, lo cual fue de suma importancia, ya que se planteó la actividad humana como la fuente principal de los cambios en el medio ambiente.

Para el año de 1988, se formó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el cual reunió a 400 científicos, el grupo fue creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ahí se argumentó que solo con medidas fuertes se podrían detener los GEI y se impediría que el calentamiento global fuera grave. Hacia 1990, comenzaron las negociaciones en las Naciones Unidas, en lo que se convertiría en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Dos años después, en 1992, surgió la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo popularmente conocida como Cumbre de la

Tierra en Rio de Janeiro Brasil, en ella, los líderes mundiales adoptaron un plan conocido como “Agenda 21”, donde se trataron elementos centrales para el desarrollo de los países, entre ellos la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la eliminación de sustancias tóxicas; esta agenda entró en vigor en el año de 1994. En el siguiente año surgió la primera Conferencia de las partes Berlín (COP), el grupo de naciones que firmó la CMNUCC, en el cual se reúnen anualmente, siendo esta organización la responsable de mantener el proceso en marcha.

Para el año de 1997, surge el protocolo de Kioto, es aquí donde los países industrializados realizaron un calendario de actuación para reducir la emisión de los 6 Gases de Efecto Invernadero. Cabe destacar que se logró un gran avance en el sentido que, hubo un acuerdo vinculante a todos los países firmantes para que durante el periodo del 2008 al 2012, se redujeran las emisiones de los seis gases que más potenciaban el efecto invernadero, la reducción se planteó en un 5,2% con respecto a las emisiones de 1990.

Cinco años después de la puesta en marcha de protocolo, en el año 2002, en Johannesburgo, se incorporó a la sociedad civil como actor activo en el tema, lo cual fue trascendental porque se reconoció que el cambio climático y la reducción de los GEI no solo es preocupación de los gobiernos y de los organismos internacionales, sino que es una preocupación del colectivo humano a escala global, entonces el cambio climático se asumió como una preocupación de todos.

En el año 2007, en Bali, se originó el segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, el cual tendrá vigencia entre 2012 y 2020. Se acordó que los países desarrollados, debieron haber reducido sus emisiones en 5.2% en relación con 1990, el cual no se logró, por lo cual en Bali, se fijó una hoja de ruta (Bali Road Map), con la finalidad de hacer una implementación plena, efectiva y sustentada de la convención, se trazaron los lineamientos hacia un acuerdo post 2012, por lo que se generaron acuerdos con plazos bien definidos. La hoja de ruta se centró en torno a lograr una visión común, sobre la mitigación, adaptación tecnológica y financiamiento, con el cual surge la conferencia de Copenhague.

En el año 2009, en Copenhague más de 40 mil personas aplicaron para una acreditación en la misma. Se logró fijar la meta de que el límite máximo para el

incremento de la temperatura media global sería de 2°C. Se hace referencia a mantener el incremento de la temperatura bajo los 1.5°C.

En el año 2010, en Cancún México, resaltó la creación del Fondo Verde para el Clima y para promover financiamientos a proyectos y actividades en países en desarrollo, se acordó en Cancún la operacionalización hasta el 2012 de un mecanismo tecnológico para promover la innovación, desarrollo y difusión de tecnologías amigables al clima.

Posteriormente, en el 2011, en Durban, en la XVII Conferencia sobre el Cambio Climático, se evidenció que el protocolo de Kioto, no obtuvo la respuesta de las naciones industrializadas para reducir sus emisiones de GEI. De acuerdo con la resolución que se aprobó de Durban, los principales emisores de gases de efecto invernadero, como EE.UU. y los países de reciente industrialización, Brasil, China, India y Sudáfrica, se dispusieron a iniciar un proceso que se complementaría en 2015 el que concluirá con un acuerdo jurídicamente vinculante de protección climática.

Veinte años después de la cumbre de Río, en el año 2012, en la misma ciudad se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, mejor conocida como la Conferencia de Río+20. En dicha reunión se establecieron una serie de compromisos en materia de desarrollo sostenible bajo un punto de vista social, económico y ambiental a fin de procurar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Por consiguiente, en esta conferencia se reafirmó la necesidad de acelerar el logro de los objetivos de desarrollo convenidos internacionalmente, incluidos los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). El documento final indica que el diseño de los Objetivos de Desarrollo debe ser coherentes con el proceso a realizar después del 2015, centrado en el desarrollo sostenible.

Precisamente, a finales del 2015 en la vigésimo primera Conferencia de las Partes (COP21), en París, Francia los 195 países que firmaron la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), comenzaron a discutir un documento que sustituyera al protocolo de Kioto el cual se empezará a aplicar hasta el 2020 con la finalidad de que sus países miembros comiencen a realizar de manera efectiva acciones de mitigación y de reducción de emisiones. Además, que este

acuerdo internacional fija como objetivo limitar el calentamiento global a un nivel por debajo de 2°C, todo lo anterior con la ayuda del fondo verde.

Por su parte, durante noviembre del 2017 en Bonn, Alemania se desarrolló la COP23, donde se trataron temas que permitan impulsar las metas y acuerdos generados en París, por lo que se enfocaron en quién debe hacer qué en la lucha ante el cambio climático, dando especial importancia la multiculturalidad indígena ya que se estima que los pueblos indígenas cuidan alrededor del 80% de la biodiversidad que queda en el mundo.

En suma, es irrefutable la preocupación de la humanidad con respecto a los temas de medio ambiente (véase la línea del tiempo), al respecto es importante destacar que las diversas convenciones, tratados, y cumbres, han funcionado y servido como antecedentes para contextualizar los cambios ocurridos y los retos establecidos con respecto al cambio climático. La cantidad de industrias, el desinterés de algunos actores y la sobrepoblación mundial son los retos más preocupantes por el tipo de sociedad y modelo de producción y consumo. Por esta razón, se plantea que debe existir una reestructuración, no solo de palabra, sino una intervención más exhaustiva por países, regiones, comunidades, de acuerdo a los diversos ecosistemas.

*TABLA 1. El cambio climático y los sistemas afectados.*

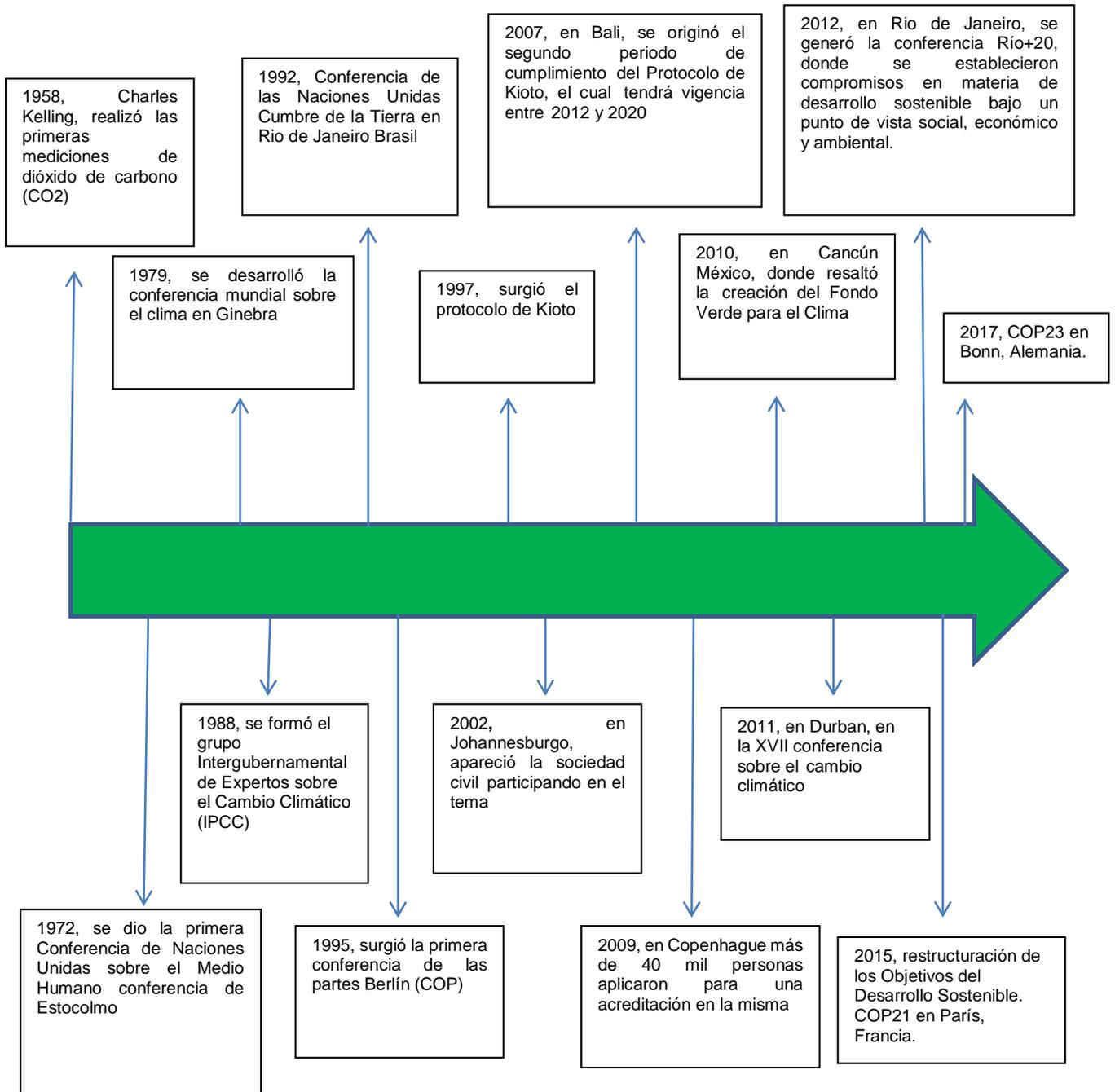
<b>SISTEMAS AFECTADOS</b>			
<b>ECOLÓGICO</b>	<b>HUMANO</b>	<b>FÍSICOS</b>	<b>BIOLÓGICOS</b>
Bosques	Agricultura	Fusión de glaciares	Desplazamiento de límites geográficos de especies vegetales y animales
Herbazales	Recursos hídricos	Arrecifes de coral	Cambios biológicos de la flora y la fauna
Humedales	Recursos costeros	Atolones	
Ríos	Salud humana		
Lagos	Instituciones financieras		
Entornos marinos	Asentamientos humanos		

**Fuente:** elaboración propia según el IPCC, México 2017.

Otro aspecto relevante sobre la materia, es la imperiosa necesidad de seguir induciendo procesos de sustentabilidad ambiental para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, el manejo y tratamiento correcto de los residuos generados por las actividades antropocéntricas, con el único fin de mantener un equilibrio real entre la relación hombre-naturaleza, propiciar actitudes de relaciones de vinculación

respetuosa y sana con nuestro entorno y sobre todo que propicie una disminución de los GEI que aceleran el cambio climático (véase la tabla 1).

*Línea del tiempo de las convenciones sobre el cambio climático.*



**Fuente:** elaboración del equipo de investigación de la UAEH, con base en las convenciones sobre el cambio climático en el mundo.

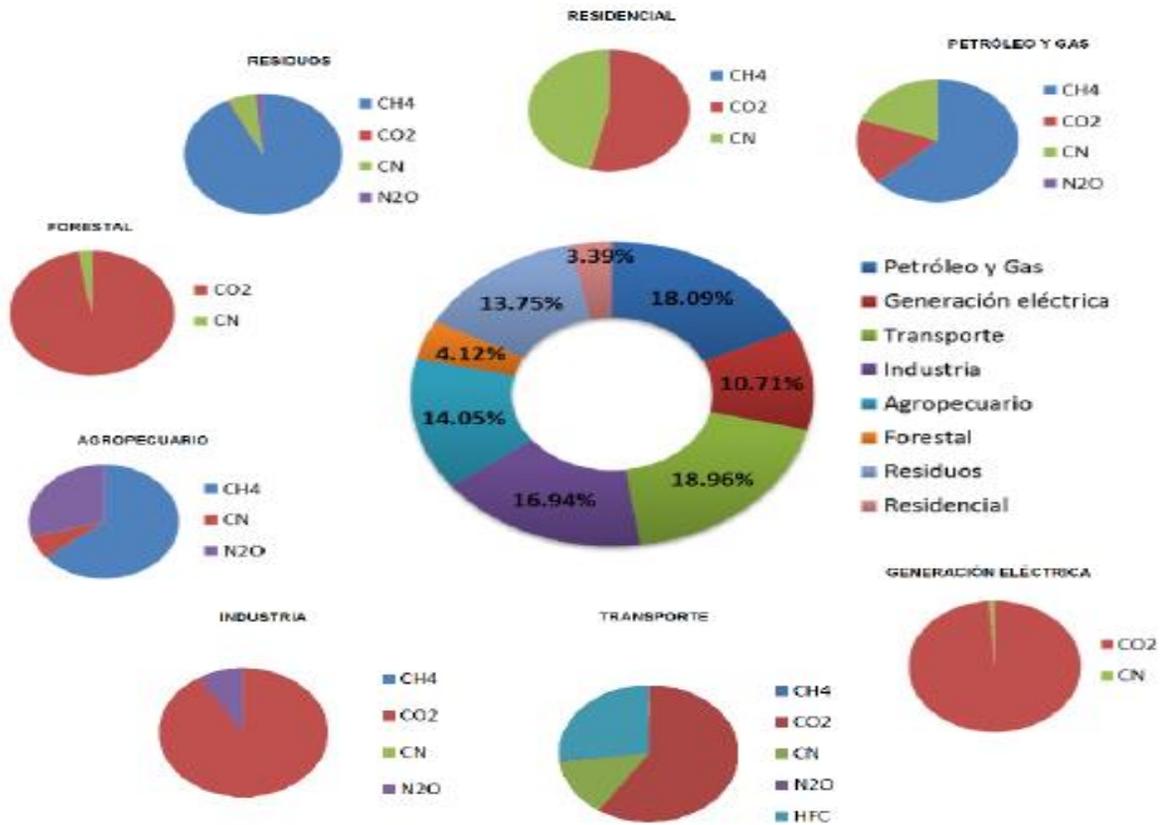
## Contexto nacional.

Para el año 2000, las emisiones producidas por todos los países del mundo, es decir; las emisiones globales, fueron de alrededor de 46 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (WRI, 2008), tomando en cuenta los 6 gases de efecto invernadero regulados por el Protocolo de Kioto de la CMNUCC (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>), y las emisiones procedentes del cambio de uso de suelo. México contribuyó aproximadamente con el 1.5% de las emisiones, ubicándose en la posición número 12 entre los 25 países que emiten más GEI a la atmósfera. En la más reciente actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero se estimó que México emitió alrededor de 643.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> con respecto al 2002. El 61% de estas emisiones derivaron de la quema de combustibles fósiles para la generación y uso de la energía en el sector transporte, residencial, industrial y comercial; el 14% se atribuyen a la destrucción de cobertura vegetal, principalmente de bosques y selvas; el 10% a la descomposición de materia orgánica en rellenos sanitarios y aguas residuales; 8% a la elaboración de ciertos productos industriales, y 7% por actividades agropecuarias, principalmente ganaderas (SEMARNAT, 2013).

En México, contamos con una línea base de emisiones de compuestos y Gases de Efecto Invernadero tal y como se muestra en la gráfica 1, dichas emisiones son expuestas por cada actividad de los sectores económicos del país:

- *Carbono (CO<sub>2</sub>)*: es consecuencia del transporte, los servicios públicos (electricidad, gas y petróleo, entre otros) y la producción industrial.
- *Metano (CH<sub>4</sub>)*: es resultado de la actividad ganadera (bovino, porcino, caprino y ovino, entre otros).
- *Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)*: se relaciona con el uso de fertilizantes, quema de biomasa y transporte carretero.
- *Óxido de nitrógeno (Nox)*: sus principales fuentes son la agricultura intensiva, quema de biomasa y combustibles fósiles, fertilizantes nitrogenados y deforestación.
- *Partículas por millón (PM)*: se refiere a partes de vapor o gas por cada millón de partes de aire contaminado.

*Línea base de emisiones: Compuesto y Gases de Efecto Invernadero GEI, MtCO<sub>2e</sub> (PCG20).*



Fuente: SEMARNAT, DGPC (2013).

## Contexto Estatal.

El Estado de Hidalgo cuenta con un documento denominado “Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo (PEACCH) emitido en 2013, es el instrumento de política ambiental que permite fortalecer la aplicación a nivel estatal y regional de programas, proyectos y acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático, este documento sustenta el marco legal para la ejecución de la presente Estrategia Estatal.

Este documento se sustenta sobre un inventario de emisiones, elaborado en el 2005 por la UAEH y considera las emisiones de GEI procedentes de las siguientes fuentes principales (PEACH, 2013):

- 1 Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles y de la producción de combustibles secundarios dentro de los sectores industriales, transporte, agrícola, residencial, institucional y de servicios.
- 2 Emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub> provenientes de las quema de combustibles de las fuentes anteriores.
- 3 Emisiones de CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub> debidas al proceso de refinación de crudo, uso de gas natural y recuperación de azufre.
- 4 Emisiones de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> debidas al proceso industrial de producción de cemento, cal, concreto, ferroaleaciones de manganeso y uso de caliza, carbonatos.
- 5 Emisiones de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COVDM y HCFC debidas a la impermeabilización de techos, pavimentación de carreteras, procesos de producción de asfalto, sustancias químicas y alimentos y bebidas.
- 6 Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO y NO<sub>x</sub> debidas a la conversión de bosques y pastizales y combustión de masa forestal.
- 7 Emisiones de CH<sub>4</sub> por la fermentación entérica y el manejo de estiércol en la actividad ganadera, el sistema de riego en la zona del Valle del Mezquital y de N<sub>2</sub>O por suelos agrícolas y el uso de fertilizantes.
- 8 Emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la disposición de residuos sólidos, aguas residuales, presas con aguas negras y de N<sub>2</sub>O procedentes de las excretas humanas.

En la tabla 1 se presentan las fuentes de emisión más importantes, ordenadas por importancia de la emisión; se señala el tipo de gas emitido y la categoría del IPCC al que pertenece. El Cuadro presenta los datos de emisiones debida a cada fuente, expresadas en equivalentes<sup>1</sup> de CO<sub>2</sub> de cada emisión principalmente. En azul se destacan las fuentes de jurisdicción estatal y el resto pertenecen a empresas de carácter federal, muchas de ellas paraestatales y transnacionales.

---

<sup>1</sup> Los GEI distintos al CO<sub>2</sub> son convertidos a su valor equivalente a dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su potencial de calentamiento global.  
CO<sub>2</sub> = masa del gas (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) X potencial del calentamiento global.

Se observa que las 4 primeras fuentes son de nivel federal (termoeléctrica, cemento e industria química). La producción de cemento, si se considera de conjunto la quema de combustible y la emisión del propio proceso, es casi tan importante como el consumo de la termoeléctrica. Si se tiene en cuenta que no se posee el dato de actividad de una de las empresas cementeras, es muy probable que sea la primera fuente de emisiones de todo el Estado.

La quinta fuente importante de emisión concierne al estado: el transporte vial. En especial, el transporte de gasolina. Se deben hacer los mayores esfuerzos para disminuirlas. Las aguas industriales, aunque muchas son de carácter federal, otras son estatales y también se deben valorar soluciones para aprovechar estas emisiones de metano, que ocupan el 6to lugar.

El 7mo lugar lo ocupa la quema de combustibles en la refinería. Este lugar puede ser prioritario en el futuro, ya que está planeada la construcción y puesta en marcha de la nueva Refinería en Tula, antes del 2020. Las emisiones futuras por este concepto deberán ser objeto de investigaciones, cuando se tenga acceso a la información requerida para ello.

El 8vo lugar es de carácter estatal, ya que se pueden implementar medidas para disminuir las emisiones del ganado y utilizar el estiércol como biomasa para la producción de biogás.

Las emisiones de la presa Endhó ocupan en 9no lugar y no están totalmente calculadas, ya que no hay datos para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O. Esta situación será resuelta en parte por la puesta en marcha de la PTAR de Atotonilco de Tula, pero continuará siendo un estanque de aguas profundas y la estimación de emisiones deberá ser objeto de investigaciones futuras.

El transporte aéreo y los residuos sólidos ocupan los lugares 10 y 11 y son de incumbencia estatal. Siguiendo las tendencias del crecimiento de la población y la actividad aérea, ambas emisiones deberán aumentar en el tiempo y el estado tendrá que analizar las medidas que sustituyan el jet kerosene y que aprovechen el biogás en los sitios de disposición final. Con excepción de la fuente 12 y parte de las 14 y 16, todas las demás emisiones son de jurisdicción estatal.

**TABLA 1. Categorías de fuentes en las emisiones de GEI en el Estado de Hidalgo en el año 2005, expresados en Gg, eq. CO<sub>2</sub>. En azul, las emisiones de competencia estatal.**

Subcategoría (Categoría)	CO <sub>2</sub> equivalentes	Total Acumulado	% acumulado
1 Combustibles quemados en la Industria Generadora de Electricidad (Energía)	7,342.58	7,342.58	22.40
2 Producción de Cemento (Procesos Industriales)	3,710.84	11,053.42	33.72
3 Combustibles quemados en la Industria del cemento y la cal (Energía)	3,011.01	14,064.43	42.90
4 Combustibles quemados en la Industria Química (Energía)	2,708.98	16,773.41	51.16
5 Transporte vial (Energía)	2,671.57	19,444.98	59.31
6 Aguas residuales industriales (Residuos)	2,526.09	21,971.07	67.02
7 Combustibles quemados en la Industria Refinación de petróleo (Energía)	2,262.82	24,233.89	73.92
8 Fermentación entérica y manejo del estiércol del ganado (Agricultura)	1,239.63	25,473.52	77.70
9 Presa Endhó (Residuos)	1,102.02	26,575.54	81.06
10 Transporte aéreo (Energía)	1,022.48	27,598.02	84.18
11 Residuos sólidos (Residuos)	962.43	28,560.45	87.12
12 Emisiones de HCFC por industria de espumas (Procesos Industriales)	864	29,424.45	89.75
13 Producción de Mn, Ferreoaleaciones (Procesos Industriales)	462.71	29,887.16	91.17
14 Aguas Municipales (Residuos)	406.99	30,294.15	92.41
15 Combustibles quemados en la Industria Minero metalúrgica (Energía)	309.2	30,603.35	93.35
16 Emisiones indirectas de suelos (Agricultura)	285.2	30,888.55	94.22
17 Producción de cal (Procesos Industriales)	280.75	31,169.30	95.08
18 Emisiones directas de suelos (Agricultura)	248	31,417.30	95.83
19 Cambio de uso de suelo (U SCUS)	202.85	31,620.15	96.45
20 Metano por fugas (Energía)	183.91	31,804.06	97.01
21 Presa Requena (Residuos)	158.85	31,962.91	97.50
22 Uso de Caliza (Procesos Industriales)	138.19	32,101.10	97.92
23 Manejo del estiércol	115.26	32,216.36	98.27
24 Alimentos y bebidas (Procesos Industriales)	92.74	32,309.10	98.55
25 Industria del papel (Procesos Industriales)	76.81	32,385.91	98.79
26 Quema de Biomasa (Procesos Industriales)	73.29	32,459.20	99.01
27 Industria textil (Procesos Industriales)	62.27	32,521.47	99.20
28 N <sub>2</sub> O por excretas en aguas residuales del estado	62	32,583.47	99.39
29 Transporte ferroviario (Energía)	48.91	32,632.38	99.54
30 N <sub>2</sub> O por quema de combustibles (Energía)	46.5	32,678.88	99.68
31 Uso de carbonatos (Procesos Industriales)	39.16	32,718.04	99.80
32 Metano por quema de combustibles (Energía)	26.88	32,744.92	99.88
33 Gas LP por el sector residencial/comercial (Energía)	25.55	32,770.47	99.96
34 Metano por quema de bosques (U SCUSS)	6.3	32,776.77	99.98
35 Metano por pavimentación (Procesos Industriales)	2.52	32,779.29	99.99
36 Mantenimiento refrigeración F reón 22 (Procesos Industriales)	2.47	32,781.76	100.00
37 Consumo de gas LP en agricultura (Energía)	1.08	32,782.84	100.00
38 Industria transformación de la madera (Procesos Industriales)	0.09	32,782.93	100.00
39 Metano por aguas tratadas del estado (Residuos)	0.39	32,783.32	100.00

**Fuente:** Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo 2013-2016.

Las fuentes que se encuentran al final de la tabla son las de menor importancia, pero en su mayoría tienen un carácter estatal. Las primeras 20 fuentes de emisión que aparecen en la tabla son responsables del 97% del total de las emisiones. Muchas son de competencia federal. Se aclara que para esta tabla no se considera el consumo de electricidad, tanto residencial/comercial/servicios como de los consumos para la producción manufacturera. Las emisiones del consumo eléctrico se consideran incluidas dentro de la industria productora de energía eléctrica del estado.