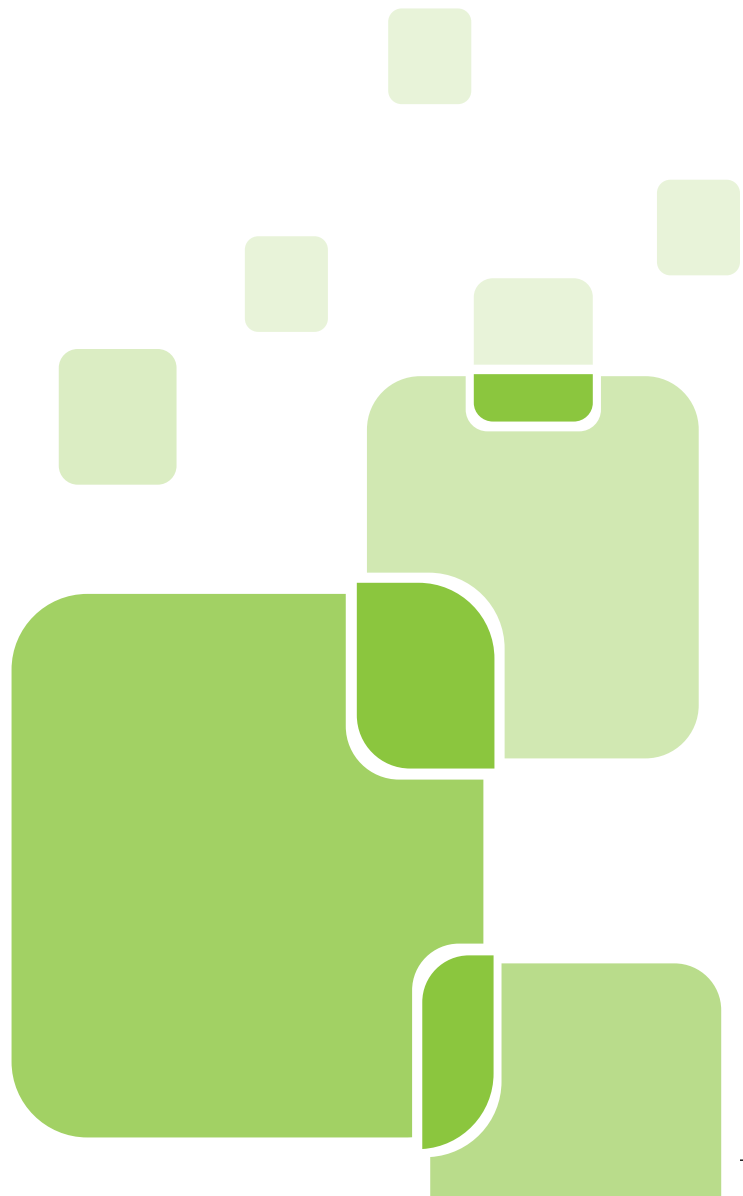


# PROGRAMA ESTATAL

de **ACCIÓN** para el

# CAMBIO CLIMÁTICO

Versión para consulta pública







# PROGRAMA ESTATAL de ACCIÓN para el CAMBIO CLIMÁTICO

Versión para consulta pública

**Dra. Elena Otazo Sánchez**

*Coordinador*

**Autores:**

Dra. Elena María Otazo Sánchez • Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández  
Dra. María Teresa Pulido Silva • Dr. Sócrates López Pérez  
Dr. Gerardo Sánchez Rojas • M. en C. Jessica Bravo Cadena  
M. en C. Pablo Esau Cruz Domínguez • Dr. Erick Galindo Castillo  
Dr. César González Ramírez • M. en C. Ramon Razo Zarate  
Biol. Columba Yazmín Martín Hernández • Biol. Nancy Guadalupe Pérez Ramírez  
Biol. Maricela Vargas Zenteno • Dr. Carlos César Maycotte Morales  
Ing. Fabiola Velázquez Alonso • Biol. Gonzalo Herrera Muñoz  
Dra. Julia María Domínguez Soto • Ing. Pablo Irving Fragoso López  
M. en C. Hermán Cortés



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

**Mtro. Humberto Augusto Veras Godoy**

*Rector*

**Mtro. Adolfo Pontigo Loyola**

*Secretario General*

**Dra. Lydia Raesfeld Pieper**

*Coordinadora de la División de Investigación y Posgrado*

**Dr. Orlando Ávila Pozos**

*Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*

**Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval**

*Director del Instituto de Ciencias Agropecuarias*

## GOBIERNO FEDERAL

**Dr. Francisco Barnes Regeiro**

*Presidente del Instituto Nacional de Ecología*

**Biol. Julia Martínez Fernández**

*Coordinadora del Programa de Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología*

**C. Martín Bermúdez Mendoza**

*Delgado Federal de la SEMARNAT- Hidalgo*

## GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO

**Lic. José Francisco Olvera Ruíz**

*Gobernador Constitucional*

**L. A. Fernando Q. Moctezuma Pereda**

*Secretario de Gobierno*

**Lic. Honorato Rodríguez Murillo**

*Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales*

**Biol. José Luis Benítez Gil**

*Subsecretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales*

**Arq. David Uribe Gutiérrez**

*Director del Fondo Ambiental del Estado de Hidalgo*

Elaborado para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo con financiamiento del Presupuesto de Egresos de la Federación Ejercicio 2010 Anexo 34 y 2011 Anexo 31.

Este proyecto es de carácter público

© 2011 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Abasolo 600, Centro, Pachuca, Hidalgo, México, CP 42000

Correo electrónico: [editorial@uaeh.reduaeh.mx](mailto:editorial@uaeh.reduaeh.mx)

DR © de textos e imágenes

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el consentimiento escrito de la UAEH.

ISBN: en trámite



# Contenido

Prefacio .....	9
Glosario .....	11
Definiciones .....	15
Justificación.....	23
Objetivos del programa estatal de acción ante el cambio climático del estado de Hidalgo.....	27
<i>Objetivo general</i> .....	27
<i>Objetivos específicos</i> .....	27
<i>Productos del proyecto</i> .....	28
<b>Capítulo 1</b> Introducción .....	31
1.1 <i>Antecedentes</i> .....	31
1.2 <i>Datos generales del estado de Hidalgo</i> .....	33
1.3 <i>Datos económicos del estado de Hidalgo</i> .....	42
1.4 <i>Referencias</i> .....	48
<b>Capítulo 2</b> Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Hidalgo. Año base: 2005 .....	51
<i>Resumen</i> .....	51

2.1 Información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en el contexto nacional: Inventarios nacionales . . . . .	52
2.2 Descripción de los arreglos institucionales adoptados para la preparación del inventario estatal. . . . .	54
2.3 Breve descripción del proceso de preparación del inventario . . . . .	56
2.4 Breve descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas . . . . .	57
2.5 Breve descripción de las categorías esenciales . . . . .	60
2.6 Inventario de emisiones . . . . .	61
2.7 Referencias. . . . .	68

<b>Capítulo 3</b> Balance de energía del estado de Hidalgo. . . . .	71
Resumen. . . . .	71
3.1 Introducción. . . . .	73
3.2 Indicadores estatales. . . . .	77
3.3 Oferta y demanda de energía. . . . .	80
3.4 Precios y tarifas . . . . .	110
3.5 Balance Estatal de Energía: matrices y diagramas. . . . .	113
3.6 Balances de energía de la región centro. . . . .	126
3.7 Referencias. . . . .	131
Anexo Estadístico . . . . .	131
Anexo Metodológico . . . . .	132

<b>Capítulo 4</b> Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Medidas de Mitigación en el Estado de Hidalgo . . . . .	151
Introducción. . . . .	151
Estrategias de mitigación en el país. . . . .	155
Metodología para la proyección de escenarios de emisiones y los efectos de las acciones de mitigación en el estado de Hidalgo. . . . .	160
Evaluación de la potencialidad de mitigación de GEI en el estado de Hidalgo. . . . .	161
Emisiones correspondientes al sector energético: consumo de combustibles por sector industria de la transformación energética, procesos industriales de la manufactura, sector residencial, comercial, institucional, servicios y transporte. . . . .	162
Industria de la transformación de energía. . . . .	164
Industria de la manufactura . . . . .	166
Transporte . . . . .	169
Sector residencial, comercial, institucional y servicios. . . . .	174
Cocción de alimentos . . . . .	177
Calentamiento de agua . . . . .	179
Otras medidas no cuantificadas que se pueden realizar . . . . .	181
Emisiones correspondientes al sector no energético: desechos, agricultura USCUSS y procesos industriales . . . . .	185
Sector Agricultura, ganadería y USCUSS. . . . .	194
Escenarios de mitigación en el sector agrícola y ganadero . . . . .	196
Otras medidas de mitigación en el sector agrícola y ganadero, que pueden aplicarse, para las cuales es necesario generar mayor información . . . . .	200
Mitigación con influencia transversal . . . . .	208

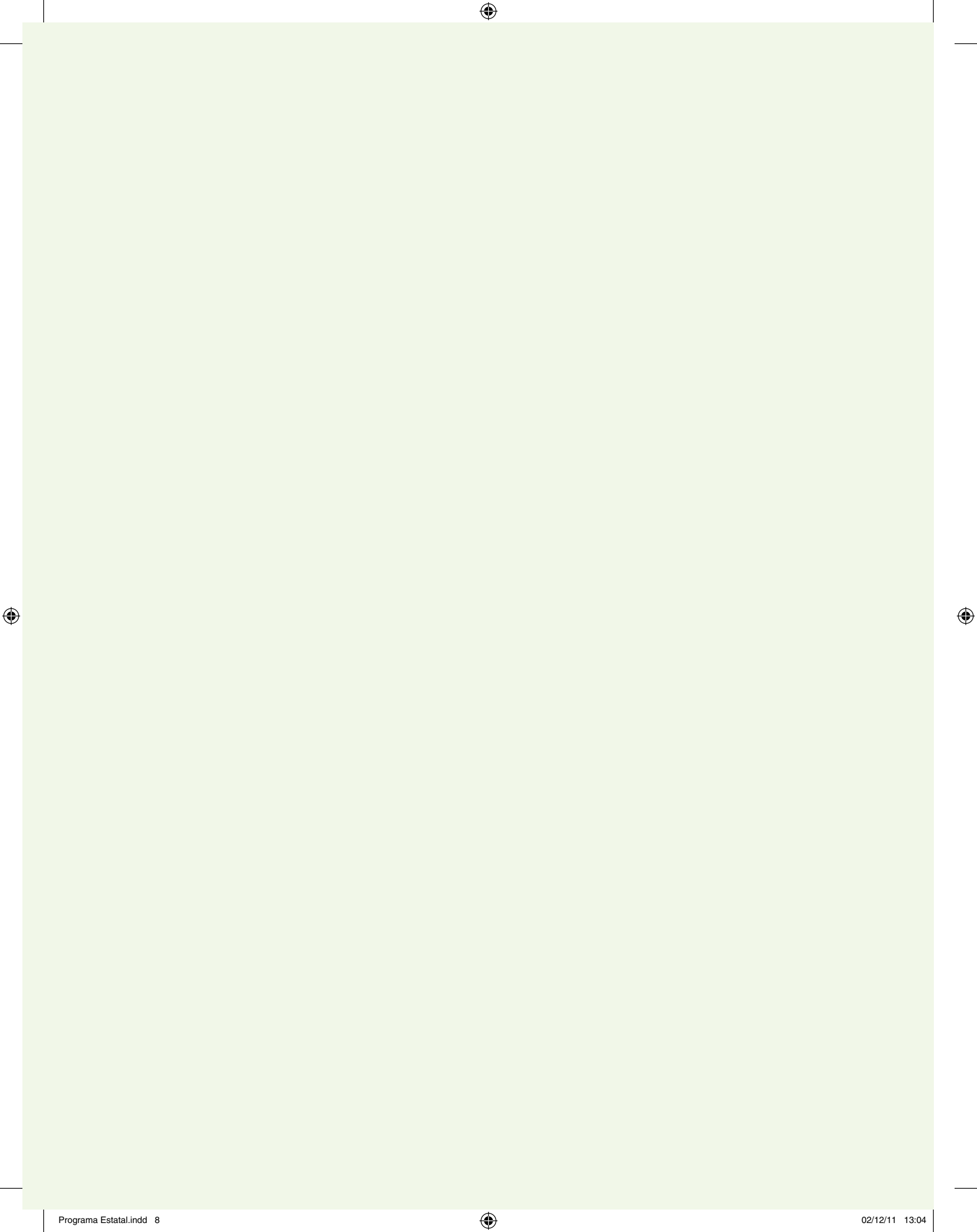
<i>Total de potencial de mitigación del estado de Hidalgo</i> . . . . .	209
<i>Evaluación de análisis costo-beneficio, costo-eficiencia</i> . . . . .	209
<i>Medidas de mitigación en la planificación de políticas y programas públicos</i> . . . . .	211
<i>Recomendaciones ante acciones futuras</i> . . . . .	211
<i>Literatura citada.</i> . . . . .	212

<b>Capítulo 5</b> El clima del estado de Hidalgo: pasado, presente y escenarios futuros . . . . .	217
5.1 <i>Características del Estado de Hidalgo</i> . . . . .	217
5.2 <i>Variabilidad climática en el Estado de Hidalgo</i> . . . . .	220
5.3 <i>Vulnerabilidad a Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos</i> . . . . .	242
5.4 <i>Análisis de Tendencias de Variables Climáticas</i> . . . . .	249
5.5 <i>Escenarios de Cambio Climático para el Estado de Hidalgo</i> . . . . .	253
5.6 <i>Bibliografía</i> . . . . .	265

<b>Capítulo 6</b> Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en Hidalgo . . . . .	269
<i>Presentación</i> . . . . .	269
<i>Bases teóricas y nota metodológica</i> . . . . .	270
<i>Delimitación de la zona</i> . . . . .	274
<i>Distribución de la población en el territorio de Hidalgo.</i> . . . . .	279
<i>Poblaciones con más localidades.</i> . . . . .	279
<i>Población susceptible y residente en los lugares de impacto en el estado de Hidalgo</i> . . . . .	282
<i>Localización de la población susceptible y residente de impacto en el estado de Hidalgo</i> . . . . .	285
<i>Localización de la población susceptible y residente de impacto en el estado de Hidalgo</i> . . . . .	288
<i>Ranqueo por sectores de impacto.</i> . . . . .	312
<i>Vulnerabilidad.</i> . . . . .	313
<i>Adaptabilidad</i> . . . . .	313
<i>Bibliografía</i> . . . . .	314

<b>Capítulo 7</b> Estrategias de Adaptación ante el cambio climático para el Estado de Hidalgo . . . . .	317
7.1 <i>Principios</i> . . . . .	317
7.2 <i>Marco conceptual y metodológico empleado</i> . . . . .	320
7.3 <i>Planteamiento y propuesta de implementación de la Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático para el Estado de Hidalgo.</i> . . . . .	321
7.4 <i>Conclusiones</i> . . . . .	352
7.5 <i>Referencias.</i> . . . . .	353

Agradecimientos . . . . .	357
---------------------------	-----





## Prefacio

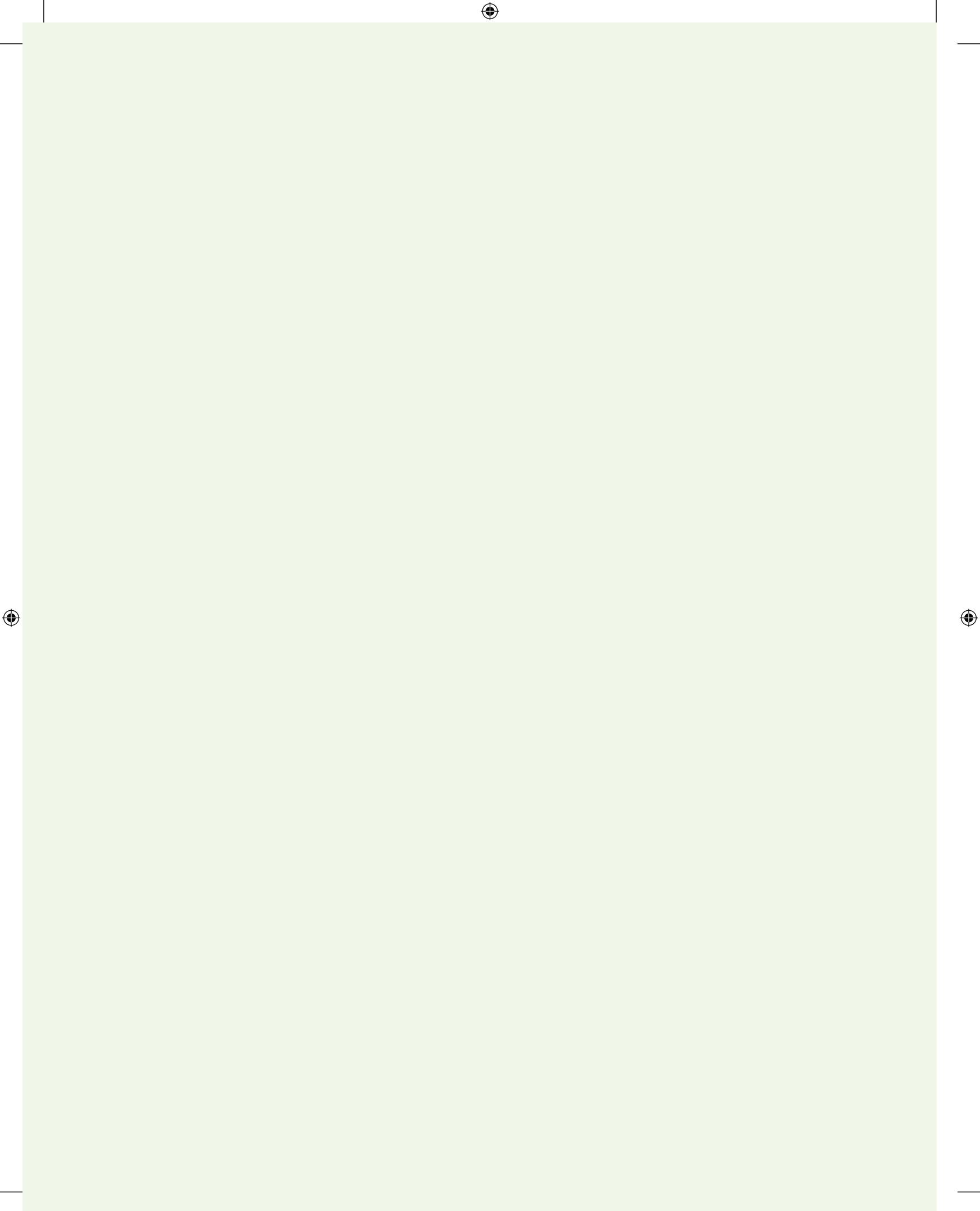
**E**s prioritario sumar esfuerzos de forma sectorial e institucional para sentar las bases en el Estado de Hidalgo en materia de cambio climático. Para ello es sustantiva la participación de todos los sectores: político, social, empresarial, institucional, académico y económico, tanto privados como públicos y coordinación entre los gobiernos estatal, municipal y federal.

Convocamos a todos los actores e interesados al análisis del documento que les enviamos para su consulta.

El presente documento consiste en la versión preliminar confeccionada para la consulta pública y que con las opiniones, enmiendas, sugerencias y adiciones que sean aportadas por todos los participantes al foro de discusión, de lugar al documento “PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO” del estado de Hidalgo.

Los esperamos y agradecemos sus opiniones.

Grupo de trabajo del PEACC en el estado de Hidalgo.  
PEACC\_HIDALGO@hotmail.com







## Glosario

**BDFE** Base de datos de factores de emisión.

**C** Carbono.

**CEAA** Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado

**C2F6** Perfluoroetano.

**CF4** Perfluorometano, tetrafluormetano.

**CFE** Comisión Federal de Electricidad

**CH4** Metano.

**CICC** Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

**CMNUCC** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

**CO** Monóxido de carbono.

**CO2** Dióxido de carbono.

**COA** Cédula de Operación Anual

**CONAFOR** Comisión Nacional Forestal.

**CONAGUA** Comisión Nacional del Agua

**COS** Carbono Orgánico del Suelo.

**COT** Compuestos Orgánicos Totales.

**COV's** Compuestos Orgánicos Volátiles.

**COVDM** Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano

**DBO** Demanda bioquímica de oxígeno (**BOD**, por sus siglas en inglés)

**DQO** Demanda química de oxígeno (**COD**, por sus siglas en inglés)

**DR** Distrito de riego

**Eq C** Equivalente de Carbono  
**Gas LP** Gas Licuado del Petróleo  
**GBP2003** Guía de las Buenas Prácticas para el Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Bosques 2003.  
**GEI** Gases de Efecto Invernadero.  
**Gg** Gigagramo. Equivalente a 1000 toneladas.  
**GPGUM** Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (Good Practices and Good Uncertainty Management, por sus siglas en inglés).  
**GWP** Índice Potencial de calentamiento (Global Warming Potential, por sus siglas en inglés)  
**HFC** Hidrofluorocarbonos.  
**INE** Instituto Nacional de Ecología.  
**INEGEI** Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002.  
**INEGI** Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía  
**Mbpce** Miles de barriles de petróleo crudo equivalente  
**MOD** Materia orgánica en descomposición.  
**Mtce o Mtoe** Miles de toneladas de crudo equivalente (Mtoe por sus siglas en inglés).  
**MWh** Megawatt-hora  
**N2O** Óxido nitroso  
**NO** Óxido nítrico  
**NO2** Dióxido de nitrógeno.  
**NOX** Óxidos de nitrógeno.  
**O3** Ozono.  
**PEMEX** Petróleos Mexicanos.  
**PFC** Perfluorocarbonos.  
**PIB** Producto Interno Bruto.  
**PICC** Panel Intergubernamental de Cambio Climático ó IPCC por sus siglas en inglés.  
**PJ** Petajoule.  
**PTAR** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.  
**RETC** Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes  
**RSM** Residuos sólidos municipales  
**RSU** Residuos sólidos urbanos.  
**SADER** Secretaria de Desarrollo Agrícola y Desarrollo Rural del Estado  
**SAGARPA** Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación  
**SE** Secretaria de Economía  
**SEDECO** Secretaria de Desarrollo Económico del Estado de Hidalgo  
**SENER** Secretaria de Energía

**SEMARNAT** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**SF6** Hexafluoruro de azufre.

**SGM** Servicio Geológico Mexicano

**SIAP** Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera

**SIE** Sistema de Información Energética

**SNIARN** Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales

**SO2** Dióxido de azufre.

**TJ** Terajoule

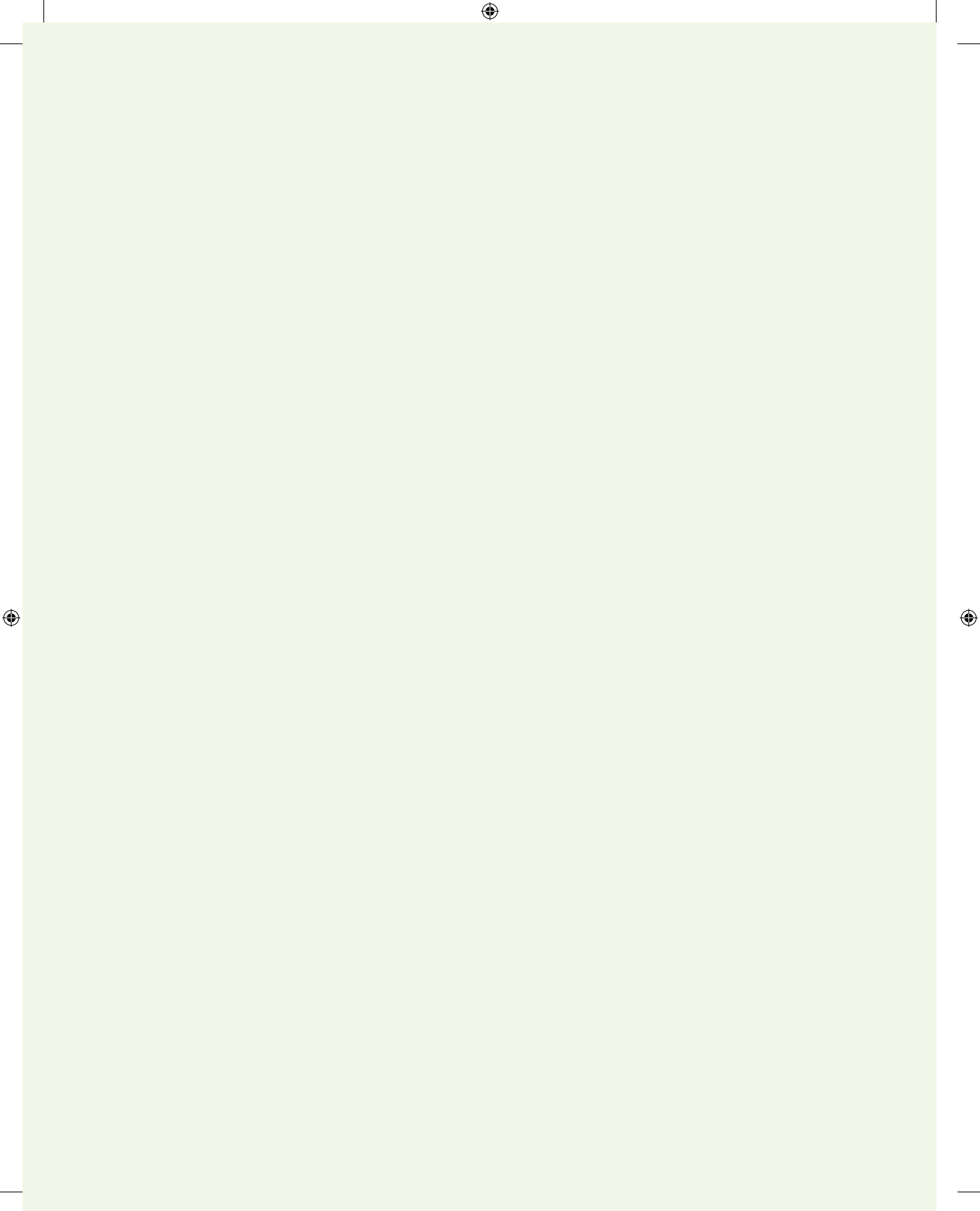
**UAEH** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

**UPFIM** Universidad Politécnica Francisco I. Madero

**USCUSS** Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés).

**UTVM** Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital

**ZMCM** Zona Metropolitana de la Ciudad de México





## Definiciones

**Aguas Residuales Industriales** – Aguas procedentes de los procesos industriales.

**Aguas Residuales Municipales** – Aguas procedentes de domicilios, comercios y servicios urbanos.

**Asfalto:** Fracción pesada del petróleo crudo de color negro o café oscuro. Su consistencia puede variar de líquido a sólido. El asfalto es la fracción pesada del crudo después de someterse a destilación al alto vacío y mezclarse con otros residuos para ajustarse a las especificaciones dependiendo del tipo de asfalto.

**Barril:** Unidad de volumen para petróleo e hidrocarburos derivados. Equivale a 42 gal. (US) o 158.987304 litros. Un metro cúbico equivale a 6.28981041 barriles.

**Barril de petróleo crudo equivalente (bpce):** Es el volumen de gas u otros energéticos expresado en barriles de petróleo crudo a 60°F y que equivalen a la misma cantidad de energía obtenida del crudo. Este término es utilizado frecuentemente para el gas natural.

**Biomasa:** El término biomasa en su sentido más amplio incluye toda la materia viva existente en un instante de tiempo en la Tierra. La biomasa energética también se define como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa tiene en común, con el resto, el hecho de provenir en última instancia de la fotosíntesis vegetal.

**Cal** – Hidróxido de calcio. En forma hidratada se le llama cal apagada.

**Calcita** - Mineral estable compuesto de carbonato de calcio.

**Capacidad instalada:** La capacidad de producción especificada o planeada por el fabricante de una unidad de proceso o la máxima cantidad de un producto que puede elaborarse operando la planta a su máxima capacidad

**Carbón:** Elemento sólido que existe en varias formas en la naturaleza, incluyendo diamantes, grafito, coque y carbón vegetal. La combinación de carbón con hidrógeno se conoce como hidrocarburo y pueden ser de grandes o pequeñas moléculas.

**Categoría de emisión** – Conjunto de sectores o actividades económicas (conjunto de fuentes de emisión), de una misma naturaleza, donde se libera algún gas de efecto invernadero hacia la atmósfera. Según lo clasifica el PICC, las categorías de emisión son: 1) Energía; 2) Procesos industriales; 3) Solventes; 4) Agricultura/ganadería; 5) Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura; y 6) Desechos.

**Clinker** – Producto intermedio de la producción de cemento.

**CO2 equivalente** - Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de reflexión Infrarroja que otro gas con efecto invernadero.

**Combustible:** Se le denomina así a cualquier sustancia usada para producir energía calorífica a través de una reacción química o nuclear. La energía se produce por la conversión de la masa del combustible a calor.

**Combustibles formulados:** Mezcla controlada de residuos líquidos y sólidos, incluyendo residuos peligrosos, con poder calórico aceptable para su uso. Se excluyen plaguicidas, dioxinas y benzofuranos policlorados, desechos radiactivos, gases comprimidos, residuos infecciosos y cianuros. Debe cumplir la norma NOM-040-ECOL-2002

**Combustibles fósiles líquidos o gaseosos:** Son los derivados del petróleo crudo y gas natural tales como petróleo diáfano, gasolinas, diesel, combustóleo, gasóleo, gas L.P., butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

**Combustible industrial:** Líquido combustible de color amarillo café y olor a petróleo. Se obtiene de la combinación de fracciones de la destilación atmosférica del petróleo crudo, es insoluble en agua. Se utiliza básicamente en las calderas y hornos industriales.

**Combustibles sólidos:** Son las variedades de carbón mineral y coque de petróleo cuyo contenido fijo de carbono varía desde 10% hasta 90% en peso.

**Combustión:** Reacción química entre los combustibles y un comburente, -generalmente oxígeno- que es acompañada por calor y luz en forma de flama.

**Combustóleo:** (Fuel oil). Es la fracción pesada del petróleo crudo después de someterse a destilación al alto vacío; se prepara por mezcla con otros residuales y se utilizan diluyentes para ajustar las especificaciones requeridas. El combustóleo pesado contiene 4% en peso máximo de azufre. Es utilizado como combustible industrial, para generación de electricidad, en locomotoras y barcos; en las refinerías se utiliza en los calentadores a fuego directo.

**Confinamiento controlado** – Sitio de disposición final de residuos sólidos que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con los requisitos de impermeabilización y por ello lixivia contaminantes que contaminan el suelo y el agua subterránea. Generalmente, los RSM se encuentran a profundidades mayores de 5 m.

**Consumo energético:** Consumo de producto tales como gasolinas, gas natural, diesel, gas licuado, electricidad, combustóleo, querosenos, etc. que tienen como fin generar calor o energía, para uso en transporte, industrial o doméstico.

**Consumo no energético:** Consumo de productos tales como gasolinas, gas natural, diesel, gas licuado, electricidad, combustóleo, querosenos, etc. para uso como materia prima en procesos.

**Coque del petróleo:** (Coke). Masa sólida porosa de color gris hasta negro. El coque consta de hidrocarburos macromoleculares con alto grado de aromaticidad. Se obtiene por coquización de alquitranes y residuos de desintegración (cracking) y de pirólisis. Se usa como combustible sólido para calderas y se maneja a granel.

**Crudo Istmo:** Petróleo crudo con densidad 33.6° API y 1.3% en peso de azufre.

**Crudo ligero:** Petróleo crudo con densidad superior a 27° e inferior a 38° API.

**Crudo Maya:** Petróleo crudo con densidad de 22° API y 1.3% en peso de azufre.

**Crudo mezcla:** Combinación de crudos exportados por México, compuesta por los crudos Maya, Istmo y Olmeca.

**Crudo Olmeca:** Petróleo crudo superligero con densidad de 39.3° API y 0.8% en peso de azufre.

**Crudo pesado:** Petróleo crudo con densidad igual o inferior a 22° API.

**Datos de actividad** - Valor numérico o magnitud de una actividad socioeconómica (producción, consumo, cultivo, número de habitantes, etc.) a la cual está asociada la emisión de algún gas con efecto invernadero.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno**– Análisis de calidad de agua que cuantifica el consumo de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica por medio de los microorganismos presentes.

**Demanda Química de Oxígeno.** – Análisis de calidad de agua que mide los equivalentes de oxígeno de la materia orgánica presente y que puede ser oxidada químicamente mediante dicromato de potasio.

**Densidad o gravedad específica:** Magnitud que representa a la masa de una sustancia entre el volumen que esta ocupa. En este informe la unidad utilizada es t/m<sup>3</sup>.

**Diesel (Gas oil):** Combustible líquido que se obtiene de la destilación atmosférica del petróleo crudo entre los 200 y 380 °C y posteriormente recibe un tratamiento en las plantas hidrodesulfuradoras. Es más pesado que el queroseno y se produce en todas las refinerías de PEMEX. En México se produce Pemex

Diesel para uso automotriz; Diesel Industrial para uso en la industria y el Diesel Marino Especial para embarcaciones.

**Distrito de Riego** – Zona definida por la CONAGUA en donde existe un sistema de riego en canales.

**Dolomita** – Mineral compuesto por carbonato de calcio y de magnesio. Utilizado para encalar suelos ácidos. Llamado ocasionalmente cal, lo cual es incorrecto.

**Energía primaria:** Las distintas formas de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa como en el caso de la energía hidráulica o solar, la leña, y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.

**Energía secundaria:** Se le denomina a los diferentes productos energéticos que provienen de los distintos centros de transformación y cuyo destino son los sectores de consumo y/o centros de transformación.

**Estación de Servicio:** Lugar donde se venden combustibles automotrices, productos elaborados por la industria de la refinación.

**Factor de emisión** – Parámetro calculado a partir de datos experimentales, promedio de suficientes fuentes de emisión de la misma tecnología y confiable estadísticamente. Es el valor por el que se multiplica un dato de actividad para estimar emisiones. Se expresa en cantidad de emisiones por unidad de masa de la actividad de una fuente generadora de gases de efecto invernadero.

**Fermentación Entérica** – Procesos normales que existen en el sistema digestivo de los animales. Los microorganismos presentes en el aparato digestivo fermentan anaeróbicamente el alimento consumido por el animal. Como hay ausencia de oxígeno, se produce metano como un subproducto, que es excretado o eructado por el animal. Entre las especies ganaderas, (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, camélidos) los rumiantes son los principales emisores de metano.

**Gas de efecto invernadero (GEI)** – Constituyente gaseoso de la atmósfera que absorbe y re-emite la radiación infrarroja del planeta. Los principales son: Dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxido nitroso, dióxido de azufre, fluoroclorocarbonos, hexafluoruro de azufre, entre otros.

**Gas licuado del petróleo (GLP):** (*Liquefied petroleum gas, LPG*). Es la fracción más ligera obtenida en la refinación del petróleo. Es un gas en condiciones normales que consiste en una mezcla de propano y butano, que se licúa y almacena mediante presión. Utilizado para uso doméstico y para carburación. En el proceso también se obtiene el gas licuado de refinación: (*Liquefied refinery gas, LRG*) que difiere del gas LPG por la presencia de propileno y butileno.

**Gas natural:** El gas natural puede encontrarse asociado con el petróleo crudo o encontrarse independientemente en pozos de gas no asociado o gas seco. El metano es su principal constituyente con pequeñas cantidades de etano y propano y cantidades variables de nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. Es utilizado para uso doméstico, en industrias y generación de electricidad.



**Gasóleo ligero:** (Light gasoil). Subproducto obtenido de la destilación atmosférica que inicia su ebullición entre 175 y 200°C y finaliza entre 320 y 350°C. Se utiliza como componente del combustible para los motores diesel.

**Gasóleo pesado:** (Heavy gasoil). Producto residual de la destilación cuyo intervalo de ebullición se encuentra entre 423 y 600°C. Se utiliza como materia prima para la desintegración catalítica y en mezclas con otros productos para obtener combustóleo.

**Gasolina automotriz:** Mezcla de los productos más ligeros obtenidos por la destilación del petróleo crudo (desde 35-49°C hasta 221-225°C), los que son sometidos a diferentes procesos para la operación apropiada en los motores de combustión interna de automóviles. Hay tres tipos de gasolinas automotrices: Pemex Magna, Pemex Magna Reformulada (oxigenada) y Pemex Premium.

**Gg** – Unidad de medida de masa equivalente a 109 gramos o 1,000 toneladas y es la unidad empleada para las emisiones de GEI.

**Gravedad específica:** (*Specific gravity, Sg*). Es el cociente del peso de un volumen de material dado entre el peso del mismo volumen de agua medida a la misma temperatura. Se denomina por  $Sg = Mm/Ma$ .

**Gravedad API:** (*API gravity*). Es la gravedad específica de un crudo expresada en términos de grados API, y se calcula mediante la siguiente relación:

$$API^{\circ} = \frac{141.5}{Sg_{60/60}} - 131.5$$

**Guías de las Buenas Prácticas** - Se refiere al manual de la Orientación del PICC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, publicado en el 2002. Efecto Invernadero, publicado en el 2002.

**Hidrocarburos:** Grupo de compuestos orgánicos que contienen principalmente carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y son los constituyentes principales del petróleo.

**Histosoles** – Tipo de suelo caracterizado por tener alto porcentaje de materia orgánica, incluso turboso. Posee una elevada fertilidad.

**Lodos Activados** – Subproducto de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Biosólido que sedimenta debido a la agitación de las aguas residuales con aire suficiente. Mediante este proceso ocurre la oxidación de gran parte del contenido de materia orgánica produciendo estos lodos que se separan, desactivan, secan y se acumulan.

**Mercaptanos:** Compuestos orgánicos olorosos que contienen en su cadena azufre. Se encuentran frecuentemente tanto en el gas como en el crudo. En algunas ocasiones se adicionan al gas natural y al gas licuado para agregarle olor por

razones de seguridad. **Metano (CH<sub>4</sub>):** Hidrocarburo gaseoso altamente inflamable. Es el principal constituyente del gas natural.

**Petróleo:** Mezcla compuesta predominantemente de hidrocarburos que se presenta en la naturaleza. Es producto de una descomposición de los organismos vegetales y animales que existieron en periodos de tiempo geológico.

**Poda-** Residuos provenientes del mantenimiento de jardines y de áreas verdes de una zona urbana.

**Poder calorífico:** Cantidad de calor producida por la combustión completa de una sustancia combustible. Esta puede ser medida seca o saturada con vapor de agua; “neta” o “bruta”. El término bruta significa que el vapor de agua producido durante la combustión ha sido condensado a líquido, liberando así su calor latente. “Neta” significa que el agua se mantiene como vapor.

**Potencial de calentamiento global** – Índice relativo empleado para comparar el impacto que tiene en el clima la emisión de un kilogramo de un gas de efecto invernadero, comparado con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. Los valores del índice consideran los efectos de radiación IR de cada gas, así como sus diferentes tiempos de permanencia en la atmósfera.

**Proceso Aerobio** - Proceso que ocurre en presencia del oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica presente en los desechos y la convierten en el dióxido de carbono.

**Proceso Anaerobio** - Proceso en el cual algunos microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno y emiten metano.

**Producción total:** Cantidad de producto terminado obtenida con las especificaciones de calidad en una refinería, excluyendo los traspasos externos del mismo producto. Se calcula de la siguiente manera: Producción total = envíos + consumos – recibos del mismo producto + variación de inventarios.

**Queroseno:** (*Kerosene*). Combustible líquido constituido por la fracción del petróleo crudo que se destila entre los 150 y 300°C. Se usa como combustible para la cocción de alimentos, el alumbrado, en motores, en equipos de refrigeración y como solvente para betunes e insecticidas de uso doméstico.

**Refinería:** Centro de trabajo donde el petróleo crudo se transforma en sus derivados. Esta transformación se logra mediante los procesos de: destilación atmosférica, destilación al vacío, hidrosulfuración, desintegración térmica, desintegración catalítica, alquilación y reformación catalítica entre otros.

**Relleno Sanitario** – Infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar los impactos ambientales a través de la compactación y el aislamiento que previenen la contaminación del manto freático. Cumple con las especificaciones y los requisitos de la NOM-083 de la ley general de la prevención integral de residuos. Los RSM se encuentran a profundidades mayores de 5 m.

**Residuos Peligrosos** – Residuos generados por actividades industriales y de servicios con altos riesgos en la salud o que provocan la contaminación irreversible del ambiente. Por ello requieren un confinamiento controlado o tratamientos específicos previos a su disposición, como es la incineración en altas temperaturas.

**Residuos Sólidos Municipales** – Desechos sólidos de la población urbana de los municipios. Basura proveniente de casas/habitación, servicios urbanos, comercios, etc.

**Software del PICC** – Programa de cálculo en Excel proporcionado por el PICC para sistematizar y facilitar la elaboración de los inventarios de GEI.

**Solvente:** Sustancia usualmente líquida que es capaz de disolver a otra ya sea en estado líquido, gaseoso o sólido para formar una mezcla homogénea.

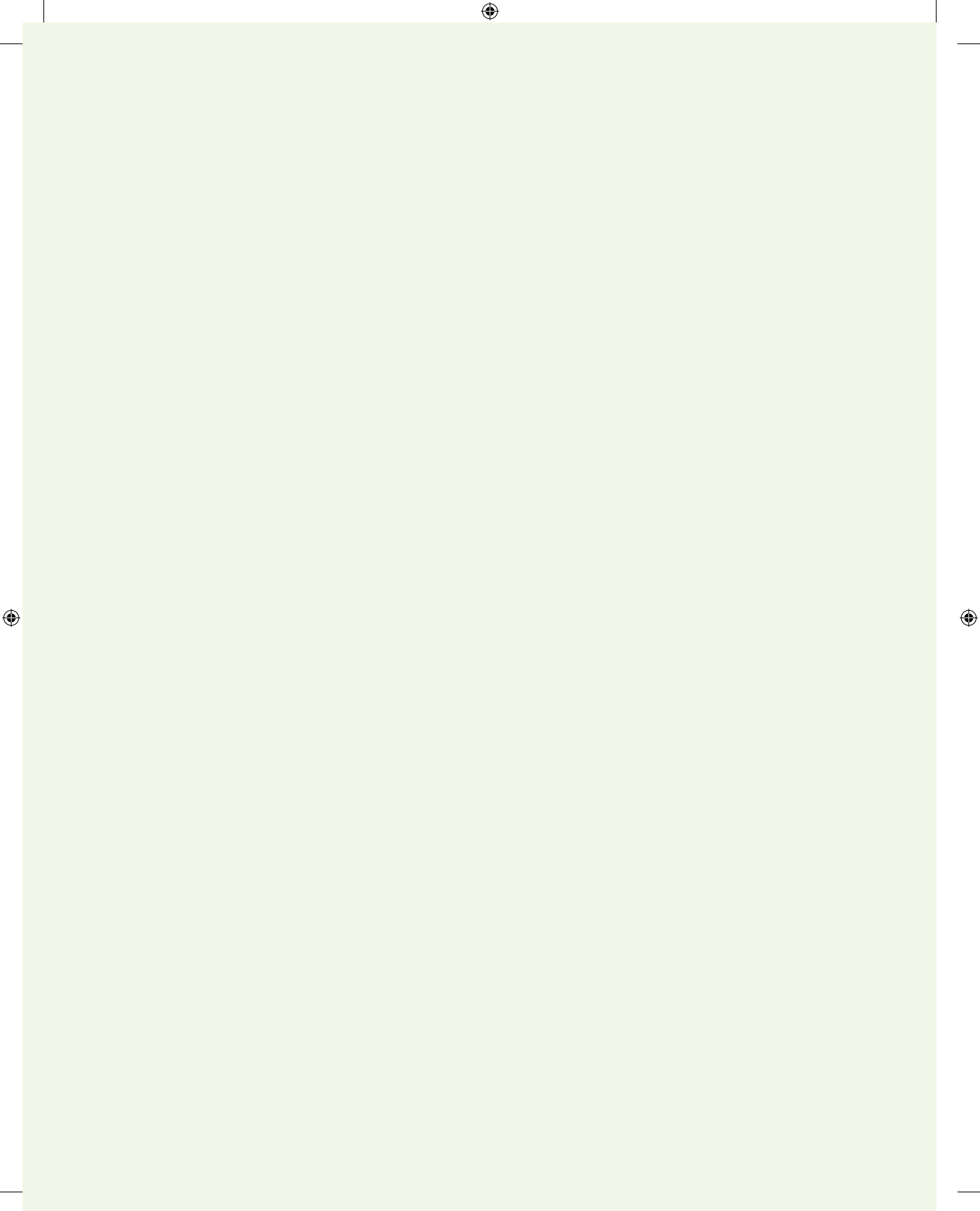
**Subproducto:** Producto que se obtiene en forma secundaria durante el proceso de manufactura de otro producto principal de la reacción.

**Software del PICC:** Programa de cálculo en Excel proporcionado por el PICC para sistematizar y facilitar la elaboración de los inventarios de GEI.

**Tiradero a Cielo Abierto** – Sitio inadecuado de disposición final de residuos sólidos, sin infraestructura, que no cumple con las especificaciones ni con los requisitos de la NOM-083 de la ley general de la prevención integral de residuos. Los RSM están situados en forma superficial, generalmente a profundidades menores de 5 m.

**Turbosina:** (Jet fuel) Fracción del petróleo crudo utilizado como combustible para aviones de retropropulsión. La fracción de turbosina se obtiene por destilación con un límite de temperatura de ebullición de 200 a 300°C máximo. Se somete a proceso de hidrodesulfuración para obtener una turbosina que cumpla con las especificaciones requeridas.

**Trona** – Mineral base en la obtención del carbonato de sodio por el proceso natural.





## Justificación

El cambio climático, es la variabilidad del clima debido al calentamiento gradual del planeta, ocasionado por la acumulación en la atmósfera de las emisiones de gases efecto invernadero, tales como (el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso) generadas principalmente por las actividades humanas; por ejemplo la quema de combustibles fósiles utilizados en el transporte, la generación de energía eléctrica, los servicios y comercios, la disposición de residuos sólidos urbanos, en los procesos industriales, la agricultura y la tala de bosques, entre otros.

Los informes del Panel Intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC), tienen un alto grado de certidumbre sobre la variación climática y el rol del hombre en este fenómeno, concluyendo “que existe muy probablemente una influencia humana directa” sobre el clima mundial.

Las conclusiones fueron contundentes, informándose que:

- i) La temperatura media de la superficie terrestre había subido más de  $0,6^{\circ}\text{C}$  durante los últimos cien años hasta 2005.
- ii) Se espera que continúe en aumento entre  $1,4^{\circ}\text{C}$  y  $5,8^{\circ}\text{C}$  para los próximos 100 años, lo que representa un cambio rápido y profundo; y que
- iii) Aún cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mucho mayor que en los últimos 50 años, con los efectos ya evidentes
- iv) El año 2005 ha sido el más caluroso, además, en los últimos 15 años se han presentado los 5 años más calurosos de los que se tiene registro.

Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero por actividades humanas continúan alterando la atmósfera.

Adicionalmente, se pueden agregar las siguientes consideraciones:

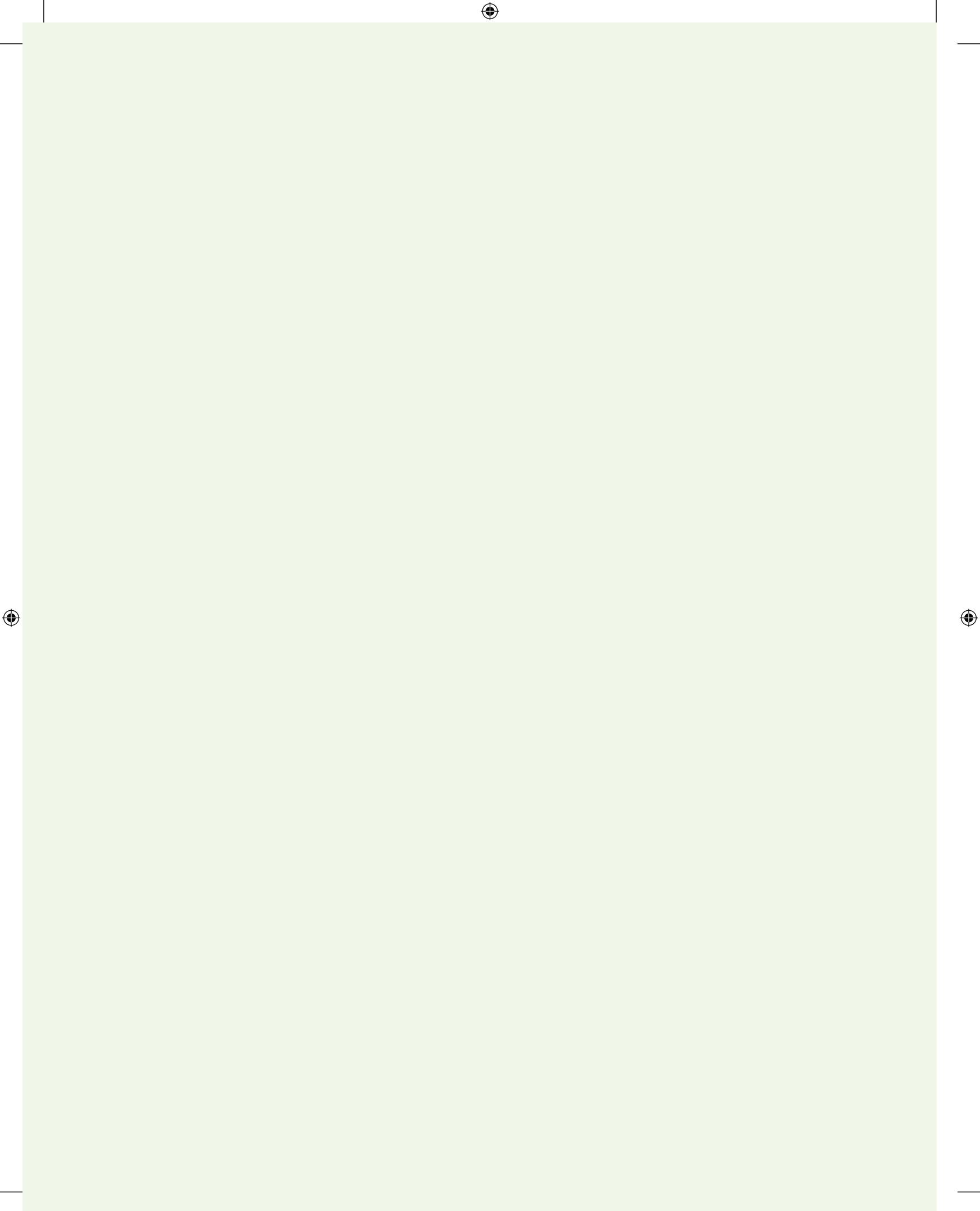
1. El país y en especial la región donde se ubica el Estado de Hidalgo, es de las más vulnerables ante los efectos del cambio climático (social, económica y ambiental); cumpliendo con la tipificación de vulnerabilidad contemplada en el artículo 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, al poseer zonas áridas y semiáridas; áreas susceptibles a la deforestación o erosión, a los desastres naturales, a la sequía y desertificación; áreas urbanas con alta densidad poblacional y ecosistemas frágiles. Por ello, gran parte de las consecuencias previstas por el IPCC podrían ocurrir o estar ya sucediendo en el Estado de Hidalgo.
2. Por otra parte, no se conoce a ciencia cierta los costos económicos de los impactos esperados por el cambio climático en nuestra entidad, las posibles incidencias sobre enfermedades, los daños agrícolas; o bien, por baja en la productividad agrícola, así como la reducción del recurso hídrico, etc.
3. El cambio climático exagera eventos extremos, los costos de los impactos de este fenómeno podrían también elevar los ya altísimos costos experimentados por variabilidad natural del clima en diferentes regiones del mundo, el país y por supuesto de nuestro propio estado.
4. México ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMUNCC) y su Protocolo de Kioto; por ello, se tiene una responsabilidad compartida en el cumplimiento de las obligaciones adquiridas. Nuestro país no tiene compromisos detallados, pero sí debemos elaborar periódicamente una comunicación nacional, y desarrollar y actualizar los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero por sector; así como el análisis de nuestra vulnerabilidad e impactos; evaluación de opciones de adaptación y opciones de mitigación de las emisiones. Este compromiso cualitativo podría cambiar conforme avancen las negociaciones para una implementación más restrictiva para todas las Partes de la Convención.

Actualmente en Hidalgo no se cuenta con información detallada sobre el tema, que permita establecer medidas de mitigación y adaptación por sector y por región. Los costos de la inacción pueden ser mucho mayores que las medidas e inversiones necesarias (en el corto plazo), que las correspondientes a aplicarlas en su momento, las cuales tendrían resultados y beneficios mayores. Por ello, es prioritario y estratégico para el Estado de Hidalgo, elaborar el

inventario de emisiones de gases efecto invernadero e identificar las medidas de mitigación y adaptación correspondientes.

Dicho estudio forma parte de las estrategias y acciones con las cuales Hidalgo se suma a los compromisos internacionales y nacionales en materia de cambio climático, en congruencia con el Programa Especial de sobre Cambio Climático, 2009-2012 emitido por el gobierno federal, y que contempla 105 objetivos y 294 metas, donde se impulsa y promueve mitigar el cambio climático y adaptarse en la medida que sea necesario, sin comprometer el proceso de desarrollo e incluso con beneficio económico. En ese sentido, el Gobierno del Estado de Hidalgo contribuye desde lo local-regional, a reducir en todos los sectores, la huella de carbono, definiendo una política pública clara y eficiente en esta materia.

Por las razones expuestas es necesario realizar los estudios regionales y locales de Cambio Climático en Hidalgo, lo que permitirá prever su impacto, y se tendrían mejores oportunidades de éxito en la propuesta de medidas de adaptación y mitigación, ya que serán diseñadas con la participación de actores locales, autoridades estatales e investigadores regionales. Por otra parte, la descentralización de tal tarea a nivel estatal permitirá generar políticas públicas que sean acordes con el contexto regional.







## Objetivos del programa estatal de acción ante el cambio climático del estado de Hidalgo



### Objetivo general

Elaborar los instrumentos técnicos para apoyar la preparación del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Hidalgo, que incluya el comportamiento de la variabilidad climática en el estado, la detección de las fuentes principales de emisiones y el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y el balance energético del estado, la predicción de escenarios futuros acerca del clima y la detección de los aspectos sociales y económicos más vulnerables en relación a ellos, para analizar, definir y proponer las medidas de mitigación y estrategias de política para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como las acciones de adaptación a aplicar para las diferentes sectores socioeconómicos y los grupos sociales más vulnerables debidos al cambio climático.



### Objetivos específicos

- Formar recursos humanos dentro del estado en las técnicas y metodologías establecidas internacionalmente por el IPCC para elaboración de informes acerca de: inventario y categorización de emisiones GEI, cálculo del potencial de mitigación para cada

medida, predicción de escenarios de emisiones GEI, predicción de mapas climáticos por cada estado y región específica, cálculo del impacto y la vulnerabilidad de diferentes sectores y grupos sociales ante el cambio climático y predicciones del potencial de adaptabilidad según sector y zona geográfica.

- Desarrollar un plan de acciones para el Estado de Hidalgo, identificando y proponiendo estrategias y acciones para la mitigación de las emisiones GEI con énfasis en las siguientes áreas:
  - 1. Consumo y producción de energía.
    2. Industria de la manufactura
    3. Transporte terrestre y aéreo.
    4. Agricultura, ganadería, vegetación y uso del suelo (ecosistemas y agricultura).
    5. Desechos.
- Desarrollar un plan de acciones para el Estado de Hidalgo basado en los escenarios del clima para los años 2030 y 2080 en la zona, en los análisis de riesgo y vulnerabilidad ante el cambio climático, identificando y proponiendo estrategias y acciones para la adaptación de diferentes sectores y grupos sociales.
- Elaborar un documento preliminar basado en los productos del proyecto que sirva de base para la consulta pública ante la sociedad antes de su difusión, divulgación e implementación a los tomadores de decisiones y que pueda ser utilizado para facilitar el acceso a las oportunidades de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y otros esquemas voluntarios y flexibles para proyectos de bonos de carbono.
- Elaborar el documento definitivo “Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Hidalgo” que incluya los aspectos de educación ambiental y los criterios convenidos por parte de las instituciones, sectores empresariales, productivos, comercio, servicios, gremios, comunidades, académicos, y demás sectores públicos y privados que representen a los ciudadanos del estado en todos sus niveles de acción.



## Productos del proyecto

- Talleres de capacitación por parte del Instituto Nacional de Ecología (INE) y de GIZ al grupo de trabajo

Por primera vez se realizan las siguientes investigaciones dentro del estado de Hidalgo:

- Diagnóstico de la variabilidad climática.
- Balance energético del estado de Hidalgo. 2005 - 2010
- Inventario de emisiones de GEI's, año 2005
  - Por sector
  - Por tipo de combustible
  - Por tipo de gas emitido
- Escenarios de mitigación de emisiones al 2020 y 2030
  - Sectores energético, industrial, agrícola y residencial/institucional
  - Balance de emisiones futuras y sumideros de C
- Escenarios del clima por regiones en el estado a 2030 y 2050
  - Temperatura
  - Precipitación
- Escenarios de vulnerabilidad ante el cambio climático
  - Por sector
  - Por regiones geográficas
- Escenarios de adaptación ante el cambio climático
  - Por sector
  - Por regiones geográficas

Los trabajos anteriores, junto con los planes de acción que de ellos se derivan, constituyen la presente propuesta del Plan de Acción ante el Cambio Climático del estado de Hidalgo.



# Capítulo 1



## Introducción



### 1.1 Antecedentes

El cambio climático es uno de los temas ambientales más importantes a nivel global. Esto hace fundamental la participación de los diferentes actores sociales – sociedad civil, sector privado, organizaciones no gubernamentales, instituciones de gobierno y académicas,- en la planeación y ejecución de acciones concretas que permitan atender los efectos adversos para garantizar el desarrollo productivo del país y el Estado y la sustentabilidad ambiental.

A partir de la década de los 80s del siglo pasado empieza a ocupar una importancia creciente, tanto en la sensibilidad de la población como en la agenda de los responsables políticos, la consideración de la influencia que las actividades humanas pueden estar ejerciendo sobre el cambio climático. Como respuesta a estos planteamientos se crea en el año 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de estudiar en profundidad el fenómeno del cambio climático, sus causas, efectos, y políticas de prevención y adaptación al mismo. En el plano político, y en el marco de Naciones Unidas, se adoptó en el año 1994 el Convenio Marco sobre Cambio Climático al que se han ido adhiriendo sucesivamente países de los distintos contextos y ámbitos geográficos. Un salto cualitativo importante en esta línea fue la firma, del Protocolo de Kioto en el año 1997, en el cual los países de la Unión Europea y otros países industrializados (llamados países del Anexo I) se comprometieron a limitar las emisiones de gases que

influyen en el calentamiento global de la atmósfera y que no eran objeto del Protocolo de Montreal. Este compromiso se concretó en una reducción del 5% de las emisiones de los GEI en el periodo 2008-2012 con relación a sus niveles en el año 1990.

México firma posteriormente y por ello pertenece al grupo de países firmantes no pertenecientes al Anexo I. Nuestro país se comprometió a una reducción del 8% de las emisiones GEI para el año 2020. El primer trabajo presentado al IPCC contiene el inventario de GEI desde 1990 hasta 2002. De este trabajo surgen investigaciones acerca de las determinaciones de los factores de emisión de las fuentes presentes en el país, en las condiciones nacionales que conllevarían a la disminución de incertidumbres en los cálculos realizados. Posteriormente se realizó un segundo informe que recoge las emisiones hasta el año 2006 que presentó un mayor nivel de precisión en los datos.

México es uno de los países pioneros a nivel internacional en generar compromisos internacionales, estudios técnicos e implementar acciones ante el cambio climático. En este sentido el estado de Hidalgo, en conjunto con la SEMARNAT, también está realizando importantes esfuerzos ante el cambio climático. Uno de los más importantes es el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, que es un instrumento de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático, en el orden de gobierno estatal y municipal.

Desde inicios de la década pasada, el Gobierno Federal ha emitido cuatro comunicaciones nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En el 2005 aparece el acuerdo por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático, y en general para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC en la materia y demás instrumentos derivados de la misma. La CICC está integrada por siete Secretarías de Estado.

En mayo de 2007, el Presidente de la República presentó públicamente la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y anunció la próxima publicación de un Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Debe destacarse además, que el tema del cambio climático ha sido incluido por primera vez en dicho Plan en su Eje Rector 4 dedicado a la sustentabilidad ambiental.

Así, en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) se identifican medidas, precisa posibilidades y rangos de reducción de emisiones, propone estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación y esboza las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación. Aunque la ENACC se centra en la esfera de competencia de la Administración Pública Federal, contribuye con ello a un proceso nacional, amplio e incluyente, basado en la construcción de consensos gubernamentales, corporativos y sociales para:

- Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación;
- Reconocer la vulnerabilidad de los respectivos sectores y áreas de competencia e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación;
- Proponer líneas de acción, políticas y estrategias, que sirvan de base para la elaboración de un Programa Especial de Cambio Climático que se inscribiría en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

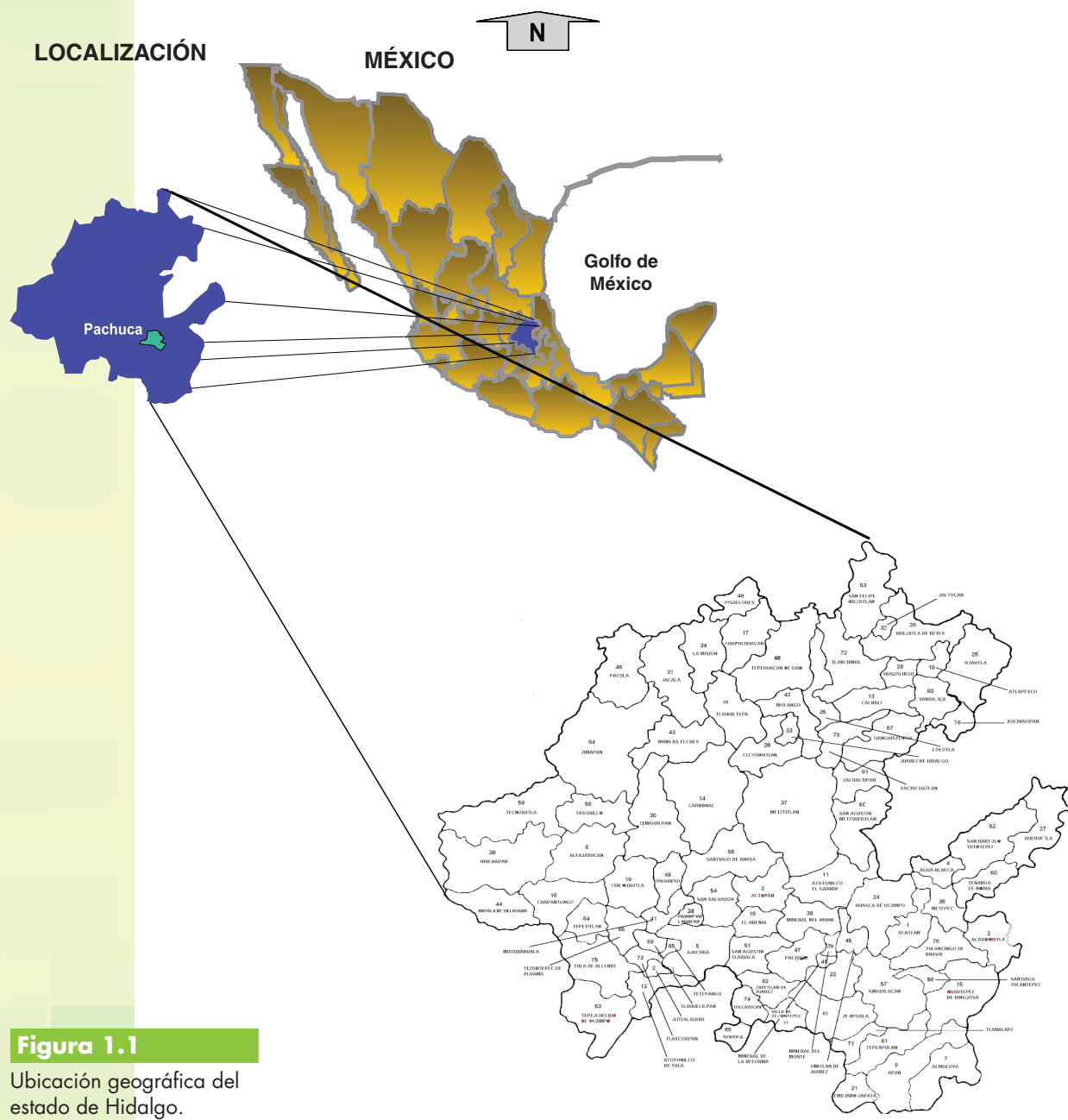
El clima está fluctuando significativamente y muchos indicadores en el ámbito mundial manifiestan la variabilidad que ha presentado los últimos 100 años, por lo tanto es necesario analizar los impactos de diferente índole en los sistemas naturales y humanos más relevantes en el estado de Hidalgo, ante las condiciones históricas y las actuales, que sirvan de referencia para realizar evaluaciones bajo condiciones de cambio climático. En esto consiste este Programa Estatal.



## 1.2 Datos generales del estado de Hidalgo

**Situación geográfica y división político-administrativa.** El estado de Hidalgo forma parte de la región centro-oriental de México y cuenta con una superficie de 20,905.12 km<sup>2</sup>, que corresponde al 1.1% de la superficie total del país. Por su tamaño, ocupa el lugar 26 de los Estados Unidos Mexicanos. Se localiza entre los 19°35'52'' y 21°25'00'' de Latitud Norte, y los 97°57'27'' y 99°51'51'' de Longitud Oeste. Limita al Norte con el estado de San Luis Potosí, al Noreste y Este con Veracruz, al Este y Sureste con Puebla, al Sur con Tlaxcala y el Estado de México y al Oeste con Querétaro<sup>1</sup>.

El estado está conformado por 84 municipios con 4,554 localidades. Existe una distribución administrativa regional para la planeación, la cual

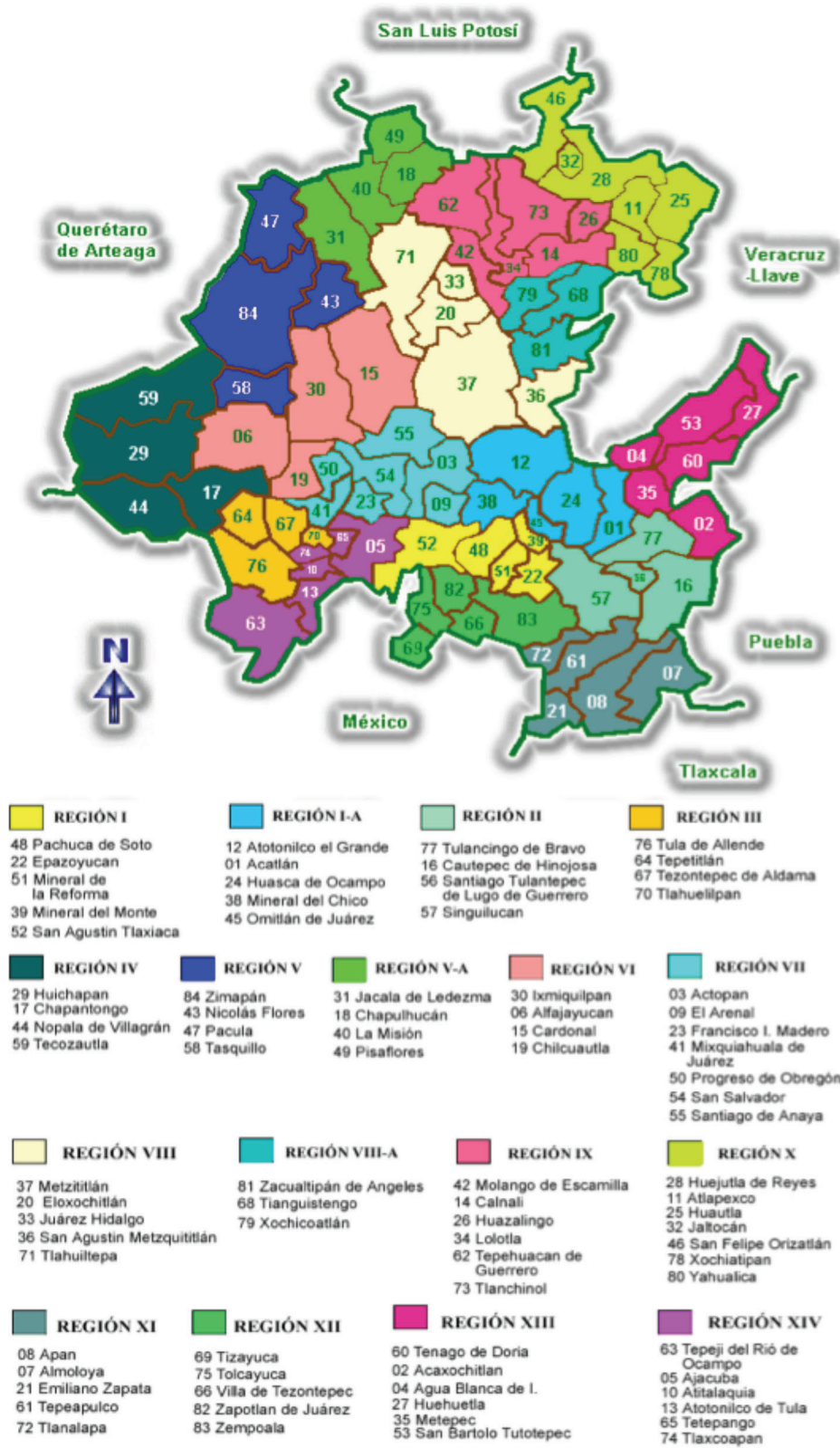


**Figura 1.1**  
Ubicación geográfica del estado de Hidalgo.

está definida por 14 regiones y 3 subregiones de acuerdo a sus particularidades sociales, económicas y ambientales, que se muestran en la figura 1.2

Cada una de estas regiones presenta sus propios procesos de desarrollo. Por ejemplo, la región del Valle de Mezquital presenta el 1% de población marginal, mientras que en la región Otomí-Tepehua se registra un 82%.





**Figura 1.2**

Regiones económico-administrativas del estado de Hidalgo.

Fuente: Reglamento Interior de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional <sup>2</sup>

También existe otra división regional desde el punto de vista natural y que mantienen sus características socioculturales similares. Esta se muestra en la figura 1.3.



**Figura 1.3**

Regionalización natural del estado de Hidalgo.

Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Hidalgo. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/regi.htm>

Según la fuente, Hidalgo presenta tres niveles de altitud, de norte a sur. En el primero existe un clima cálido de extensión pequeña, con una elevación de unos cuantos metros sobre el nivel del mar que pertenece a la planicie costera del Golfo. El segundo nivel es el más extenso, presenta una elevación hasta de 800 metros sobre el nivel del mar y corresponde a las zonas de las sierras. El último nivel, es el más poblado de los tres aunque no tan extenso como el anterior, presenta altitudes mayores a los dos mil metros que corresponde al Altiplano Meridional.

**Orografía.** El territorio del estado territorio está constituido por cadenas montañosas, lomerío y llanuras, aunque también hay algunos valles, mesetas y cañones. La sierra Madre Oriental comprende toda la porción boreal de la entidad. En ella se encuentra desde la cálida húmeda Huasteca Hidalguense, con sus suelos fértiles, propicios para las actividades agropecuarias,

hasta el paisaje semiárido del flanco occidental de la sierra, pasando por los bosques templados de las partes altas y las selvas perennifolias de las laderas orientales. La Sierra Madre es surcada por los profundos cañones de los ríos Moctezuma y Amajac.<sup>3</sup>

Tres principales cadenas de montañas conforman la región serrana y atraviesan el territorio hidalguense por el centro con dirección sureste-noroeste. La primera cadena es la Sierra Madre Oriental, que cubre la mayor parte del estado y ahí se localizan las sierras de Zimapán, Jacala, Zacualtipán y Pachuca. La segunda cadena montañosa se inicia en Tulancingo y se une al núcleo central en el cerro de Agua Fría. La tercera se sitúa desde Real del Monte hacia Pachuca y continúa hacia el noroeste por Actopan, Ixmiquilpan, El Cardonal, Zimapán y Jacala. En esta zona están situados los yacimientos minerales más ricos del estado y de las zonas del centro y norte. Presenta una altitud entre los 1,000 y los 1,800 metros, en donde proliferan bosques de encinales y pinos, como en la reserva de El Chico, y otros montes cubiertos de vegetación semitropical, como en Los Mármoles. Al noroeste de la región de la Sierra se encuentra la Huasteca, formada por lomeríos de poca altura, de sierras húmedas con buen drenaje, adecuada para cultivos tropicales, pastizales y ganado<sup>4</sup>.

Lo accidentado del territorio estatal determina que existan zonas densamente pobladas, pero también extensiones con escasa población, debido básicamente a las condiciones de la fertilidad del suelo y a las dificultades para construir vías de comunicación.

En consecuencia, Hidalgo se caracteriza regionalmente por su notorio contraste entre ciudades y campo, así como entre las regiones mostradas en la figura 1.3. Algunas regiones concentran servicios y actividades de gran dinamismo, pero en otras se advierte condiciones desfavorables que dificultan en gran medida la subsistencia<sup>5</sup>. Estas regiones inician el desarrollo de sus economías con base a las características que tomaron la explotación minera y agrícola.

Estas regiones no son otra cosa que sistemas generales formados por factores y recursos naturales que abarcan la superficie del estado. Las regiones naturales, se integran a partir de la interacción de elementos tales como: la localización, la historia geológica, el relieve, los climas dominantes, los recursos de agua y vegetación y los recursos minerales (Bassols, 1992<sup>6</sup>).

**Hidrografía.** En el estado de Hidalgo las corrientes son escasas en ausencia de eventos extremos. Esto se debe a dos factores primordialmente: el clima y la topografía. En las porciones norte y noreste, aunque los vientos húmedos del Golfo propician abundantes lluvias, lo abrupto de la Sierra Madre Oriental impide el aprovechamiento de los escurrimientos, ya que descienden rápidamente a las zonas bajas, las cuales forman parte de los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Puebla.







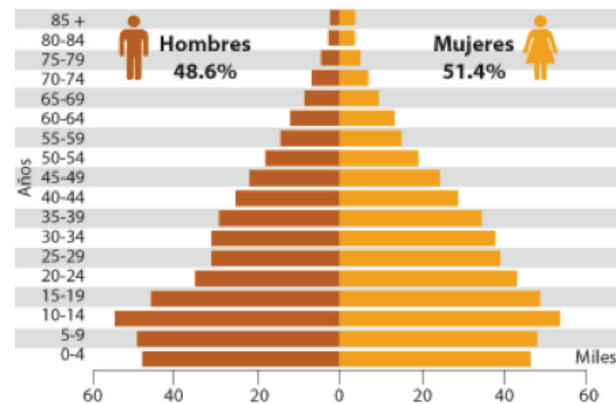
poblacionales que, al igual que a nivel nacional, mostraron una tendencia al aumento hasta principios de la década de los ochenta, años en que inició el descenso de este indicador, pero siempre por debajo de la tasa media de crecimiento anual nacional<sup>9</sup>. Actualmente la tasa de crecimiento se estima en 2.3%, por encima del 1.2% reportado para el país.

La composición de la población hidalguense por sexo muestra que al año 2010, las mujeres representan el 51.4% de la población total, mientras que los varones aportan el 48.6%. El fenómeno migratorio afecta principalmente a la población masculina de entre 15 y 44 años, disminuyendo el índice de masculinidad en algunos municipios hasta de siete hombres menos por cada 100 mujeres.

**Figura 1.6**

Pirámide poblacional del estado de Hidalgo.

Fuente: INEGI: Censo de población y vivienda 2010<sup>10</sup>.



La estructura por edad de la población en Hidalgo se ha ido modificando, ya que hasta la década de 1970 se había presentado un rejuvenecimiento en su estructura, sin embargo, como resultado de la reducción de la fecundidad, la población inicia un proceso de envejecimiento que hace disminuir el porcentaje de menores de 15 años a 44.9% en 1980, 41.4% en 1990 y a 35.4% en el año 2000. Asimismo, como resultado del descenso de la mortalidad, la población de la tercera edad ha ido en incremento pues pasó de 3.7% en 1960 a 5.2% en el 2000, y sigue su crecimiento para el 2005 con 6.02% de la población total.

Se presenta una alta concentración de la población en el sur del estado, en los municipios de Pachuca de Soto, que junto a Mineral de la Reforma acumulan el 17.4%, Tulancingo de Bravo (5.5%), Huejutla de Reyes (4.9%), Tula de Allende (4.0%), Ixmiquilpan (3.2%) e Ixmiquilpan (3.2%), los cuales concentran la tercera parte de los habitantes de la entidad. Algunas zonas que durante años se han mantenido marginadas, su población ha mantenido las tasas más bajas de crecimiento, entre ellas el norte del Valle del Mezquital, la

zona de las Sierras Otomí-Tepehua, Alta, Baja y Gorda. En tanto los Municipios que han tenido tasas de crecimiento negativo son Eloxochitlan, La Misión, Xochicoatlán, Cardonal, Metztlán, Jacala de Ledezma y Nicolás Flores.

La pirámide población se presenta con un estrechamiento en la base, un ensanchamiento en los segmentos intermedio y superior, y por lo tanto se observa un proceso de envejecimiento de la población. Un cambio fundamental en el perfil sociodemográfico de la población de Hidalgo es su tendencia a disminuir los estratos de población joven. Esta tendencia es marcada entre el año 2008 y 2010 en tanto se reduce su participación relativa de 34.8% a menos del 30%. Esta tendencia impactará en la reducción absoluta de 115 personas en un periodo del 2011 y 2025. Entre el año 2000 y 2005 el crecimiento demográfico en el estado fue de 2.2% en promedio anual y debajo de media nacional. La marca principal es la concentración en las zonas del sur en Municipios como Mineral de la Reforma, Zempoala y Tizayuca. La tasa de crecimiento poblacional promedio anual del estado en los últimos 5 años estimada entre el 2005 y 2010 fue del 2.78%.<sup>11</sup>

En cuanto a densidad poblacional, el censo del 2010 informa que Hidalgo ocupa el 9° lugar del país con un promedio de 128 hab/km<sup>2</sup>. A nivel nacional se reporta 57 hab/km<sup>2</sup>. Se destaca el sur del Valle del Mezquital con 237 hab/km<sup>2</sup>, el doble de la entidad. En contraste, la Sierra Gorda presenta una densidad de 22 hab/km<sup>2</sup>.

En Hidalgo la desigualdad social se ve reflejada en el indicador fecundidad, ya que municipios netamente rurales como Tepehuacán de Guerrero, Pisaflores, San Felipe Orizatlán, Xochiatipan, Nicolás Flores, Yahualica, Huehuetla y San Bartolo Tutotepec, tienen el mayor promedio (superior a 3) de hijos nacidos vivos de mujeres en edad fértil. El 11% de la población mayor de 15 años es analfabeta.

Otro proceso demográfico de gran importancia para Hidalgo es la relación de la población rural-urbana. Y el estado de Hidalgo queda definido como población marcadamente rural, El censo del año 2010 reporta que un 52.2 % de la población vive en zonas urbanas y un 47.8% es rural, a diferencia con los datos nacionales, que sólo reporta una distribución de 22% de población rural. Además, el 23.27% de la población pertenece a comunidades indígenas.

En el 2010, en Hidalgo hay 662 341 viviendas particulares, de las cuales el 86.9% disponen de agua entubada dentro o fuera de la vivienda, 85.4% tienen drenaje y 96.9 cuentan con energía eléctrica<sup>12</sup>.

**Mortalidad.** La esperanza de vida de los hidalguenses ha ido en aumento, pues en 1960 ésta se estimaba en 51.2 años, seis años menos que a nivel nacional y al 2000, se estima que supera ya los 74 años. Las políticas en materia de salud, educación, protección y en general de mejoría de las condiciones de vida han privilegiado la atención de los centros urbanos urbano-industriales

más importantes. Esta situación profundiza grandes desigualdades entre la población de una región y de otra. Hidalgo, una de las entidades con mayor pobreza en el país.

La tasa de mortalidad infantil en 2005 fue de 18.73 por mil habitantes, con una tendencia hacia el 2015 de 13.1 y 9.16 en el 2025. Los Municipios más marcados en el índice de hijos fallecidos se ubican en Xochiatipan, Tepehuacan de Guerrero, Nicolás Flores y Atlapexco. En tanto los que menor índice de hijos fallecidos está en Mineral de la Reforma y Pachuca de Soto, Atitalaquia, Tulancingo de Bravo y Mineral del Monte con cerca del 9 por mil habitantes.

Esta misma población a su vez tiene un fuerte desequilibrio en su distribución y desarrollo, ya que el ritmo de crecimiento de los municipios de Hidalgo es desigual en los últimos 10 años. La tasa de crecimiento poblacional presenta un rango de  $-1.01$  a  $12.4$  por ciento. La negativa corresponde a Eloxochitlán y la más alta a Tizayuca; por lo cual el recorrido del rango es de  $13.41$  unidades en comparación a la nacional de  $5.53$ . Junto con Mineral de la Reforma con  $5.92\%$  y Zempoala con  $8.02\%$  sobresalen otros nueve municipios por sus tasas de crecimiento, todas ellas oscilan entre  $2.4$  y  $4.5$ . En los municipios que concentran este crecimiento se encuentran algunas de las ciudades más pobladas del estado como Pachuca y Tulancingo. En tanto los municipios del estado que reducen su población y tienen tasas de crecimiento negativas en el periodo 1990-2005 son 10, entre estos destaca además de Eloxochitlán, el municipio de La Misión con  $-0.64$ .<sup>13</sup>

La distribución de la población al interior de Hidalgo es desigual: 11 de cada 100 hidalguenses radican en Pachuca de Soto, municipio que alberga a la capital del estado y cuya población es el doble de la de Tulancingo de Bravo, el cual concentra  $5.5\%$  de los habitantes. En estos dos municipios residen 17 de cada 100 habitantes de la entidad<sup>14</sup>.

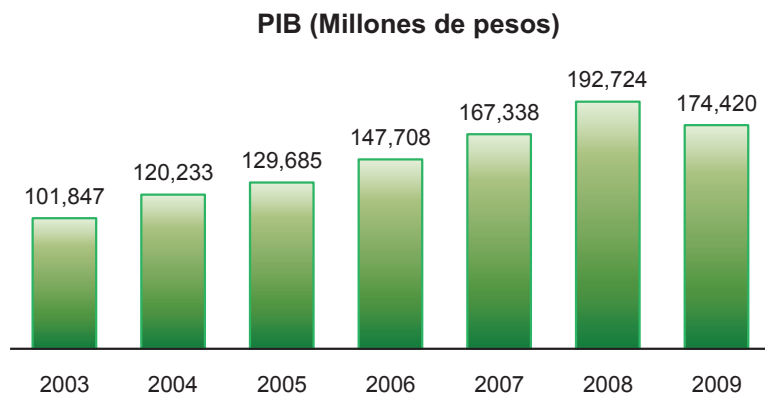


### 1.3 Datos económicos del estado de Hidalgo

Según datos de la Secretaria de Desarrollo Económico del estado<sup>15</sup>, en el año 2009 éste cuenta con 137,077 unidades económicas que corresponde al  $2.7\%$  del total del país. En ese mismo año el estado de Hidalgo presentó un Producto Interno Bruto (PIB) de 174,421 millones de pesos mexicanos a precios corrientes y aportó el  $1.54\%$  al PIB Nacional.

Entre 2003 y 2008 el producto interno bruto de Hidalgo aumentó en 5,438 millones de pesos anuales. Pero considerando el año 2009 se reporta un crecimiento promedio anual en el periodo 2005-2009 de  $1.2\%$ , inferior a la tasa nacional de  $1.7\%$ .<sup>16</sup>



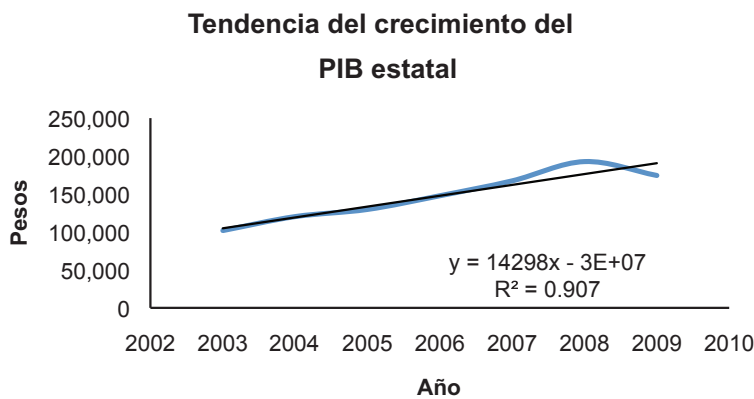


**Figura 1.7**

Producto Interno Bruto del estado de Hidalgo (Precios corrientes)

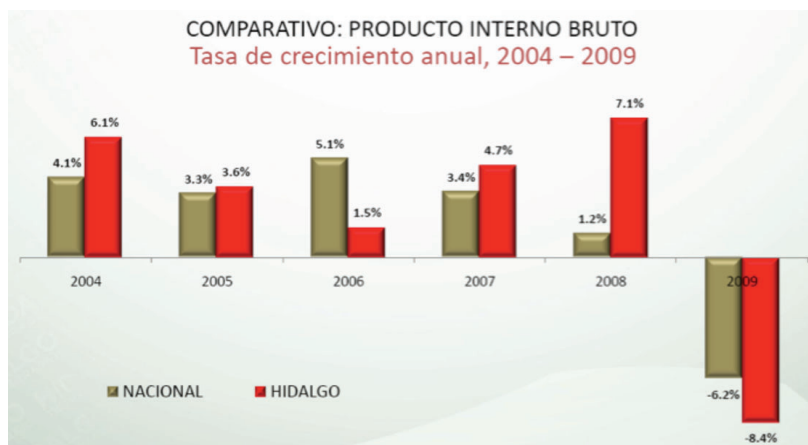
Fuente: Banco de Información Económica INEGI<sup>17</sup>.

La disminución del PIB en el año 2009 fue debida a la crisis mundial de ese año. Las tasas de crecimiento evidencian un aumento gradual del PIB del estado hasta llegar a ese año en que la caída fue trascendente. No obstante, se estima un crecimiento aproximado de 14,298 millones de pesos anuales calculado según la línea de tendencia, con un buen coeficiente de correlación lineal  $R^2$ . Ver ecuación en la figura 1.8.



**Figura 1.8**

Crecimiento del Producto Interno Bruto del estado de Hidalgo (Precios corrientes). Elaboración propia.



**Figura 1.8**

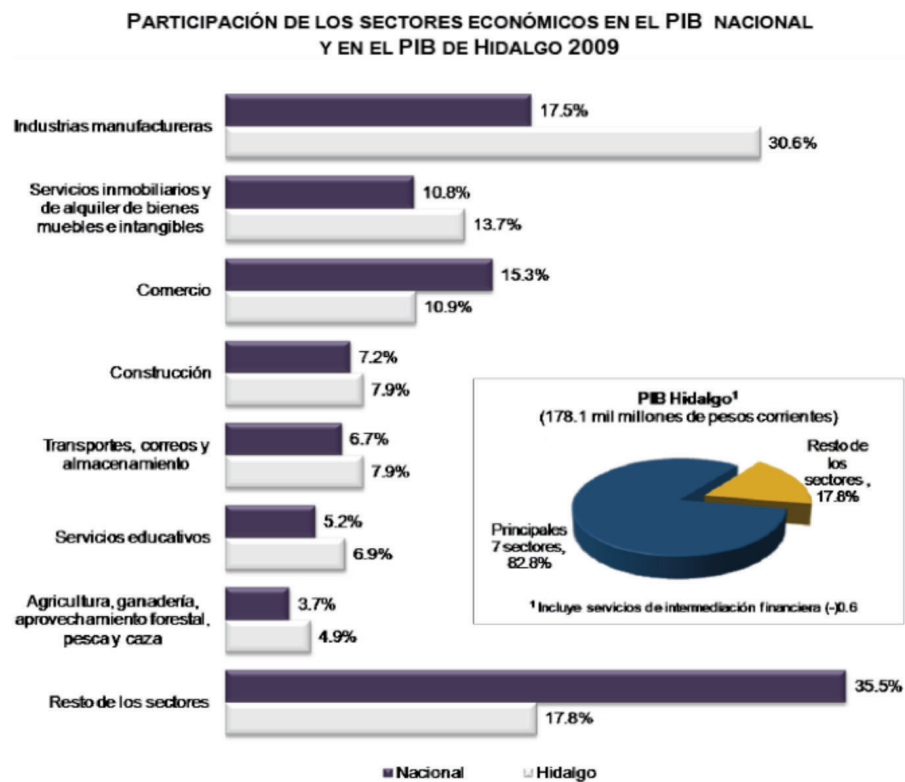
Tasa de crecimiento anual del Producto Interno Bruto del estado de Hidalgo y del país.

Fuente: Hidalgo en cifras<sup>18</sup>

En el periodo 2004 – 2009 la economía del estado de Hidalgo ha sido más dinámica que la economía nacional, con excepción de los años 2006 y 2009, en que se vio mucho más deprimida.

De 2003 a 2009 el PIB por habitante del estado de Hidalgo creció en 1,410 pesos a una tasa promedio anual de 0.54% superior a la tasa nacional de 0.3%, ubicándose en la posición 16 a nivel nacional de acuerdo a esa tasa de crecimiento. En lo que se refiere al PIB per cápita, Hidalgo se ubica en el lugar 25 de la República, con un ingreso promedio de 52,995 pesos anuales, cifra inferior al promedio nacional.<sup>19</sup>

Los principales sectores de actividad en el estado son:



**Figura 1.9**

Contribución de los 7 principales sectores al Producto Interno Bruto del estado de Hidalgo en el año 2009.

Fuente: INEGI<sup>16</sup>

Nota: Debido al redondeo la suma de los parciales puede no coincidir con el total.

La contribución por sectores al PIB en el año 2009 se presenta en la figura 1.9. Se aprecia el importante peso del sector servicios con un 28.5% en total de lo mostrado en la figura, sin contar los servicios comunales, de suministros de agua y electricidad, los financieros ni la salud. El sector industrial (compuesto por la industria minera, la manufactura, la construcción y la producción de electricidad) ocupa el segundo lugar con un 30.6%. El sector agropecuario se observa muy deprimido con el 4,9%.

**Industria.** El aporte al PIB por la industria de la Manufactura es de 30.6%, la Construcción aporta un 7.9% y no se tiene desglosado el aporte de la industria energética, ni la minería. El estado presenta varios parques tecnológicos, que se muestran en la figura 1.8.



**Figura 1.10**

Distribución de los parques industriales del Estado de Hidalgo.

Fuente: Inventario de Emisiones de Hidalgo. 2002<sup>20</sup>

La dinámica económica del estado, está representada por micro, pequeñas y medianas empresas que conforman más del 80% del total de la industrias de la manufactura con jurisdicción estatal. No obstante, las empresas de nivel federal –tanto del sector energético como de manufactura– son los mayores contribuyentes al PIB estatal. Considerando el aporte al PIB de empresas instaladas, los sectores con mayor participación en la industria son: industria generadora de electricidad, refinería, cemento, química y plástico, metalmecánico, automotriz, construcción, alimentos, textil, mueble, joyería, cuero y calzado.

La industria petrolera de la entidad está integrada por una planta de refinación y una de petroquímica básica. Hidalgo ocupa el tercer lugar nacional en refinación de petróleo.

Posee también industria eléctrica y electrónica. El estado es sede de la segunda industria termoeléctrica del país en el municipio de Tula y de la hidroeléctrica de Zimapán. Dentro de la industria de la manufactura, se encuentran las cementeras Cruz Azul, CEMEX y Tolteca en los municipios de Tula de Allende y Huichiapan. El estado de Hidalgo ocupa el primer lugar nacional en la fabricación de cemento y productos de concreto.

Entre las industrias de transformación y manufactureras destacan: la siderúrgica y de fundición (municipio de Tizayuca), la fabricación de maquinaria y de equipos y materiales de transporte (concentrada en Ciudad Sahagún, Tepeapulco y Tenango de Doria); la textil (en Tulancingo, Cuautepec y Tepeji del Río) y de calzado y curtiduría (en Pachuca y Pisaflores). También de las compañías lecheras Alpura, Real de Tizayuca y Santa Clara y de las empresas Totis, Devlyn, las textiles Grypho, Toallas San Marcos y Cobertores San Luis. Es importante la industria química de hule, elaboración de aceite, jabones.

Los productos que integran el sector industrial alimentario en el estado son: café, malta, miel de abeja, mermeladas, salsas, bebidas gasificadas y carbonatadas, sidra, pulque y cerveza, productos para la panificación y aditivos alimenticios, embutidos, frituras y leche y sus derivados tales como: queso, crema, yogur y helado entre otros.

Los distritos mineros de Pachuca-Real del Monte y Zimapán han destacado mundialmente por su producción de plata, y después de varios siglos de producción mantienen aún una gran potencialidad en las reservas argentíferas. Zimapán ha destacado en Hidalgo por su participación activa desde 1630 en la producción de minerales preciosos, como el oro y la plata; actualmente sobresalen en la producción de plomo, cobre y zinc. Del valor de la producción minera estatal, el manganeso representa el 28 %; el zinc 18.7 %; la plata 14.3 %; la caliza 12.9 %; el plomo 7.7 %; y el resto de los minerales como cobre, oro, cadmio, arena, arcilla, calcita, azufre, mármol y diatomita el 18 %.

La entidad ocupa el primer lugar del país en la producción de manganeso, que se realiza en las comunidades de Molango, Jolotla, Xochicoatlán y Malila; tercero en la producción de cadmio, el quinto lugar en zinc, el sexto en oro, plata y cobre; por último, el séptimo en plomo. Cuenta con la infraestructura necesaria para realizar todos los trabajos mineros de extracción y beneficio, pues hay 13 plantas instaladas para procesar diferentes minerales, como son: oro, plata, plomo, cobre, cadmio, zinc y manganeso.

Además, un amplio territorio de superficie está constituido por roca caliza, basaltos y agregados pétreos naturales, cuya explotación ha generado importantes polos de desarrollo industrial con la instalación de empresas productoras de cal, grava, arena, dolomita, caolín, arena sílica, fluorita y fosforita y otros materiales para la construcción. La roca caliza es procesada por grandes plantas cementeras y fábricas de cal. Hidalgo ocupa el segundo lugar nacional en la producción de carbonato de calcio (calcita), el quinto lugar en la producción de azufre y de la producción de caliza.

La minería es la actividad más antigua, con una larga tradición en la entidad y un gran renombre a nivel internacional. No obstante, a pesar de la historia minera del estado, actualmente aporta un bajo porcentaje al PIB estatal. Aún cuenta con ricos depósitos minerales metálicos distribuidos en

las diversas regiones de la entidad. Hay cinco plantas beneficiadoras de minerales metálicos: una en Pachuca, tres en Zimapán y otra en el municipio de Lolotla. Las más importantes son la compañía del Real del Monte y Pachuca, S.A., y la Compañía Minera Autlán.

**Actividad agropecuaria, silvicultura y pesca.** Aporta el 4.9% al PIB estatal, a pesar de ser una de las actividades de mayor presencia en el estado, no es relevante.

En el ámbito territorial, Hidalgo cuenta con una gran diversidad de condiciones agroclimáticas para el desarrollo agrícola: el Valle del Mezquital cubre el 40% de la superficie estatal, los Valles de Apan y Tizayuca, cubren el 33% del territorio, la zona de la Huasteca cubre el 16%, y la Sierra Gorda el 11% de la superficie estatal<sup>17</sup>. El 25% de la superficie agrícola cuenta con riego y el 75% es de temporal, por lo que la productividad depende en gran parte de las condiciones climáticas que prevalecen en el ciclo agrícola.

En la agricultura el cultivo de cereales (maíz, cebada, trigo) es el principal, si bien también se cultiva el frijol, chile, tomate, aguacate y en zonas de la sierra, el plátano y el café. En cuanto a los frutales el principal es la manzana y el durazno. La zona de agricultura más extensa es el Valle del Mezquital, gracias a los sistemas de riego alimentados por el río Tula. La producción de cosechas no tradicionales para la elaboración de productos novedosos como son: preparaciones a base de amaranto, xoconostle y miel de magüey.

La importancia de la ganadería, radica en el gran número de familias que se dedican a esta actividad, principalmente en las zonas de Tizayuca y el Valle de Tulancingo. De la superficie total del estado, el 38 % se dedica a la actividad ganadera, cubriendo con esta actividad alrededor de 800 mil hectáreas. Para la matanza de ganado en el estado se tienen registrados 34 rastros municipales.

Hidalgo cuenta con una amplia tradición borreguera a nivel nacional. El 75 % del inventario de ganado ovino, se concentra en las regiones de Apan, Tulancingo, Pachuca, Tizayuca, Actopan e Ixmiquilpan.

Es un estado con importantes actividades pesqueras y acuícolas; produce anualmente: 3531,3 toneladas con un valor de 52,2 millones de pesos. Las principales especies que se capturan son la mojarra, tilapia, carpa, trucha y charal. Las medidas regulatorias de esta actividad existen, pero no se cuentan con estudios biológico – pesqueros, que den soporte a las medidas vigentes para garantizar la sustentabilidad de las pesquerías. También existen diversas piscifactorías donde se crían principalmente truchas y carpas.

La actividad forestal en el Estado, aportó poco menos del 1% del PIB. La producción forestal maderable en 2009 fue de 110 mil metros cúbicos en rollo, con un valor de 107.5 millones de pesos. El proceso de deforestación

supera a las acciones de reforestación que las diversas dependencias, organizaciones y sector social realizan<sup>17</sup>.

**Servicios.** La distribución de la contribución al PIB por tipo de servicios se presenta en la tabla 1.1. La mayor existencia de los servicios se concentra en las zonas urbanas más pobladas. Esta actividad está relacionada con el movimiento poblacional y sus asentamientos, así como la actividad del sector comercial e industrial.

**Tabla 1.1**

Aporte de los tipos de servicio al PIB estatal.

Tipo de servicio	Aporte al PIB estatal (%)
Educativos	6.9
Financieros, seguros, inmobiliarias	13.7
Transporte, almacenaje y comunicaciones	7.9
Suministro de electricidad, gas y agua	NR
Salud	NR

NR: No reportado

**Comercio.** Dentro de la actividad comercial se incluyen los restaurantes y hoteles que aportan un 10,9% al PIB. La rama más importante por el personal que ocupa, es la de productos alimenticios al por menor: los abarrotes, carnicerías, pollerías y otros que en total se contabilizan 15.807 establecimientos. En segundo lugar, tenemos a las farmacias, mercerías, zapaterías y tiendas de ropa entre otras. En esta rama comercial operan aproximadamente 11.097 unidades económicas y 129.163 personas ocupadas.

En tercer lugar, se encuentra el comercio de alimentos al por mayor: establecimientos distribuidores de frutas, huevos, ultramarinos, bebidas y otros. En esta rama hay cerca de 609 unidades económicas con un personal ocupado de 5.410 personas. Otros de menor importancia son los establecimientos distribuidores de: madera, textiles, insumos de origen agropecuario y otros. El comercio se concentra en los principales centros urbanos como Pachuca, Tulancingo, Actopan, Huejutla y Tula.



## 1.4 Referencias

- 1 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica, 1:1 000 000, serie I.

- 2 Reglamento Interior de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Capítulo IV de las Coordinaciones y Subcoordinaciones Regionales Artículo 26. [http://siicyteh.hidalgo.gob.mx/REPORTS/RCha/mapa\\_hidalgo\\_Investigadores.asp](http://siicyteh.hidalgo.gob.mx/REPORTS/RCha/mapa_hidalgo_Investigadores.asp)
- 3 Diversas cartas de Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:250 000. Carta Topográfica, 1:250 000. INEGI-2007, México.
- 4 CONAGUA. Registro Mensual de Temperatura Media en °C. Inédito.
- 5 López, Sócrates. Elaboración de Mapas de Pobreza para el estado de Hidalgo. Elaboración propia, resultados preliminares. Mimeo. Pachuca, Hgo. 2004.
- 6 López, Pérez Sócrates. Base de datos de Estudios y factibilidad para la elaboración de programas de estudio para la UAEH. Mimeo. México, 2007. Y con base a datos de la Secretaría de Desarrollo Económico, INEGI y Anuario estadístico 2006. Anuario Estadístico. Hidalgo Hoy. 2008. Páginas Web de Gobierno del estado de Hidalgo, base de datos propias.
- 7 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:250 000, serie I. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/ae05/info/hgo/mapas.pdf>
- 8 Datos de población de Hgo: [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/pob\\_princ\\_carac\\_hgo\\_2010.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/pob_princ_carac_hgo_2010.pdf)
- 9 Hidalgo Hoy. Gobierno del estado de Hidalgo-INEGI. México Versión 2007, Versión 2009.
- 10 <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/poblacion/default.aspx?tema=me&e=13>
- 11 Hidalgo. Población Total por municipio y Tasa de Crecimiento Total 2005-2010. [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/Tasa\\_crec\\_2005-2010.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/Tasa_crec_2005-2010.pdf)
- 12 CONSEJO ESTATAL DE POBLACIÓN. Boletín informativo 32/09. [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/boletines/Boletin\\_32\\_09.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/boletines/Boletin_32_09.pdf)
- 13 Indicadores demográficos: [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/ind\\_demo\\_hgo.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/ind_demo_hgo.pdf)
- 14 INEGI-Gobierno del estado de Hidalgo. Hidalgo Hoy. México. Edición 2008. Pág. 92.
- 15 SEDECO. Hidalgo en Cifras, 12 de octubre de 2011: Fuente: [http://sedeco.hidalgo.gob.mx/descargas/Hidalgo\\_en\\_Cifras.pdf](http://sedeco.hidalgo.gob.mx/descargas/Hidalgo_en_Cifras.pdf)
- 16 INEGI. PRODUCTO INTERNO BRUTO DE HIDALGO 2005-2009. COMUNICADO NÚM. 133/11. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2011/Abril/comunica13.pdf>
- 17 INEGI. PIB por Entidad Federativa <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieinti.exe/Consultar>

18 Ibid 13.

19 Plan Estatal de desarrollo 2011-2016. Hidalgo. 2011.

20 Inventario de emisiones de Hidalgo 2002. [www.ine.gob.mx/descargas/calai-re/rt3\\_gob\\_edo\\_hgo.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/calai-re/rt3_gob_edo_hgo.pdf)



# Capítulo 2



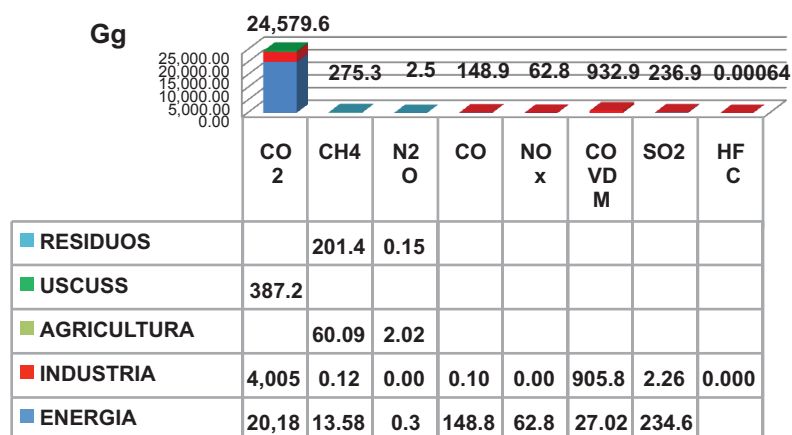
## Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Hidalgo. Año base: 2005

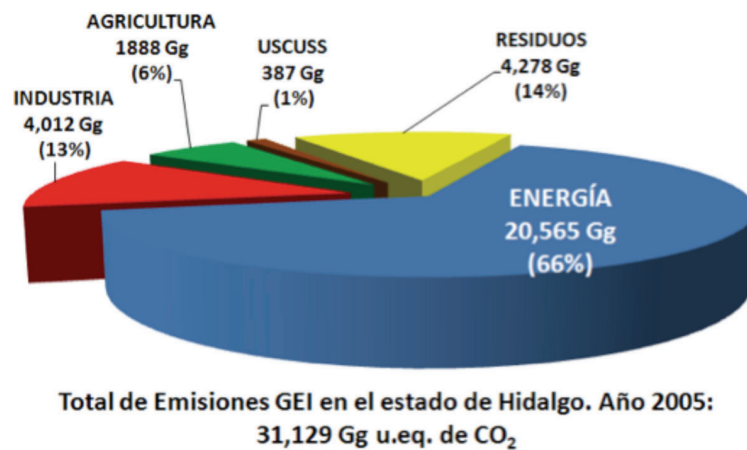


### Resumen

Las emisiones totales del estado ascendieron a 31,129 Gg de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>. Los gráficos siguientes resumen las emisiones por tipo de categoría y de gas emitido.

**Emisiones de cada gas (Gg)**





Las emisiones mayores provienen de la categoría Energía, especialmente de la industria generadora de energía eléctrica.

Palabras clave: Inventario GEI estatal, Hidalgo, 2005



## 2.1 Información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en el contexto nacional: Inventarios nacionales

El potencial de calentamiento atmosférico de los gases reseñados proviene de la captura que ejercen sobre la radiación infrarroja reflejada por la Tierra de la radiación recibida del Sol. El incremento sostenido de las concentraciones de estos gases en la atmósfera desde el inicio de la revolución industrial y, especialmente, la aceleración de las concentraciones en los últimos 50 años, debido a las actividades humanas, es lo que sitúa la limitación y reducción de las emisiones antropogénicas de estos gases como objetivo instrumental para conseguir la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a unos niveles que no impliquen efecto en el calentamiento global atmosférico atribuible a las actividades humanas.

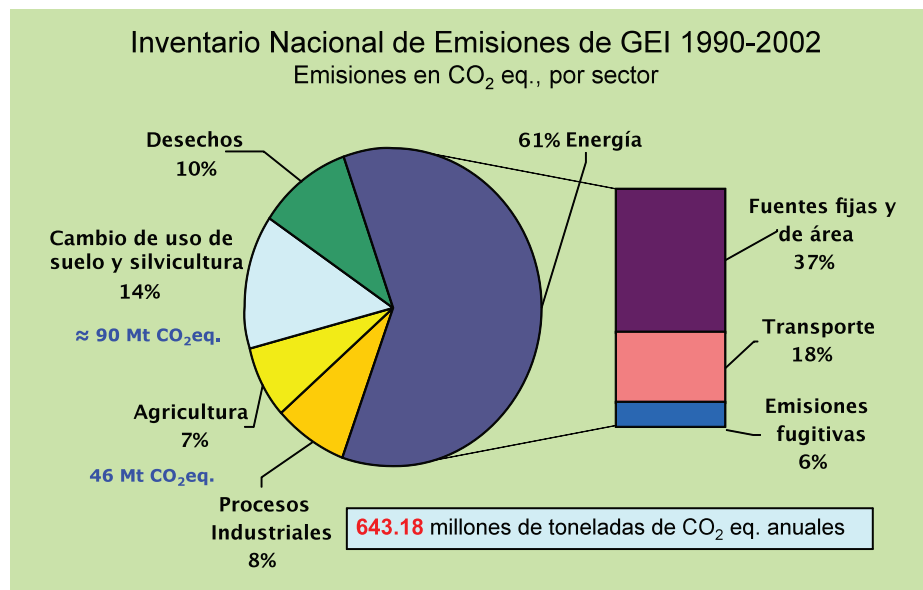
México pertenece al grupo de países firmantes no pertenecientes al Anexo I. Para cumplir el compromiso de la reducción del 8% para el año 2020 por el cuidado del planeta y es necesario aunar esfuerzos entre todos los niveles de gobierno y de todos los mexicanos.

El primer paso para tomar medidas consiste en el diagnóstico de la situación de las emisiones y la detección de las fuentes más importantes. La primera comunicación presentada al IPCC contiene el inventario de GEI del país desde 1990 hasta 2002. De este trabajo surgen las primeras investigaciones acerca de las determinaciones de los factores de emisión de las

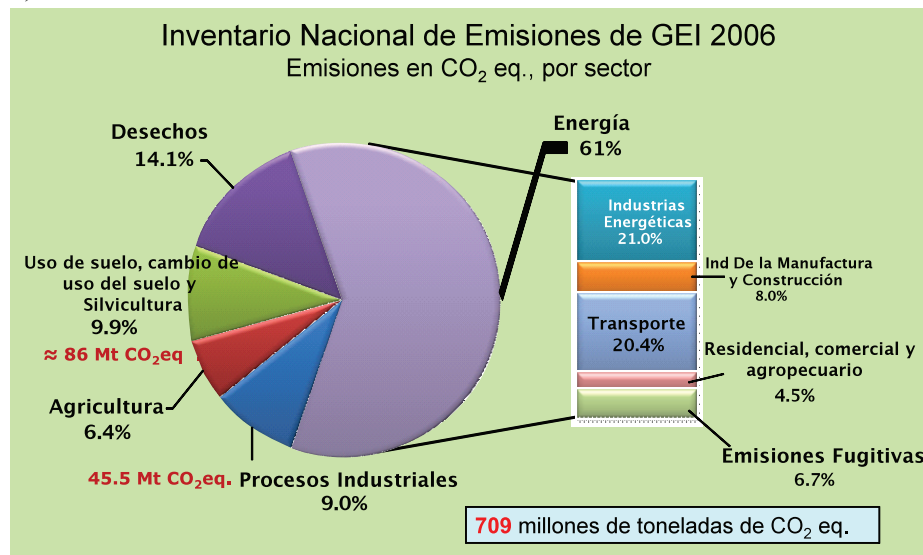
fuentes presentes en el país, en las condiciones nacionales y esto conllevar a la disminución de incertidumbres en los cálculos realizados. Posteriormente se realizó un segundo informe que recoge las emisiones hasta el año 2006 que presentó un mayor nivel de precisión en los estimados.

Los resultados de los informes nacionales se muestran en las figuras 2.1. a y b. En éstas aparecen los totales de emisiones anuales además de las contribuciones por sector. Como es usual, el sector energético es el que más contribuye.

a)



b)



**Figura 2.1**

Emisiones de GEI en México. a) Período 1990-2002 y b) Año 2006.

Fuente: INEGI. 2002<sup>1</sup> y 2006<sup>2</sup>.

Como se observa de ambas figuras, las emisiones tienden a aumentar en todo el país, de 648 millones de toneladas anuales como promedio hasta el 2002 a 709 millones de toneladas en el año 2006. El aumento es lo esperado debido al desarrollo industrial y al crecimiento de la población, sin haber introducido medidas mitigadoras para estas emisiones en los años evaluados.

El sector de mayor emisión es el que corresponde a la categoría energía ya que en ésta se encuentran todas las emisiones debidas a la quema de combustibles. En esta categoría tiene un gran aporte al total de emisiones la industria generadora de energía eléctrica y el transporte, cercanas a un 20% en cada caso. Esta situación es similar es ambos gráficos. El tercer mayor aporte de emisiones a nivel nacional lo constituyen los desechos con un 10% en el periodo hasta el 2002 y un 14% en el 2006, lo cual es debido principalmente al aumento de población y también al fomento del consumismo, que lleva a un desarrollo no sustentable.

El presente trabajo forma parte del próximo informe nacional, el cual se realizará con una mayor precisión, al ser confeccionado considerando las fuentes antropogénicas con más detalle, al nivel de cada estado. Esta actividad conlleva como producto fundamental la formación de recursos humanos en las técnicas de estimación de emisiones GEI, con la participación de la academia.

Si bien se han reportado inventarios de calidad del aire y evaluado indicadores de calidad por emisiones compiladas por el Registro de Emisiones y Traslado de Contaminantes<sup>3</sup>, no ha habido un reporte de todo el estado enfocado a los gases que actúan específicamente en el cambio climático, ni se ha utilizado la metodología normada por el IPCC. El producto de este informe consiste en el primer inventario de GEI del estado de Hidalgo, del cual no se tienen antecedentes.



## 2.2 Descripción de los arreglos institucionales adoptados para la preparación del inventario estatal

### 2.2.1. Foros de encuentro

Curso-taller sobre las bases y metodología para el desarrollo del inventario de emisiones de gases efecto invernadero e identificación de medidas de mitigación (programa estatal de acción ante el cambio climático, 1a etapa).

El 20 de octubre del 2010 a las 9:00 a.m dio inicio el Taller para el PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO dentro de las instalaciones del entonces Consejo Estatal de Ecología (COEDE) en el Parque Ecológico de Cubitos, situado en el municipio de Pachuca de Soto. Este taller fue organizado por el COEDE y la UAEH. Los especialistas del INE impartieron las conferencias durante los tres días del evento.

El objetivo del taller fue promover el fortalecimiento de las capacidades institucionales y de investigación en el Estado de Hidalgo en materia de cambio climático, así como capacitar al grupo técnico de trabajo sobre las bases y metodología para elaborar los informes sobre el impacto de la variabilidad del clima, el inventario de emisiones de gases efecto invernadero en el Estado de Hidalgo, el balance energético estatal y sobre las alternativas de mitigación por sector.

Se contó con la participación de Instituciones estatales y regionales como la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Consejo Estatal de Ecología, Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado, Delegación de la Comisión Nacional del Agua, Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Fortalecimiento y Operación del fondo Ambiental Hidalguense.

Las universidades de la entidad que participaron con la asistencia de profesores y estudiantes fueron: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad de la Huasteca Hidalguense, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital y Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

El taller fue dividido en 3 bloques impartido por tres expertos del Instituto Nacional de Ecología:

**Cambio Climático y Emisiones.** Acerca de los aspectos del proceso de cambios climáticos en el planeta, la planeación de un inventario, el cálculo de emisiones en las categorías de Residuos, Energía y Procesos industriales. El análisis de la información para presentar los informes finales. Este bloque lo impartió el Ing. Luis Alberto Conde Álvarez.

**Uso del Suelo y Agricultura.** Acerca de los temas de cambios de uso del suelo y silvicultura, así como del sector agrícola. Fue impartido por el Ing. Aquileo Guzmán Perdomo.

**Medidas de Mitigación.** Acerca de las acciones varias de mitigación y su medición. Fue impartido por Ing. Israel Laguna Monroy.

### 2.2.2. Grupos de trabajo para la ejecución del inventario

Inventario de gases efecto invernadero en el estado de Hidalgo.

Se crearon grupos de trabajo con la participación de miembros de diversas instituciones. Estos fueron:

- El grupo de Agricultura y Ganadería para tratar aspectos específicos de estos dos subsectores, con el Instituto de Ciencias Básicas

e Ingeniería de la UAEH, la Universidad Tecnológica del Valle de Mezquital y la Universidad Politécnica Francisco I. Madero. Con la asesoría de expertos del INE.

- El grupo de Usos del Suelo y Silvicultura para la mejora de las estimaciones del sector homólogo (Usos de Suelo, Cambios de Usos de Suelo y Silvicultura), con la colaboración de la Secretaría de Desarrollo Agrícola y Desarrollo Rural del Estado (SADER), el Instituto de Ciencias Forestales y Agropecuarias del la UAEH y la colaboración de expertos temáticos del INE.
- El grupo de Industria, Energía y Desechos constituido por académicos y personal del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, con colaboradores de las universidades de UTTT, UTVM, de las Delegaciones de CONAGUA y SEMARNAT, la SEMARNATH, CEAA y la asesoría de expertos del INE.



## 2.3 Breve descripción del proceso de preparación del inventario

### 2.3.1. Estrategias de trabajo:

Para lo anterior, se conformaron los grupos mencionados en el apartado anterior constituidos por académicos de experiencia, asesores, estudiantes y personal contratado. Para cada grupo de trabajo se definió un coordinador perteneciente a diferentes Áreas Académicas de la UAEH y que responde por la confección de su informe parcial. Se integran a estos grupos los estudiantes y profesores de otras universidades estatales con las cuales se realizan trabajos de colaboración científica desde hace algunos años. Estas son: La Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, la Universidad Tecnológica del Valle de Mezquital y la Universidad Politécnica Francisco I. Madero. Estas universidades tienen relaciones con las industrias de sus áreas de influencia y varios de sus profesores son estudiantes del programa de Doctorado en Ciencias Ambientales.

También se integran a estos grupos los funcionarios estatales que participaron en el curso de capacitación y que tienen acceso a información y experiencia en cada tema. Estos pertenecen a las Delegaciones de CONAGUA y SEMARNAT, de la SEMAOT, CEAA y SADER.

La estrategia seguida fue primeramente recabar la información necesaria para el cálculo de emisiones según los formatos y software de hojas de cálculo de la metodología del IPCC. Esta etapa constituyó la de mayor trabajo y dificultades ya que muchos datos o están al acceso público y se requirió de gestiones, oficios y entrevistas para obtenerla de las fuentes confiables.

Posteriormente cada grupo se reunió para el cálculo y revisión final de los datos de actividad en las unidades apropiadas y la selección de los factores de emisión.

La confección de los informes escritos fue designada al coordinador así como el resumen ejecutivo.



## 2.4 Breve descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas

La metodología utilizada correspondió a la revisada por el PICC en 19964. Se siguió la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbre del PICC, lo mismo que los estándares ISO 5966, ISO 690 e ISO 10444 para la elaboración de informes, referencias y clasificación de documentos y partes del ISO 9004 para la prestación de servicios. Varios de los expertos nacionales que contribuyeron a la presente actualización tuvieron una participación activa en la serie de reuniones sobre metodología, buenas prácticas e incertidumbre organizadas por el PICC y por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA, por sus siglas en inglés).

Con el desarrollo de la Internet y la modernización del sector público en México mucha de la información necesaria para la realización del actual inventario fue obtenida directamente de los portales de varias secretarías de Estado y dependencias federales. Un listado de las instituciones y dependencias más importantes se muestran en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

Información requerida a los puntos focales para el año 2005

Institución	Sitio o documento	Información obtenida
Secretaría de Transporte	Sitio web <sup>5</sup>	Numero de automóviles, camiones inscritos en el estado. Diesel y Gasolina Kilómetros de carretera construidos Consumo de combustible en el aeropuerto
Secretaría de Energía	Sitio Web y Página del SIE <sup>6</sup> . Informes y prospectivas energéticas. <sup>789</sup>	Consumo eléctrico Producción de hidroeléctrica Producción de Termoeléctrica Consumo de combustible en termoeléctrica Consumo de gas LP en el estado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricidad y calor</li> <li>• Gas natural</li> <li>• Productos petrolíferos</li> <li>• Carbones</li> <li>• Energías renovables y residuos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— La Energía en México</li> <li>— Otras estadísticas energéticas</li> <li>— IDAE: Cogeneración y biomasa</li> </ul> </li> </ul>

PEMEX	Refinería. Oficios y páginas web <sup>1011121314</sup>	Consumo de combustibles por tipo Producción de combustibles por tipo Importaciones y exportaciones de cada tipo de combustible Almacenaje de combustibles Venta de combustibles por sector en el estado Producciones de petroquímicos
	Oficios	Consumo de Gasolina y Diesel Producción de Gas LP
Secretaría de medio ambiente y recursos naturales del estado	Documentos rectores del estado. <sup>151617</sup>	Datos del sector de COAs estatales Datos de producción de COAs estatales Datos de consumo de combustibles de COAs estatales Datos del parque vehicular con verificación en el estado Tratamiento de residuos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de residuos: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Balance generación/destino de los residuos</li> <li>— Directorios de plantas y estadísticas de tratamiento de residuos:</li> </ul> </li> </ul> Vertederos gestionados (con/sin valorización biogás) Incineradoras de residuos urbanos Incineradoras de residuos industriales Incineradoras de otros residuos Plantas de compostaje de residuos urbanos y de residuos animales
Secretaría de Medio Ambiente y Delegación Hidalgo	Delegación Hidalgo <sup>18</sup>	Registro de RECTs de empresas federales. CD con datos de Producción de empresas federales
Instituto Nacional de Estadísticas y geografía	Delegación Hidalgo <sup>19</sup> Sitio WEB <sup>20</sup>	Anuario estadístico del estado con datos de la proyección de la población Censo de cabezas de ganado
	Dept. de Geografía y Cartografía	Datos de uso de suelo, cambio de uso de suelo, silvicultura y agricultura. Series I, II, III y IV <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas de forestación y tierras agrícolas</li> <li>• Prácticas de gestión de tierras agrícolas (herbáceos y leñosos)</li> <li>• Estadísticas superficies, producciones y rendimientos de cultivos agrícolas</li> <li>• Mapa de cultivos y aprovechamientos</li> </ul>
Secretaría de Agricultura	SIAP (sitio WEB) <sup>21222324</sup>	Superficie cultivada por tipo de cultivo Producción de cada cultivo Inventario forestal Censo de Cabezas de ganado por tipo Peso de cada tipo de ganado Producción lechera y derivados lácteos Producción de carne en canal Producción de peces.



Servicio Geológico Mexicano	Sitio WEB	Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. Edición 2007 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de residuos:</li> <li>• Balance generación/destino de los residuos</li> <li>• Directorios de plantas y estadísticas de tratamiento de residuos:</li> </ul> Vertederos gestionados (con/sin valorización biogás) Incineradoras de residuos urbanos Incineradoras de residuos industriales Incineradoras de otros residuos Plantas de compostaje de residuos urbanos y de residuos animales
Instituto Nacional de Ecología	Base de datos	Datos de producción de empresas federales
Comisión Estatal del Agua	Informes técnicos Programa de desarrollo estatal	Datos de la emisiones y tipo de tratamiento de aguas municipales
Comisión Nacional del Agua	Informes publicados <sup>25</sup>	Datos estadísticos de la región XIII correspondiente a la Cuenca del Valle de México Emisiones de aguas residuales municipales Emisiones de aguas residuales industriales y plantas de tratamiento
Secretaría de Salud		Consumo de Oxido nitroso hospitalario Incineracion de residuos hospitalarios.
Secretaría de Desarrollo Económico y Social	Anuarios estadísticos de producción por entidad federativa <sup>26</sup>	Producciones de Empresas registradas en el estado. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía</li> <li>• Metalurgia no ferrosa</li> <li>• Minería</li> <li>• Metalurgia ferrosa</li> <li>• Materiales de construcción</li> <li>• Industrias varias</li> <li>• Otras industrias químicas</li> <li>• Industria textil</li> </ul>

De todas maneras, es necesario aumentar la transparencia hacia el acceso de los datos de producciones y consumo de combustibles por sectores, de manera que sea posible elaborar estadísticas sobre la actividad productiva, pues existen todavía algunas carencias de información. Se consultaron varios documentos, programas, anuarios estadísticos y prospectivas de varios sectores nacionales y estatales.<sup>27</sup> También se consultaron publicaciones específicas según el tipo de categoría<sup>28</sup>29303132333435363738

El presente trabajo es resultado de la colaboración entre el sector público y la academia.



## 2.5 Breve descripción de las categorías esenciales

Las Categorías esenciales tomadas en cuenta para el inventario del estado de GEI en el estado de Hidalgo fueron las siguientes:

- 1A. Emisiones por quema de combustibles fósiles debidas a:
  - Producción de energía eléctrica.
  - Producción de combustibles secundarios.
  - Industria del Cemento y otros materiales de la construcción, Química, Metalúrgica, Alimentos y Textil.
  - Transporte terrestre y aéreo. Incluye el transporte agrícola.
  - Consumo de combustibles por los sectores residencial, comercial e institucional
- 1B. Emisiones por fugas de combustibles debidas a:
  - Gas natural durante la manipulación y quema
  - Petróleo durante su destilación.
2. Emisiones debidas a los procesos industriales:
  - Producción de cemento y cal.
  - Petroquímica.
  - Industria química y farmacéutica.
  - Fundiciones de metales y aceros.
  - Embotelladora de bebidas y producción de Alimentos.
  - Plantas de asfalto e impermeabilización.
  - Pavimentación de carreteras
3. Emisiones debidas a la actividad Agrícola y Pecuaria
  - Fermentación entérica por la cría de ganado
  - Uso y manejo del estiércol
  - Emisiones del suelo
4. Uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura.
  - Matriz de especies forestales en diferentes años.
5. Residuos
  - Generación de residuos sólidos municipales
  - Aguas residuales y lodos generados por la población
  - Aguas negras en las presas Endhó y Requena
  - Aguas residuales industriales

## 2.6 Inventario de emisiones

### 2.6.1. Totales de GEI emitidos.

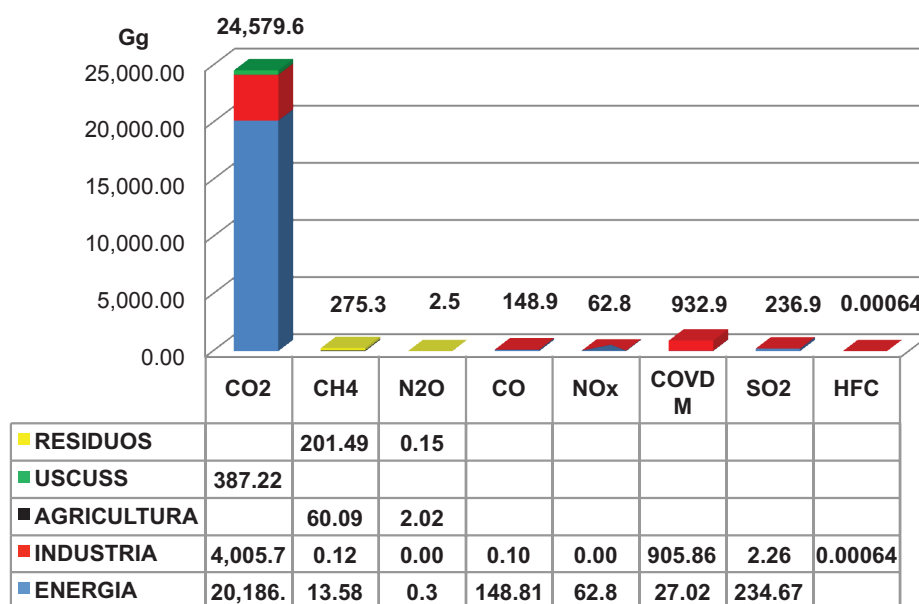
El resumen de los totales de gases emitidos por el estado en el año 2005 se muestra en la tabla 2.2. La figura 2.2 evidencia que el tipo de gas con mayor emisión es el CO<sub>2</sub>, especialmente por parte de la categoría Energía y en menor medida, la categoría de Procesos Industriales.

**Tabla 2.2**

Gases emitidos por el estado de Hidalgo en el año 2005. (Gg).

Gas	Energía	Industria	Agricultura	USCUSS	Desechos	Total
CO <sub>2</sub>	20,186.54	4,005.79		387.22		24,579.55
CH <sub>4</sub>	13.58	0.123	60.09		201.49	275.28
N <sub>2</sub> O	0.3	0	2.02		0.15	2.47
CO	148.81	0.103				148.913
NO <sub>x</sub>	62.8	0.002				62.802
COVDM	27.02	905.859				932.879
SO <sub>2</sub>	234.67	2.262				236.932
HFC		0.00064				0.00064

**Emisiones de cada gas (Gg)**



**Figura 2.2**

Gases emitidos en el año 2005 en el estado de Hidalgo (Gg)

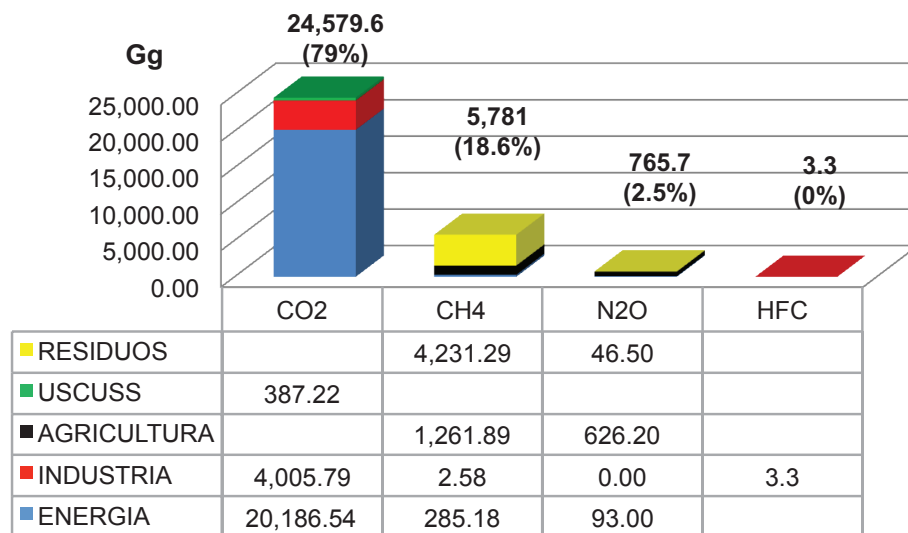
En la emisión de todos los gases GEI se destaca sobresalientemente el CO<sub>2</sub> emitido por la quema de combustibles en la categoría energía con una emisión de 20,186.54 del total de 24,579.55 Gg de este gas que se emiten en todo el estado. En este caso, la fuente de mayor emisión es la termoeléctrica de Tula. Esta categoría también es responsable de la mayor emisión de SO<sub>2</sub>, debido principalmente a la quema de combustóleo de muchas industrias.

La categoría Procesos Industriales ocupa el segundo lugar, no sólo en emisiones de CO<sub>2</sub>, que son debidas principalmente a la fabricación de cemento y cal, actividad sustantiva en el estado. Además de lo anterior, es la categoría que presenta más variedad y cantidad de emisiones de otros gases. Cabe destacar la cantidad total de emisiones de COVDM, calculada en 905.859 Gg, que no puede contabilizarse como unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, pero que se sabe que tienen un efecto mucho mayor que este gas. Esta emisión es debida principalmente a la pavimentación asfáltica y las industrias química y de refinación.

*2.6.1.1. Descripción e interpretación de las emisiones por gases en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>; Fuentes de emisión.*

Los resultados de todas las emisiones por gas y por categoría se observan en las figuras 2.2 y 2.3. Por no poseer el factor de conversión solo se consideran el metano, el oxido nitroso y el Freón 22 (HFC), junto con el CO<sub>2</sub> que es el principal gas emitido. El total de emisiones de estos tres gases compila un total de 31,129 Gg en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>.

**Emisiones en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>**



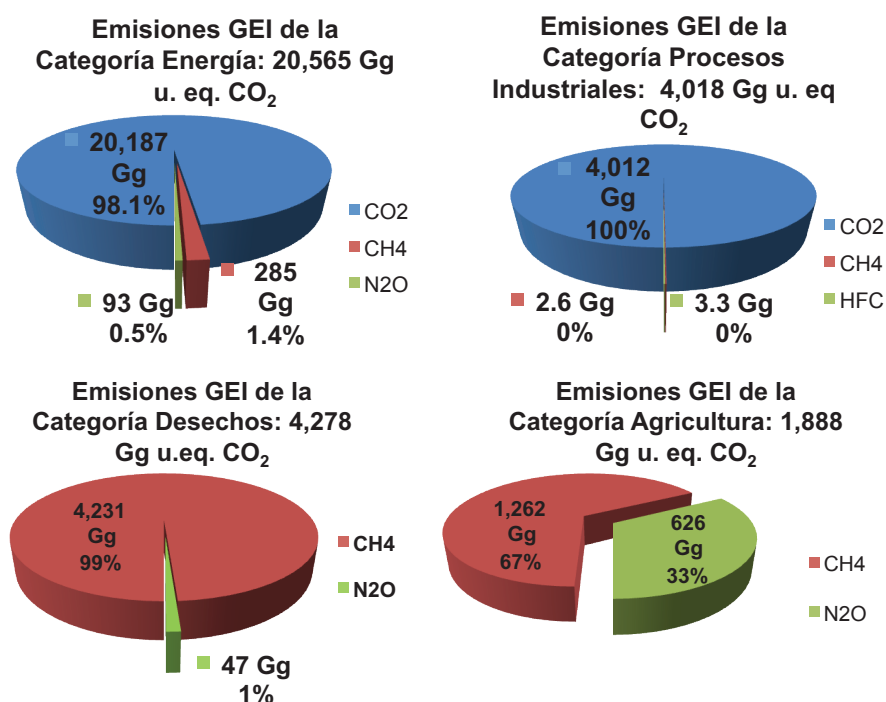
**Figura 2.3**

Distribución por tipo de gas de las emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Estado de Hidalgo en el año 2005 en Gg de unidades Equivalentes de CO<sub>2</sub>

De manera similar a los resultados del inventario nacional, en el estado de Hidalgo también se presenta la categoría Energía como la mayor fuente de emisiones de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, seguida de la categoría Procesos Industriales. La emisión debida al cambio de uso de suelo es pequeña, pero muy lamentable, ya que se evidencia el mal manejo del recurso forestal en el estado a lo largo de estos 20 años. Esta categoría podría ser el único sumidero de CO<sub>2</sub> del estado y el balance final demuestra que por el contrario, emite GEI.

El gas metano es debido principalmente a la categoría de Desechos, por las emisiones importantes de las aguas residuales industriales y los residuos sólidos municipales. En segundo lugar, la categoría Agricultura aporta metano debido a la fermentación entérica del ganado.

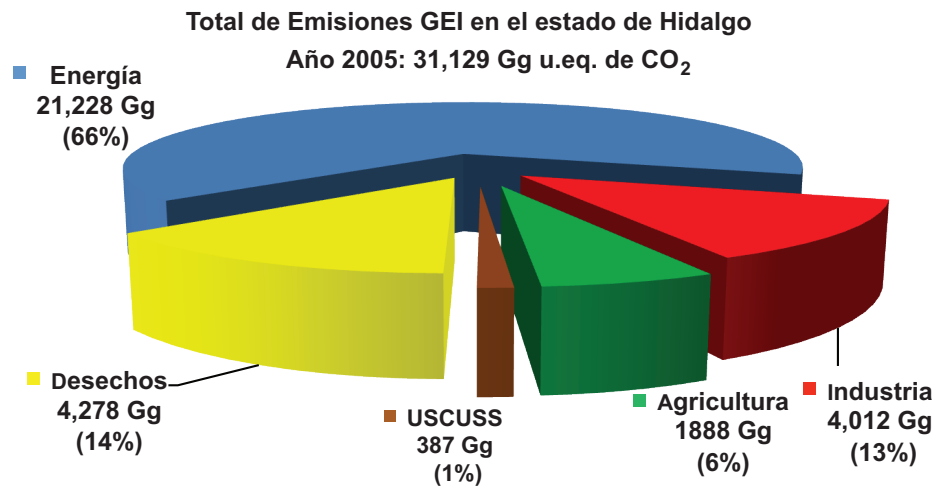
La figura 2.4 muestra los mismos resultados, distribuidos por categorías y expresando el % de contribución de cada gas. Aparece el total de emisiones de cada categoría considerando solamente los gases en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>. En cuanto a la importancia de cada categoría en las emisiones de GEI en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, la figura 2.4 es más ilustrativa. La categoría Energía aporta las dos terceras partes del total de emisiones del estado. Las categorías Procesos Industriales y Desechos tienen un aporte muy similar, si bien el tipo de gas predominante en cada caso es diferente. El metano y óxido nítrico presente en los desechos pueden ser recuperados para posterior utilización y el CO<sub>2</sub> predominante en los procesos industriales no.



**Figura 2.4**  
Emisiones de GEI por cada categoría, en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>. (Gg).  
Nota: La categoría de USCUS emitte solamente CO<sub>2</sub> en una cantidad total de 387 Gg.

## 2.6.2. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por categorías de fuentes y sumideros

La figura 2.5 muestra la contribución de cada categoría a las emisiones totales del estado en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> para el año 2005.



**Figura 2.5**

Distribución por sectores de las emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Estado de Hidalgo en el año 2005 en Gg de unidades Equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Se evidencia la gran contribución de la categoría energía, con un 66% del total de emisiones. La economía y el desarrollo del estado están sustentados principalmente en el uso de combustibles nacionales, derivados de la industria del petróleo. En el estado se encuentran una termoeléctrica y una refinería que abastecen en gran medida las necesidades de la zona centro del país y especialmente la ZMCM.

En la tabla 2.3 se comparan los % de contribución de las categorías del estado y del inventario nacional INEGEI 2006. En ella se observan valores porcentuales cercanos en orden, aunque con ciertas diferencias, en especial con la categoría USCUS. Se demuestra que en cuanto al manejo forestal y de uso de suelo, la emisión de CO<sub>2</sub> en el estado es mucho menor, comparado con el país. Esto es debido a que el estado no presenta un % de zonas áridas tan amplias como en los estados del norte del país. No obstante, existe la zona de bosques templados en la sierra, así como la Huasteca Hidalguense con una alta densidad de vegetación, que ha sido disminuida por el cambio de uso de suelo hacia pastizales por la tendencia hacia la cría ganadera.

Los % de contribución en las categorías Energía y Procesos Industriales también son ligeramente diferentes: el estado presenta valores algo superiores.

**Tabla 2.3**

Contribución en porcentaje por sectores de las emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Estado de Hidalgo en el año 2005 y del informe nacional INEGI del año 2006 basados en los aportes de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Categoría	Estado de Hidalgo 2005	INEGI 2006
Energía	66%	61%
Procesos Industriales	13%	9%
Agricultura	6%	6.4%
USCUS	1%	9.9%
Desechos	14%	14%

En la figura 2.6 se muestran las gráficas de composición de cada una de las categorías del estado, en donde se evidencian los aportes de emisiones de cada fuente. La categoría Agricultura presenta el menor aporte, sin considerar el USCUS que podría haberse comportado como sumidero de CO<sub>2</sub> y no fue así.

En la tabla 2.4 se presentan las fuentes de emisión más importantes, ordenadas por categorías. Esta tabla se construye tomando datos de emisión de cada fuente principal, convertidos en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente. Esta tabla tendrá una mayor utilidad para la toma de decisiones en el PEACC, si bien la mayoría de las emisiones más importantes son federales.

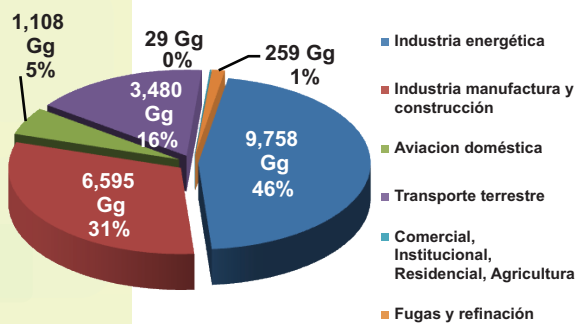
**Tabla 2.4**

Categorías de fuentes de mayor importancia en las emisiones de GEI en el estado de Hidalgo en el año 2005, según los valores calculados en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes (Gg).

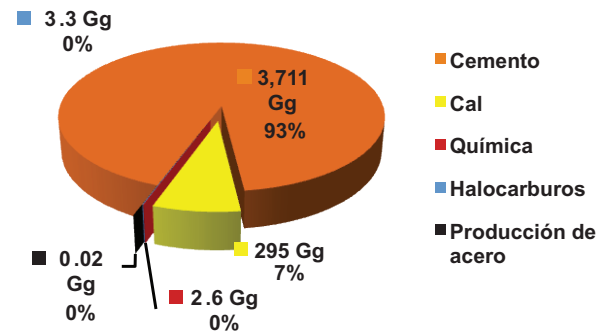
Subcategoría (Categoría)	CO <sub>2</sub> equivalentes	Total Acumulado
Combustibles quemados en la Industria Generadora de Electricidad (Energía)	7465	7465
Producción de Cemento (Procesos Industriales)	3711	11176
Combustibles quemados en la Industria del cemento y la cal (Energía)	3105	14281
Combustibles quemados en la Industria Química (Energía)	3068	17349
Transporte terrestre (Energía)	2751	20100
Aguas residuales industriales (Desechos)	2574	22674
Combustibles quemados en la Industria productora de energéticos (Energía)	2281	24955
Fermentación entérica y manejo del estiércol del ganado (Agricultura)	1262	26217
Transporte aéreo (Energía)	1098	27315
Rellenos sanitarios (Desechos)	962	28277

Emisiones de suelos (Agricultura)	626	28903
Presa Endhó (Desechos)	467	29370
Cambio de uso de suelo (USCUS)	387	29757
Producción de cal (Procesos Industriales)	295	30052
Combustibles quemados en la Industria Minero metalúrgica (Energía)	291	30343
Aguas Municipales (Desechos)	173	30516
Presa Requena (Desechos)	67	30583
Excretas humanas (Desechos)	47	30630
Comercial, residencial, institucional y agricultura	29	30659

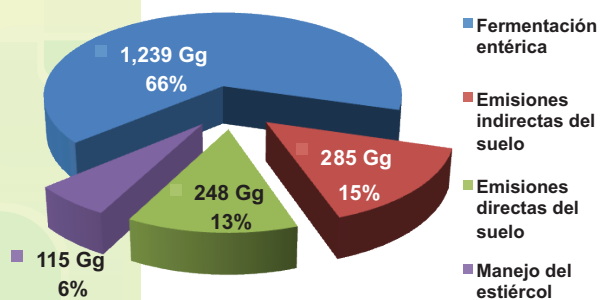
**Fuentes de Emisiones de la Categoría Energía: 21,228 Gg u.eq. CO<sub>2</sub>**



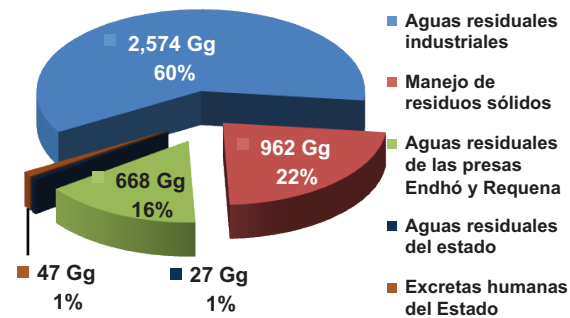
**Fuentes de Emisiones de la Categoría Procesos Industriales: 4,012 Gg u.eq. CO<sub>2</sub>**



**Fuentes de Emisiones de la Categoría Agricultura: 1,888 u. eq. CO<sub>2</sub>**



**Fuentes de Emisiones de la Categoría Desechos: 4,278 Gg u. eq CO<sub>2</sub>**



**Figura 2.6**

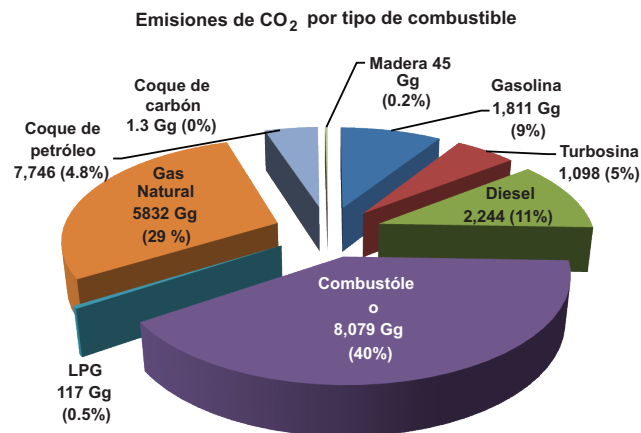
Distribución por sectores y categorías de las emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Estado de Hidalgo en el año 2005 en Gg de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>.



### 2.6.3. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones para los gases de efecto invernadero relacionadas con el uso de combustibles

La figura 2.7 muestra solamente las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a la quema de combustibles dentro de la categoría Energía. Se destaca el uso de combustóleo, utilizado principalmente en las industrias productoras de la energía y la manufactura, junto con la producción de cemento. Estas mismas industrias son altas consumidoras de gas natural. Si se consideran las emisiones de otros gases emitidos por la quema del combustóleo y de coque, es necesario establecer medidas para la sustitución de ambos por gas natural.

La quema de diesel y gasolina son debidas principalmente al transporte terrestre, si bien hay cierto consumo de diesel por parte de la industria de la manufactura. La turbosina es consumida exclusivamente por la aviación doméstica interna del estado. Las emisiones debidas al consumo de gas LP son bajas, y son debidas principalmente al sector residencial, comercial, institucional y agrícola. El uso de la leña se contabiliza solamente para el sector de la manufactura. Sin embargo existe un alto consumo de leña en el estado por parte del sector residencial en las zonas rurales, que por no tener los datos, no aparece contabilizada en el inventario.



**Figura 2.7**

Distribución por combustibles de las emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Estado de Hidalgo en el año 2005 en Gg de CO<sub>2</sub>.

### 2.6.3. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones para los gases de efecto invernadero indirecto y el SO<sub>2</sub>

Los valores totales de cada gas emitido se muestran en la tabla 2.5, según el sector o fuente de emisión, considerando solamente la quema de combustibles y los procesos industriales, ya que son las fuentes reales de estas emisiones.

**Tabla 2.5**Emisiones de GEI que no se calculan en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> en el estado de Hidalgo en el año 2005 (Gg).

	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Industria energética	30.34	2.24	0.70	171.18
Industria manufactura y construcción	11.39	14.58	906.67	29.08
Aviación doméstica	4.65	1.55	0.78	0.21
Transporte terrestre	15.21	128.86	15.51	4.19
Comercial, Institucional residencial	0.03	0.00	0.00	0.01
Agricultura	0.02	0.02	0.00	0.00
Fugas y refinación	0.88	1.32	9.12	18.29
Total	62.53	148.58	932.08	222.96

Se calculan valores altos de algunos de estos gases, en especial del SO<sub>2</sub>, emitido principalmente por a la refinación y procesos de desulfurización del petróleo, la producción de azufre y quema de combustóleo.

Las emisiones de COVDM son debidas principalmente a las emisiones de los procesos industriales, en donde tienen un papel predominante la refinación del petróleo, la elaboración de alimentos y la pavimentación asfáltica.

Las demás emisiones son sustantivas de la quema de combustibles.



## 2.7 Referencias

- 1 INEGEI 2006. Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 2006. INE. México 2006.
- 2 INEGEI 2002. Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2002. INE. México 2002.
- 3 Inventario de emisiones de Hidalgo 2002. [www.ine.gob.mx/descargas/calaire/rt3\\_gob\\_edo\\_hgo.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/calaire/rt3_gob_edo_hgo.pdf)
- 4 Directrices del IPCC de 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Libro de Trabajo (Volumen 2).
- 5
- 6 SIE. <http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController?action=login>
- 7 SENER. Prospectiva del sector eléctrico. 2006
- 8 SENER. Perspectivas de petrolíferos 2010-2025
- 9 SENER. Prospectiva del gas LP 2006
- 10 PEMEX. Anuario de la petroquímica 2005. [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/anuario2005.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/anuario2005.pdf)

- 11 PEMEX. Anuario estadístico 2006. [http://www.ri.pemex.com/files/content/AnuarioEst\\_06\\_refinacion.pdf](http://www.ri.pemex.com/files/content/AnuarioEst_06_refinacion.pdf)
- 12 Conversión de unidades de PEMEX volúmenes y sus densidades: [http://www.pemex.com/files/content/9ML06\\_Metodos.pdf](http://www.pemex.com/files/content/9ML06_Metodos.pdf)
- 13 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SECRE-2003, CALIDAD DEL GAS NATURAL (CANCELA Y SUSTITUYE A LA NOM-001-SECRE-1997, CALIDAD DEL GAS NATURAL). En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-001-SECRE-2003.pdf>
- 14 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL.
- 15 Estado de Hidalgo. 2005. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Hidalgo, artículo 28, 32 y 35.
- 16 Diario Oficial de la Federación : <http://www.inforural.com.mx/IMG/pdf/DOF-SEMARNAT-080711.pdf>
- 17 COAS ESTATALES 2005. Datos de Industria del acero, Aleaciones no ferrosas, cementeras, emparadoras de alimentos elaborados, cerveceras y pulque. Datos de residuos municipales en sitios de disposición final.
- 18 SEMARNAT. SNIARN. Base de datos estadísticos, Módulo de consulta temática, Dimensión ambiental, Mayo 2010.
- 19 INEGI 2006. Anuario estadístico del estado de Hidalgo 2006, cuadro 10.8, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>
- 20 INEGI. [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/conteo/2005/perfiles/Perfil\\_Soc\\_Hgo\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/conteo/2005/perfiles/Perfil_Soc_Hgo_1.pdf)
- 21 Estado de Hidalgo. 2005. Programa Estatal de Energía. 2005-2011.
- 22 SIAP. Carnes en Canal: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=29](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29)
- 23 CONAPESCA/SAGARPA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2005. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=31](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=31)
- 24 SAGARPA-SIAP: Superficie cultivada, sembrada y siniestrada, estado de Hidalgo, 2005. ([http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351))
- 25 CONAGUA 2007. "Estadísticas del Agua de la Región XIII, organismo de cuenca Aguas del Valle de México".
- 26 Estado de Hidalgo. 2005. Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, capítulo 5 artículo 21
- 27 Estado de Hidalgo. 2005. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016. Anuario estadístico PEMEX 2006 (contiene el 2005)

- 28 Arvizu Fernández J. L., Romero Tehuitzil, H., Huacuz Villamar, J. M. 2007. “Estimación de los factores de emisión” Informe Final. IIE/01/14/13404/ INE 03/2007.
  - 29 Arvizu F. J.L. 2008. Actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero 1990-2006 en la categoría de desechos. INE. México D.F 137 pp.
  - 30 Doorn, M.R J., Strait R., Barnard, W. y Eklund B. (1997) Estimate of global greenhouse gas emissions from industrial and domestic waste water treatment, final report, EPA-600/R-97-091 prepared
  - 31 Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización. 1996. McGraw-Hill, New York, Capítulo II, Cuadro 2.2.
  - 32 Montelongo R, Gordillo M.A., Otazo S. E, Villagómez I.J., Acevedo S. O. y G.F. Prieto. 2008. Estudio de (5-18). En: <http://dyna.unalmed.edu.co/ediciones/154/articulos/a01v75n154/a01v75n154.pdf>
  - 33 Garza C, López A. N, Jiménez C B. Instituto de Ingeniería, UNAM. En: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01394e14.pdf>
  - 34 Sotomayor. 1996. Suministro confiable de agua para consumo humano en el distrito de riego 03. Presa Endhó: En: <http://es.scribd.com/doc/2927118/Presa-Endhó>.
  - 35 Mranda Torres. Presa Requena: [http://www.somedicyt.org.mx/congreso\\_2004/carteles/agua/Miranda\\_Torres\\_ext.pdf](http://www.somedicyt.org.mx/congreso_2004/carteles/agua/Miranda_Torres_ext.pdf)
  - 36 Diario Oficial de la federación. 2008. Segunda sección. Poder ejecutivo. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. “Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Xochimilco, Río La Compañía, Tochac-Tecocomulco, Río de las Avenidas de Pachuca, Texcoco, Ciudad de México, Río Cuautitlán, Presa Requena, Presa Endhó, Río Salado, Río Actopan, Río Alfajayucan y Río Tula, mismos que forman parte de la porción de la región hidrológica denominada Valle de México y Río Tula”. Miércoles 5 de noviembre de 2008 En: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Disponibilidades%20Superficiales%20y%20Subterr%C3%A1neas/pdf-disponibilidades%20superficiales/05-nov-08.pdf>
  - 37 Zamora Campos, Eunice et al. Foresta Veracruzana 2007, 9(2), 33-370.
  - 38 López Locia, Miguel; Valencia Manso, Salvador. Madera y Bosques 7(1), 2001: 37-46,
- Vignote Peña, Santiago; Martínez Rojas, Isaac. 2005. Tecnología de la madera. Mundi-Prensa Libros. P.133

# Capítulo 3



## Balance de energía del estado de Hidalgo



### Resumen

El Balance de Energía del Estado de Hidalgo refleja el consumo, transformación y producción de energía que ha realizado la entidad entre los años 2005 y 2010. La producción total de energía primaria en el estado fue de 28.3456 Petajoules (PJ) durante los años 2005 a 2007 y disminuyó hasta 27.6039 PJ (2.6% menor respecto del periodo 2005-2007) en el año 2008, observándose una disminución en el año 2009 hasta 18.3790 PJ (33.41% menor a lo reportado en el 2008), esperando que el valor reportado para el año 2010 repunte y se encuentre cercano a los 28.3189 PJ para el año 2010 (esperando un incremento del 54.08% respecto del 2009).

La producción de energía primaria en el estado de Hidalgo se compuso principalmente de energía hidroeléctrica y leña combustible, correspondiendo un 50.85% a la energía hidroeléctrica y un 49.15% a la leña combustible, entre los años 2005 al 2007. Para el año 2008 la proporción fue de 49.72% de energía hidroeléctrica y 50.28% de leña combustible. En el año 2009 la producción de energía primaria se dividió en 19.96% de energía hidroeléctrica y 80.03% de leña combustible observándose una disminución significativa en la capacidad de producción de energía hidroeléctrica en ese periodo, posiblemente debido a una disminución en la precipitación pluvial en el estado de Hidalgo, lo que implicó una menor capacidad en las presas hidroeléctricas de la entidad, en este caso se consideraron tanto la Presa de la

Central Hidroeléctrica “Ing. Fernando Hiriart” en Zimapán, Hidalgo, como la presa de la Central Hidroeléctrica “Juandho”.

Debido a que el 42.8% de la energía hidroeléctrica de la Región Centro se produce en el estado de Hidalgo, no se espera que esta entidad se encuentre aislada de la caída en la producción hidroeléctrica regional, por lo que se consideró un nivel de disminución proporcional a los niveles de producción de cada estado de la región respecto de la disminución que regionalmente fue reportada. Lo esperado en el año 2010 es un nuevo equilibrio que lleve a una estabilización del 50.29% de energía hidroeléctrica y 49.71% de leña combustible. Lo anterior deberá ser corroborado con los reportes que emita la Secretaría de Energía y cotejado con datos meteorológicos que indiquen una recuperación en los niveles de las presas hidroeléctricas existentes en el estado de Hidalgo.

Debido a las características de la entidad como un estado de transformación y tránsito energético y, debido a la naturaleza termodinámica de los procesos industriales, de refinación y generación eléctrica, el estado de Hidalgo es un consumidor neto de energía primaria para la transformación a otras formas energéticas más aprovechables, como son los combustibles y la energía eléctrica secundaria. Dadas estas condiciones los consumos energéticos para transformación fueron de 860.75 PJ en el año 2005; 916.07 PJ (6.42% mayor con respecto al año 2005) en el año 2006; 738.89 PJ (19.34% menor con respecto al año 2006) en el año 2007; 718.71 PJ (2.73% menor con respecto al año 2007) en el año 2008 y 826.12 PJ en el año 2009 (14.94% mayor con respecto al año 2008); esperándose un reporte de consumo de 867.32 PJ para el año 2010 (4.98% mayor con respecto al año 2009). La mayor parte del consumo energético del estado es atribuido al uso de gas natural proveniente de las estaciones de gasificación ubicadas en Poza Rica, Veracruz. El gas natural constituye el principal insumo energético del estado de Hidalgo y, con este energético, que por primera vez se cuantifica e incluye en un balance energético en el país, es posible realizar la mayor parte de los procesos de transformación a energía secundaria que se siguen en la entidad.

Los datos de producción bruta de energía secundaria reflejan que entre 2005 y 2007 se produjeron 621.48 PJ/año; disminuyendo a 597.15 PJ (2.50% menor que el periodo del 2005 al 2007) en el año 2008 y recuperándose hasta 642.49 PJ (7.05% mayor que en el año 2008) en el año 2009, esperándose un reporte de 621.49 PJ para el año 2010 (3.27% menor que en el año 2009).

El consumo neto de energía en el estado de Hidalgo fue de 608.96 PJ/año del 2005 al 2007; 580.79 PJ (4.62% menor que en el periodo del 2005 al 2007) en el año 2008 y de 664.52 PJ (14.41% mayor que en el año 2008)

en el 2009; esperándose un consumo de 628.15 PJ (5.47% menor que en el año 2009) para el año 2010.

En el ámbito regional que comprende a los estados de México, Tlaxcala, Puebla, Morelos y el Distrito Federal, además del estado de Hidalgo; la entidad participa en el consumo/producción del balance energético total de la región, con un 60.16%/año del 2005 al 2007; 52.30% en el año 2008 y 53.63% en el año 2009. El valor de participación porcentual del estado de Hidalgo, en su contexto regional para el año 2010, aún no es calculado ya que depende del reporte oficial por parte de la Secretaría de Energía, que se haga para la región centro del país.



### 3.1 Introducción

El Balance de Energía del Estado de Hidalgo presenta el resultado de la recopilación y análisis de información proveniente de fuentes oficiales a nivel Federal y Estatal, para su conformación se han recabado datos de Secretaría de Energía (SENER), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de la Federación y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

La importancia del Balance de Energía del Estado de Hidalgo es de recalcar, pues constituye el primer esfuerzo con rigor metodológico por desagregar, sectorizar, organizar y analizar la información energética del estado, logrando con ello determinar, de forma cuantitativa, la situación del estado de Hidalgo en el contexto Regional y Nacional, además de conocer la aporación histórica de la entidad al desarrollo de la zona central del país.

Los niveles de ingreso y las condiciones económicas prevaletentes en el estado de Hidalgo, no reflejan el importante papel con el que la entidad ha participado en el constante crecimiento de la región central de México, principalmente orientado hacia la zona del Valle de México, el Distrito Federal y el área Metropolitana de la Ciudad de México. Históricamente la explotación minera y, ahora, la situación geográfica para el tránsito y la transformación de energéticos, han determinado la vocación de trabajo y producción de esta tierra, por ello, este tipo de estudios ubican en su justa dimensión la importancia de nuestra entidad en el concierto del avance nacional y definen, mediante un uso y manejo adecuado de la información, los aspectos estratégicos que sirvan para orientar la toma de decisiones a nivel gubernamental.

La estructura del presente documento se encuentra organizada en una primera sección dedicada a la descripción del contexto energético del estado



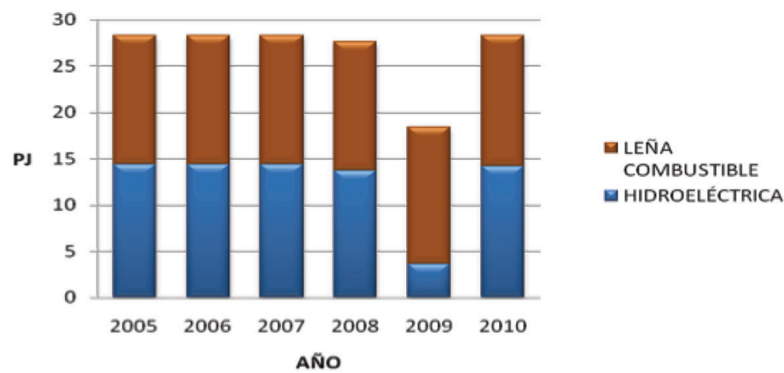
de Hidalgo. La segunda sección reporta alguno de los indicadores energéticos estatales, como son: la intensidad energética, la relación entre el PIB estatal y el consumo energético, además del consumo *per cápita* de energía en el estado. La tercera sección incluye el detalle de la información sobre oferta y demanda de energía, desglosándose en producción, intercambio y consumo, tanto de energía primaria como de energía secundaria. La cuarta sección aporta información de referencia acerca de los precios y tarifas energéticas del año 2009, para todo el país. La quinta sección se conforma de la información fuente para el desarrollo de las demás secciones del documento, ya que incluye las matrices completas con los datos generados para el balance de energía del estado de Hidalgo, además de los diagramas del balance, que permiten realizar un análisis conceptual detallado de la información reportada. En la sexta sección del documento se agregan los reportes desde el año 2005 hasta el año 2009, de los reportes regionales del balance energético nacional, correspondientes a la zona centro del país, donde se ubica en el estado de Hidalgo; esta información se incluye como un marco de referencia para el análisis de la información presentada. Finalmente se agregan los anexos estadístico y metodológico en los que se compilan datos estadísticos relevantes y una descripción metodológica y de conceptos que se utilizan a lo largo de todo el documento.

### Contexto energético estatal

El estado de Hidalgo es uno de los principales proveedores de energéticos de la región centro del país. Su ubicación geográfica lo sitúa entre los centros de explotación de energéticos primarios y orientado hacia los centros de alto consumo energético. Por ello, el estado de Hidalgo tiene un papel primordial para el funcionamiento económico de la región. Los proyectos a futuro tienden a colocarlo como el estado más importante del país en procesos de transformación y tránsito energético, lo que lo hace una entidad con enorme potencial de crecimiento en este sector.

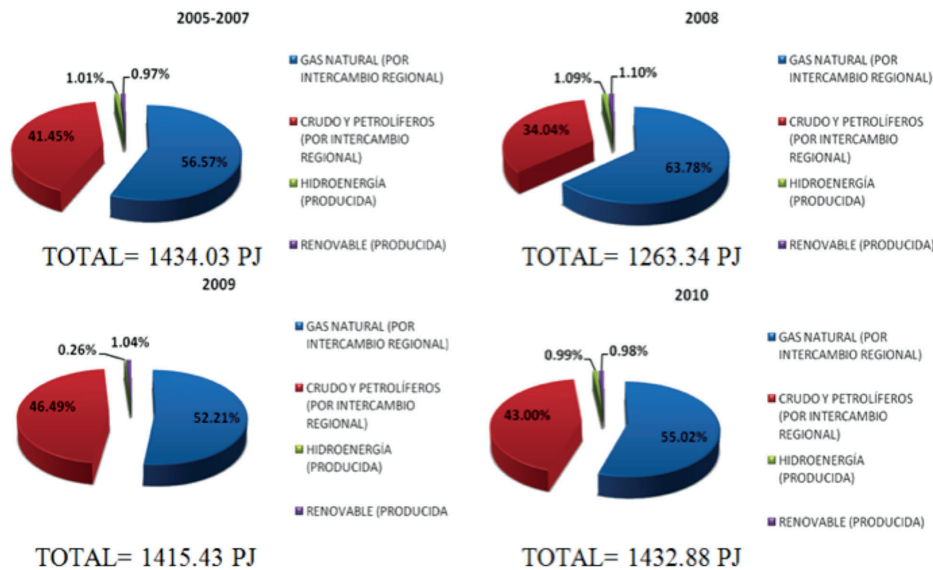
La oferta interna bruta de energéticos primarios en el estado de Hidalgo se basa en un 97% en el intercambio regional de crudo, proveniente de las regiones Sur y Sureste del país y con gas natural, proveniente de la región Noreste del país, específicamente de las plantas de gasificación y procesamiento de Poza Rica, Veracruz. La producción energética primaria del estado de Hidalgo, se sustenta principalmente en la leña combustible y en la energía hidroeléctrica y su producción en el período está representada en la figura 3.1.





**Figura 3.1**

Producción estatal de energía primaria del año 2005 al 2010.



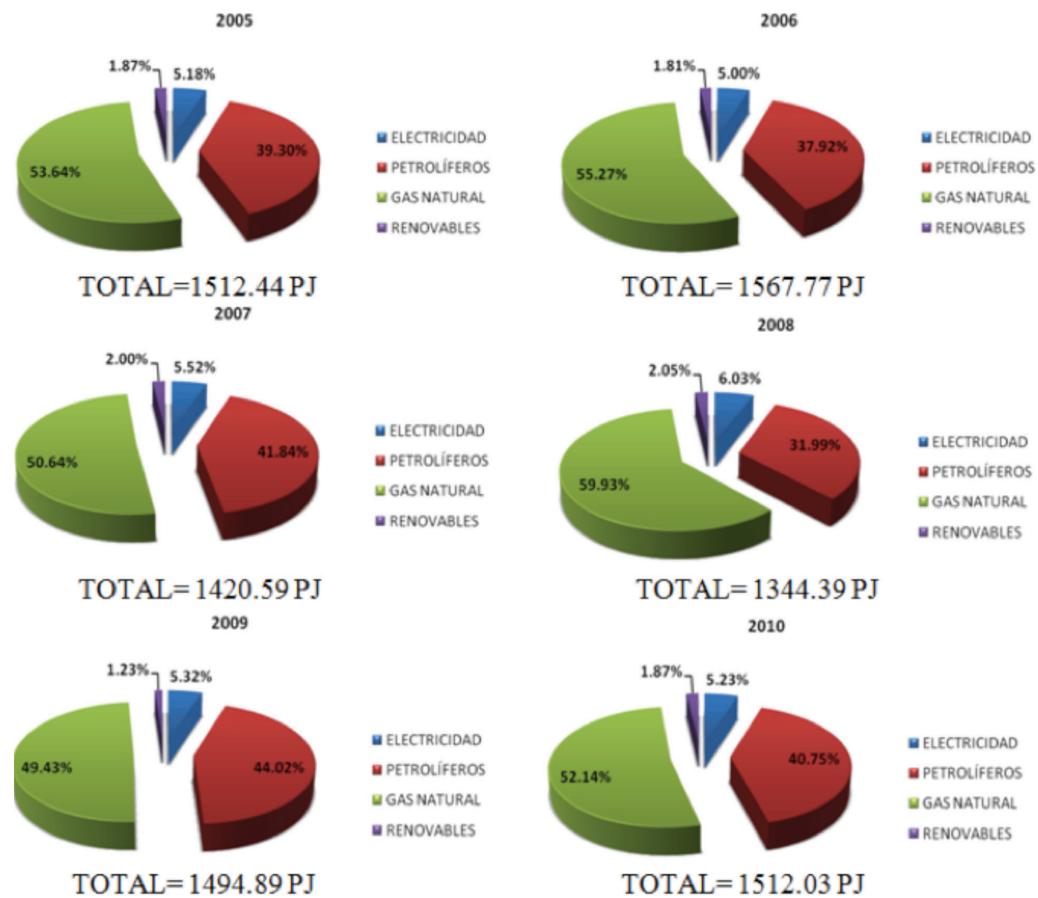
**Figura 3.2**

Oferta interna bruta del estado de Hidalgo del año 2005 al 2010.

La oferta interna bruta de energía primaria del estado de Hidalgo, permite abastecer la industria del estado, así como los centros de transformación energética a productos secundarios que abastecen la región más poblada del país. En este caso la oferta interna bruta de energía primaria no incluye la generación de energía termoeléctrica, ya que es una fuente secundaria, sin embargo, en el consumo total de energía se incluye el uso de energía termoeléctrica, lo que hace un total de consumo superior a la oferta exclusiva de energía primaria. Esta oferta se muestra en la figura 3.2.

El consumo estatal de energéticos se ve incrementado en el proceso de intercambio regional, considerando que existe una porción de la energía hidroeléctrica, proveniente principalmente del estado de Puebla con la Hidroeléctrica de Necaxa, y de energía termoeléctrica que se puede intercambiar y recibir de los estados vecinos a Hidalgo. Por el momento es difícil estimar de forma exacta el consumo total energético del estado de Hidalgo,

sin aislarlo de su contexto regional, ya que su mayor consumo de energéticos primarios va dirigido hacia la transformación para la producción de combustibles que, a su vez, son primordialmente consumidos en la capital del país, lo que hace necesario conocer los balances energéticos estatales de las demás entidades de la región, para así poder desglosar los consumos exactos y específicos de cada estado. El consumo estatal por tipo de energético se muestra en la figura 3.3.

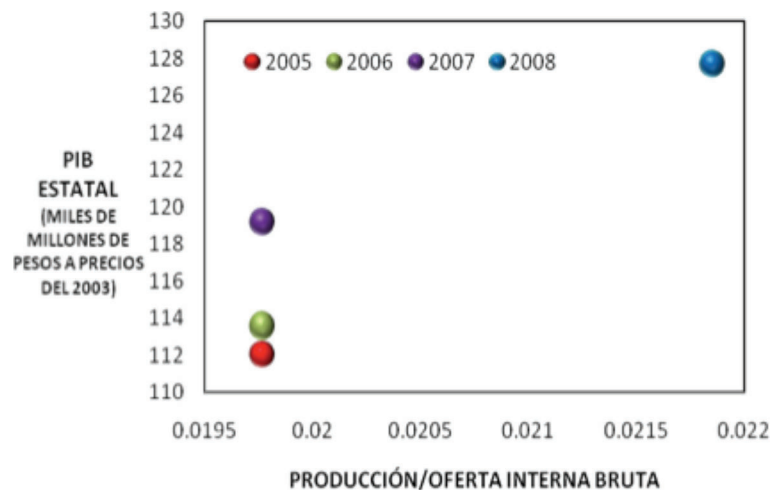


**Figura 3.3**

Consumo estatal de energía por energético del año 2005 al 2010.

Para ubicar la participación del estado de Hidalgo en su contexto regional se elaboró la figura 3.4, en la que se obtuvo la relación entre la producción de energía primaria y la oferta interna bruta.

Los resultados de la evaluación de dicha relación permiten ver la baja productividad energética primaria que existe en el estado de Hidalgo, sin embargo, la oferta interna es bastante alta considerando la entrada de energéticos primarios provenientes de estados que no pertenecen a la misma región de Hidalgo (por ejemplo, Veracruz y Tabasco).



**Figura 3.4**

Indicadores energéticos a nivel estatal del año 2005 al 2008.

El valor tan bajo en la relación entre producción y oferta interna de energía primaria hace evidente la situación como estado de transformación y tránsito energético que guarda el estado de Hidalgo, ya que indica una baja producción energética primaria, pero una alta oferta interna bruta, por la entrada de crudo y gas natural que existe en la entidad. La relación con el PIB estatal nos indica una correspondencia directa con los beneficios económicos en los que deriva esta participación en el sector energético para el estado de Hidalgo.

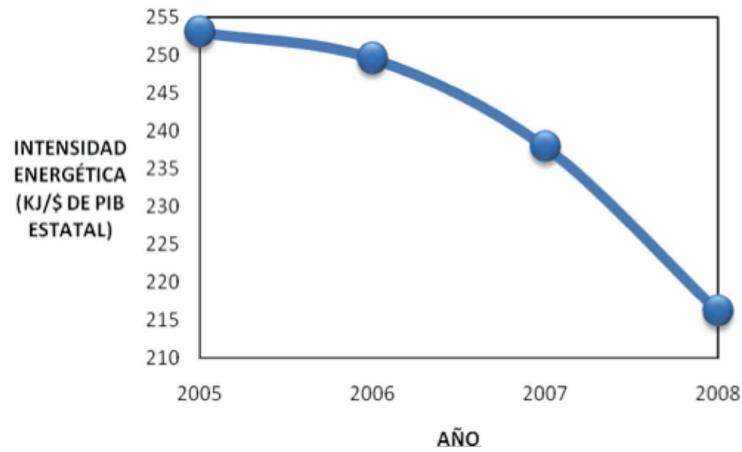
## 3.2 Indicadores estatales

### Intensidad energética

La intensidad energética se define como el valor de energía que se genera por cada peso del Producto Interno Bruto estatal. Así, un valor mayor de intensidad energética significa que en PIB estatal disminuyó o que la cantidad de energía por cada peso del PIB estatal aumentó. Viceversa, un valor menor de intensidad energética indica que el PIB estatal se incrementó o bien que la producción energética disminuyó por cada peso del PIB estatal.

En términos del PIB estatal, una intensidad energética alta, implica mayor productividad y por ende, una mayor actividad económica y una intensidad energética baja indica lo contrario. La tendencia de la intensidad energética en el estado de Hidalgo se muestra en la grafica de la figura 3.5. Se observa que cada vez es más difícil mantener una productividad energética favorable, y esto se puede deber a una baja disponibilidad de energéticos primarios (con menor costo), a una baja eficiencia o a un incremento del PIB

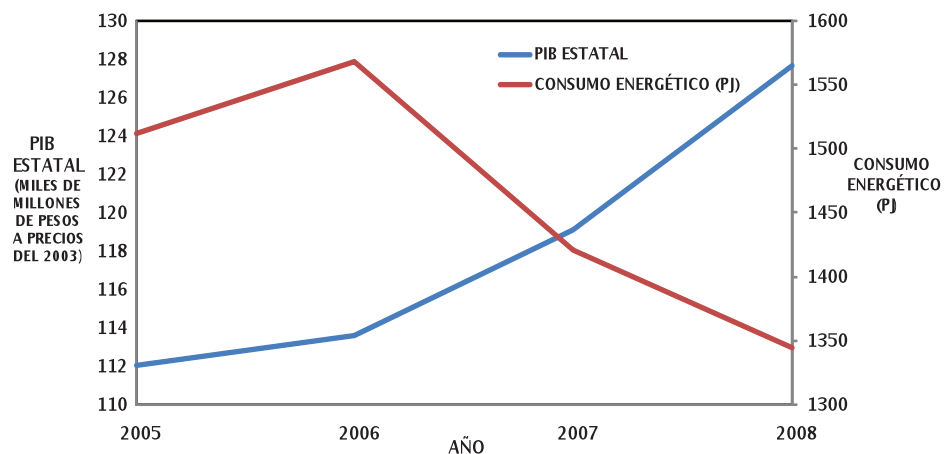
estatal que no se encuentre directamente asociado con un incremento en la actividad del sector energético.



**Figura 3.5**

Intensidad energética (KJ/\$ de PIB producido)

La relación entre el consumo de energía en el estado de Hidalgo y el PIB estatal, hace evidente que el consumo, derivado de los procesos de transformación que se realizan en la entidad, es considerablemente alto, sin embargo, este consumo no refleja un valor similar y directamente asociado con los valores totales del PIB estatal, que ubican al estado de Hidalgo como una de las entidades con un rezago importante en el crecimiento económico. La tendencia de este indicador se relaciona con el crecimiento del PIB estatal hacia el sector de servicios en los últimos años. Mientras, el consumo energético del estado disminuye, lo que puede ser una muestra de la reorientación de las actividades económicas en el estado, con un menor énfasis hacia el sector energético.



**Figura 3.6**

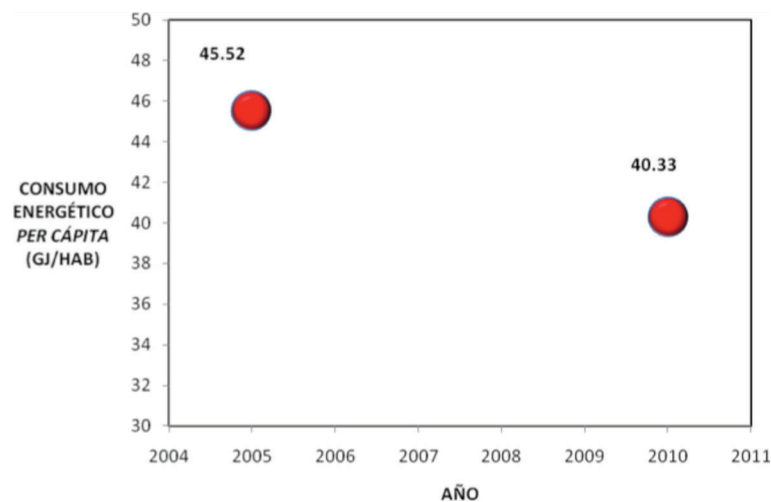
Producto Interno Bruto Estatal vs. Consumo estatal de energía

La figura 3.6 muestra el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) Estatal y del consumo energético en el estado de Hidalgo a lo largo del tiempo. El PIB ha continuado creciendo, a pesar de que el consumo energético en el estado ha disminuido. El crecimiento del PIB es debido entonces, al crecimiento de otros giros que requieren un menor consumo de energía. Por otra parte, sectores industriales como el metalmecánico y el petroquímico han disminuido su producción estatal.

### 3.2.2 Consumo de energía *per cápita*

El consumo *per cápita* de energía solamente pudo ser estimado para los años 2005 y 2010, que son los periodos en los que se cuenta con un censo de población en el estado.

La evaluación de este indicador muestra una clara disminución en el consumo *per cápita*, lo que puede ser un indicativo de un crecimiento poblacional con una misma o menor oferta energética, o bien que existe una mayor eficiencia en el uso de la energía, por parte de la población. Esto se representa en la figura 3.7.



**Figura 3.7**

Consumo de energía *per cápita* (GJ por habitante)

Para mantener la actividad económica del estado, la disponibilidad energética juega un papel preponderante. Sin embargo, una mayor eficiencia en su uso sería un panorama deseable para alcanzar un desarrollo sustentable de la entidad. Por ello, la evaluación continua de este tipo de indicadores energéticos permite conocer el comportamiento de las variables energéticas y poblacionales del estado de Hidalgo, lo que nos lleva a una mejor toma de decisiones a nivel gubernamental.



### 3.3 Oferta y demanda de energía

#### 3.3.1 Producción de energía primaria

La oferta y demanda energética del estado de Hidalgo, se presenta a continuación, dividiéndola entre valores de oferta de energía primaria y secundaria, y los resultados del balance energético para el consumo estatal final, además se muestran los resultados del análisis sectorizado en el consumo energético del estado, cabe resaltar que los resultados son considerados en el contexto regional de intercambio que vive la entidad, por lo que algunos valores incluyen el intercambio regional como una variable importante para la generación y encuadre de los balances.

En el cuadro 3.1 se muestran los valores y datos porcentuales de la generación de energía primaria en el estado. Los datos del año 2009 deberán de ser investigados a futuro, pues no se ha encontrado una explicación ante la disminución de la generación de energía por la hidroeléctrica.

**Cuadro 3.1**

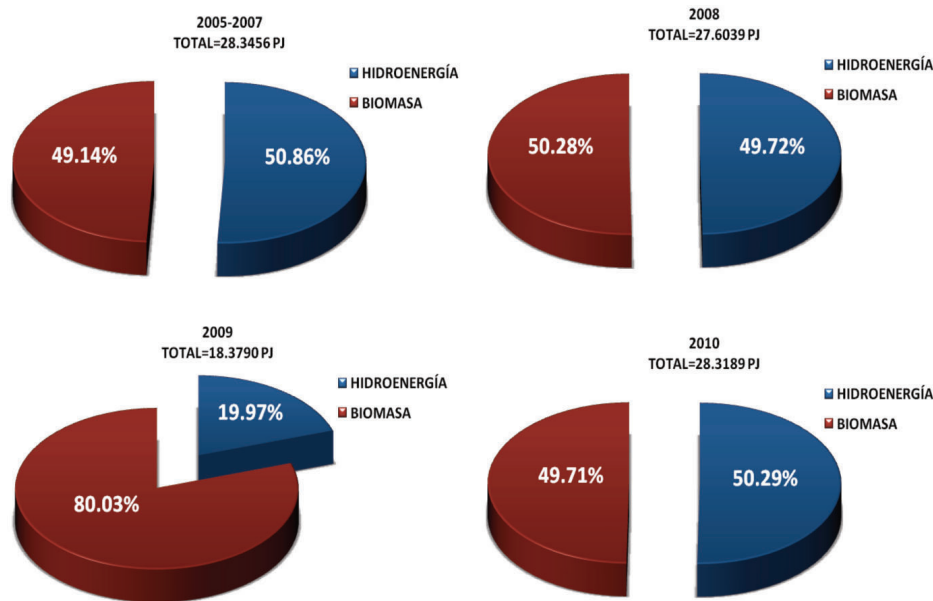
Producción de energía primaria (petajoules)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	28.35	28.35	28.35	27.61	18.38	28.32
Renovables						
Hidroenergía	14.42	14.42	14.42	13.73	3.67	14.24
Leña	13.93	13.93	13.93	13.88	14.71	14.08

	Variación porcentual				
	% 2010/2009	% 2010/2008	% 2010/2007	% 2010/2006	% 2010/2005
Total	+54.08	+2.57	-0.106	-0.106	-0.106
Renovables					
Hidroenergía	+288.01	+3.71	-1.26	-1.26	-1.26
Leña	-4.28	+1.44	+1.08	+1.08	+1.08

	Estructura porcentual					
	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
Total	17.79	17.79	17.79	17.32	11.53	17.77
Renovables						
Hidroenergía	19.25	19.25	19.25	18.33	4.89	19.01
Leña	16.49	16.49	16.49	16.43	17.41	16.67





**Figura 3.8**

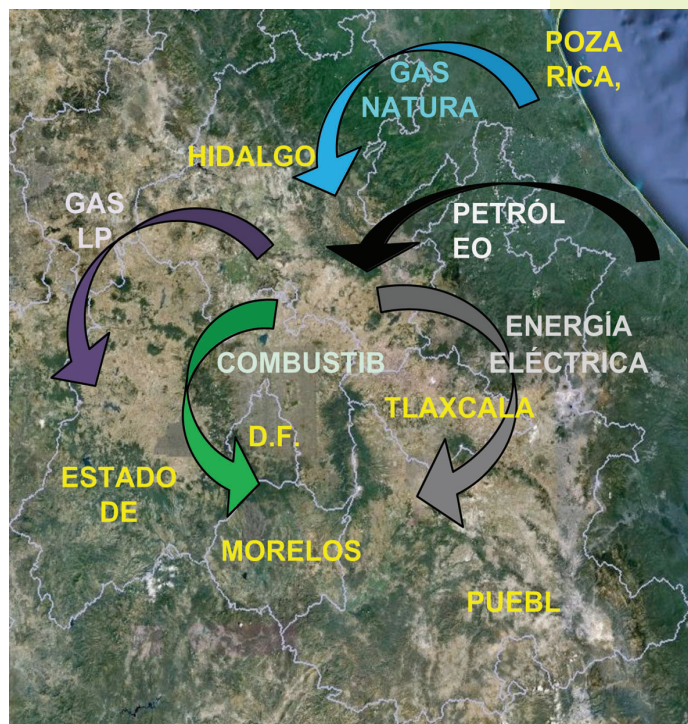
Estructura de la producción de energía primaria estatal, del año 2005 al 2010

### 3.3.2 Intercambio regional de energía primaria

El estado de Hidalgo se encuentra en la región centro del país, incluyendo a los estados de México, Tlaxcala, Puebla, Morelos y el Distrito Federal. La participación del estado de Hidalgo es primordial para el desempeño energético de la región, ya que es la única entidad que cuenta con una refinería para la producción de los combustibles que abastecen la región. En la figura 3.9 representa las interacciones de Hidalgo con los demás estados de la región. La conceptualización indica que Hidalgo recibe energéticos primarios como crudo de petróleo y gas natural y envía energéticos secundarios, como la electricidad, el gas LP y demás combustibles a las entidades que conforman la región centro del país.

**Figura 3.9**

Esquematación conceptual del tránsito energético en el estado de Hidalgo, dentro del contexto regional de la zona Centro de la República Mexicana.



### 3.3.3 Energía primaria a transformación

**Cuadro 3.2**

Insumos de energía primaria en centros de transformación (petajoules)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Variación porcentual					Estructura porcentual						
							% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	2005%	2006%	2007%	2008%	2009%	2010%	
Total	1420.09	1475.42	1328.24	1249.46	1400.72	1418.80	1.29	13.55	6.82	-3.84	-0.09	17.12	17.79	16.02	15.07	16.89	17.11	
Coquizadoras																		
Refinerías y despuntadoras	1405.68	1460.98	1313.80	1235.73	1397.05	1404.56	0.32	41.14	13.25	-5.36	0.84	34.19	35.36	32.25	29.36	34.49	34.33	
Plantas de gas y fraccionadoras																		
Centrales eléctricas	14.42	14.42	14.42	13.72	3.67	14.24	288.09	3.77	-1.20	-1.20	-1.20	19.25	19.25	19.25	18.33	4.90	19.02	

**Cuadro 3.3**

Entrada de energía primaria a centros de transformación por fuente (petajoules)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	1420	1475	1328	1249	1400	1419
Carbón						
Petróleo crudo	594.4	594.4	594.4	430.0	658.1	616.2
Condensados						
Gas natural	811.2	866.6	719.4	805.7	738.9	788.4
Nucleoenergía						
Hidroenergía	14.41	14.41	14.41	13.72	3.67	14.24
Geoenergía						
Energía eólica						

	Variación porcentual				
	% 2010/2009	% 2010/2008	% 2010/2007	% 2010/2006	% 2010/2005
Total	1.29	13.55	6.82	-3.84	-0.09
Carbón					
Petróleo crudo	-6.37	43.29	3.66	3.66	3.66
Condensados					
Gas natural	6.69	-2.15	9.59	-9.02	-2.82
Nucleoenergía					
Hidroenergía	288.09	3.77	-1.20	-1.20	-1.20
Geoenergía					
Energía eólica					

	Estructura porcentual					
	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
Total	17.12	17.79	16.02	15.07	16.89	17.11
Carbón						
Petróleo crudo	17.04	17.04	17.04	12.33	18.87	17.67
Condensados						
Gas natural	17.15	18.32	15.21	17.03	15.62	16.67
Nucleoenergía						
Hidroenergía	19.25	19.25	19.25	18.33	4.90	19.02
Geoenergía						
Energía eólica						



### 3.3.4 Producción bruta de energía secundaria

Los datos de Producción Bruta de Energía secundaria encuadran dentro de los balances regionales de energía, reportados por la SENER y aportan un panorama cuantitativo de la situación energética que guarda la entidad, respecto de la producción de energéticos secundarios, que es su principal actividad en el tema de los hidrocarburos y los productos derivados de la alta participación transformativa del estado de Hidalgo.

**Cuadro 3.4**

Producción bruta de energía secundaria en los centros de transformación (petajoules)

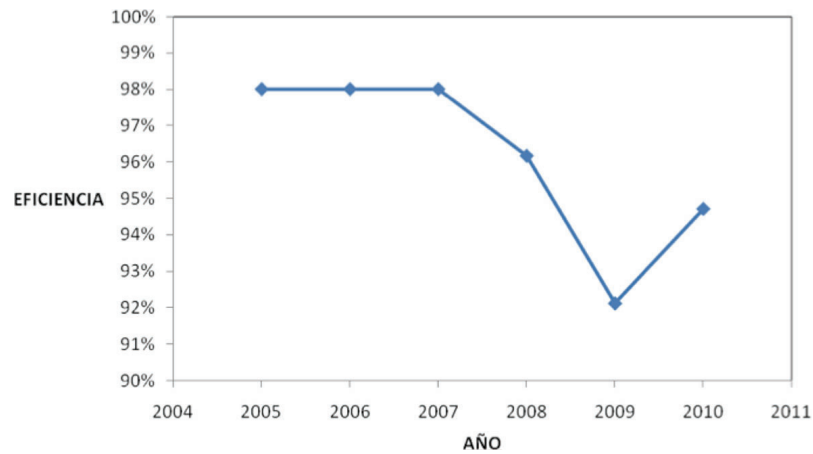
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Producción bruta	621.486	621.486	621.486	597.155	642.49	621.696
Refinerías y despuntadoras	582.63	582.63	582.63	559.64	606.234	583.628
Coque de petróleo						
Gas licuado	10.815	10.815	10.815	13.110	16.010	12.313
Gasolinas y naftas	187.136	187.136	187.136	184.23	200.27	189.182
Querosenos	42.145	42.145	42.145	45.24	44.39	43.213
Diesel	126.298	126.298	126.298	130.30	124.85	126.809
Combustóleo	205.281	205.281	205.281	174.93	205.70	199.295
Productos no energéticos	10.955	10.955	10.955	11.83	13.92	11.723
Gas seco	0.000	0.000	0.000	0.000	1.094	1.094
Electricidad	38.856	38.856	38.856	37.515	36.257	38.068

	Variación porcentual				
	% 2010/2009	% 2010/2008	% 2010/2007	% 2010/2006	% 2010/2005
Producción bruta	-3.24	4.11	0.03	0.03	0.03
Refinerías y despuntadoras	-3.73	4.29	0.17	0.17	0.17
Coque de petróleo					
Gas licuado	-23.09	-6.08	13.85	13.85	13.85
Gasolinas y naftas	-5.54	2.69	1.09	1.09	1.09
Querosenos	-2.65	-4.48	2.53	2.53	2.53
Diesel	1.57	-2.68	0.40	0.40	0.40
Combustóleo	-3.11	13.93	-2.92	-2.92	-2.92
Productos no energéticos	-15.78	-0.90	7.01	7.01	7.01
Gas seco	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Electricidad	4.99	1.47	-2.03	-2.03	-2.03

	Estructura porcentual					
	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
Producción bruta	16.68	16.68	16.68	16.03	17.24	16.69
Refinerías y despuntadoras	16.66	16.66	16.66	16.00	17.33	16.69
Coque de petróleo						
Gas licuado	14.64	14.64	14.64	17.75	21.67	16.67
Gasolinas y naftas	16.49	16.49	16.49	16.23	17.64	16.67
Querosenos	16.25	16.25	16.25	17.45	17.12	16.67
Diesel	16.60	16.60	16.60	17.13	16.41	16.67
Combustóleo	17.17	17.17	17.17	14.63	17.20	16.67
Productos no energéticos	15.57	15.57	15.57	16.82	19.79	16.67
Gas seco	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00
Electricidad	17.01	17.01	17.01	16.42	15.87	16.67

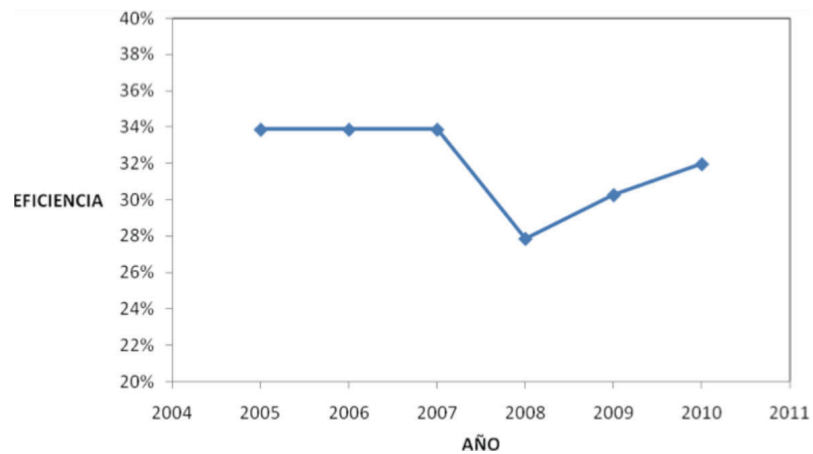
**Figura 3.10**

Eficiencia en refinerías y despuntadoras.



**Figura 3.11**

Eficiencia en las centrales eléctricas



La caída en la eficiencia de las refinerías (figura 3.10) se debió, probablemente, a las variaciones en la producción de crudo y el consumo energético que se tuvo para mantener su operación estable. Dicho aspecto se vio refle-

jado en la importación de combustibles que se reporta en el balance regional publicado por la Secretaría de Energía, para el año en el que se observa la caída en la eficiencia energética de las refinerías.

La caída en la eficiencia que se observa en el año 2008 (figura 3.11) se debe a la disminución de la producción de energía eléctrica secundaria (cercana a un 4% respecto del año anterior) y a un incremento en el consumo de energéticos para la producción de energía eléctrica (cercano al 4% respecto del consumo del año anterior) según los valores determinados en los balances energéticos estatales, respecto de los balances regionales reportados por la Secretaría de Energía. En el año 2009 la producción siguió siendo baja, sin embargo, el consumo reportado en el estado de Hidalgo, disminuyó, por lo que se observa un incremento en la eficiencia. Las razones técnicas exactas por las que dichas variaciones ocurrieron, deberán ser consultadas ante las dependencias correspondientes de la Comisión Federal de Electricidad.

### 3.3.5 Comercio regional de energía secundaria

El principal centro de consumo de energéticos secundarios se encuentra en el Distrito federal, seguido del Estado de México, por lo que el envío de los productos generados se realiza hacia esas dos entidades del país. El estado de Hidalgo recibe energía eléctrica de el estado de Puebla y con ello complementa su abastecimiento energético, tanto para el consumo poblacional como para su funcionamiento industrial, aun cuando la recepción de energéticos secundarios se ve principalmente complementada con Gas LP que recibe de centros de procesamiento de Gas que se encuentran fuera de la región, principalmente ubicados en los estados de Veracruz y Tamaulipas. Cabe resaltar que el rubro de importaciones (que se considera a nivel nacional), en el contexto regional corresponde a intercambio regional, como se señala en cada Cuadro.

**Cuadro 3.5**  
Intercambio regional de energía secundaria (petajoules)

	Variación porcentual (%)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 /2005	2010 /2006	2010 /2007	2010 /2008	2010 /2009
Entradas totales	104.07	104.07	104.07	124.10	139.96	134.54	29.28%	29.28%	29.28%	8.41%	-3.87%
Coque de petróleo	0.000	0.000	0.000	0.000	2.78	2.78	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Gas licuado	11.407	11.407	11.407	12.316	11.897	11.687	2.45%	2.45%	2.45%	-5.11%	-1.77%
Gasolinas y naftas	13.710	13.710	13.710	21.314	15.543	21.363	55.82%	55.82%	55.82%	0.23%	37.44%
Querosenos	0.056	0.056	0.056	0.027	0.083	0.024	-57.14%	-57.14%	-57.14%	-11.11%	-71.08%
Diesel	0.549	0.549	0.549	2.004	1.869	1.003	82.70%	82.70%	82.70%	-49.95%	-46.33%
Combustóleo	5.372	5.372	5.372	5.461	8.922	6.211	15.62%	15.62%	15.62%	13.73%	-30.39%
Productos no energéticos	1.244	1.244	1.244	0.847	3.844	1.685	35.45%	35.45%	35.45%	98.94%	-56.17%
Gas seco					16.925	16.925	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Electricidad	71.734	71.734	71.734	82.133	80.879	75.642	5.45%	5.45%	5.45%	-7.90%	-6.48%
Salidas totales	558.85	558.85	558.85	530.74	587.59	564.47	1.01%	1.01%	1.01%	6.35%	-3.93%
Coque de petróleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gas licuado	10.815	10.815	10.815	13.110	16.010	12.313	13.85%	13.85%	13.85%	-6.08%	-23.09%
Gasolinas y naftas	187.136	187.136	187.136	184.23	200.27	189.18	1.09%	1.09%	1.09%	2.69%	-5.54%
Querosenos	42.145	42.145	42.145	45.24	44.39	43.213	2.53%	2.53%	2.53%	-4.48%	-2.65%
Diesel	126.298	126.298	126.298	130.30	124.85	126.81	0.41%	0.41%	0.41%	-2.68%	1.57%
Combustóleo	143.145	143.145	143.145	108.52	145.40	136.67	-4.52%	-4.52%	-4.52%	25.94%	-6.00%
Productos no energéticos	10.955	10.955	10.955	11.83	13.92	11.723	7.01%	7.01%	7.01%	-0.90%	-15.78%
Gas seco					6.496	6.496	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Electricidad	38.356	38.356	38.356	37.515	36.257	38.068	-0.75%	-0.75%	-0.75%	1.47%	4.99%

**Cuadro 3.6**  
Comercio regional de energía secundaria (petajoules) (continuación)

	Variación porcentual (%)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 /2005	2010 /2006	2010 /2007	2010 /2008	2010 /2009
Saldo neto total	454.778	454.778	454.778	406.643	447.631	429.933	-5.46%	-5.46%	-5.46%	5.73%	-3.95%
Coque de petróleo	0	0	0	0	-2.78	-2.78	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Gas licuado	-0.592	-0.592	-0.592	0.794	4.113	0.626	205.74%	205.74%	205.74%	-21.16%	-84.78%
Gasolinas y naftas	173.426	173.426	173.426	162.916	184.727	167.817	-3.23%	-3.23%	-3.23%	3.01%	-9.15%
Querosenos	42.089	42.089	42.089	45.213	44.307	43.189	2.61%	2.61%	2.61%	-4.48%	-2.52%
Diesel	125.749	125.749	125.749	128.296	122.981	125.807	0.05%	0.05%	0.05%	-1.94%	2.30%
Combustóleo	137.773	137.773	137.773	103.059	136.478	130.459	-5.31%	-5.31%	-5.31%	26.59%	-4.41%
Productos no energéticos	9.711	9.711	9.711	10.983	10.076	10.038	3.37%	3.37%	3.37%	-8.60%	-0.38%
Gas seco	0	0	0	0	-10.429	-10.429	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Electricidad	-33.378	-33.378	-33.378	-44.618	-44.622	-37.574	12.57%	12.57%	12.57%	-15.79%	-15.79%

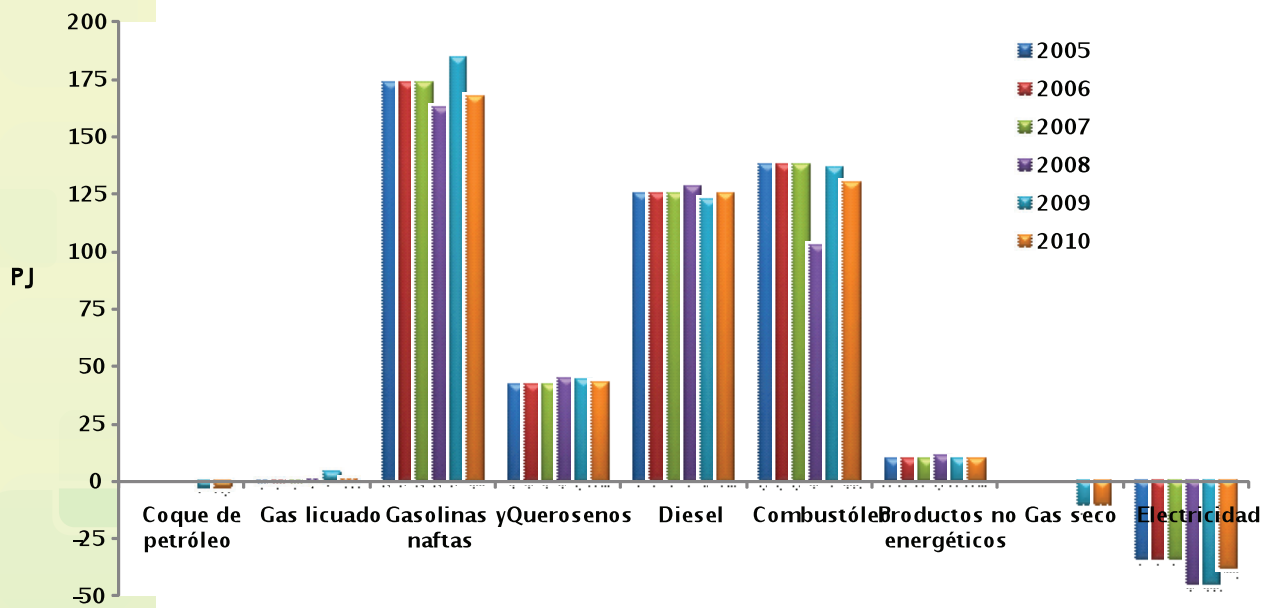
El estado de Hidalgo es el único que cuenta con una planta de refinación para la producción de combustibles que abastecen a la región centro del país, por ello su intercambio regional de energéticos es muy activo y juega un papel relevante en las actividades económicas de la zona central de México.

El saldo neto positivo indica que el estado de Hidalgo envió esas cantidades de energéticos al resto de los estados de la región Centro, mientras que el saldo neto con valor negativo implica que el estado de Hidalgo recibió esas cantidades de energéticos de las correspondientes entidades del país. Ver la figura 3.12.

Como se puede apreciar, en su contexto regional, el estado de Hidalgo es principalmente un proveedor de energéticos secundarios para el resto de las entidades que lo rodean, sin embargo, su dependencia de energéticos primarios, provenientes de estados productores fuera de esta región, es aún considerable e indispensable para mantener los procesos de transformación a energéticos secundarios.

**Figura 3.12**

Saldo neto de la balanza comercial de energía por fuente (petajoules)



### 3.3.6 Oferta interna bruta de energía

**Cuadro 3.7**

Oferta interna bruta total de energía (petajoules)

	Variación porcentual (%)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 /2005	2010 /2006	2010 /2007	2010 /2008	2010 /2009
Total	1527.24	1582.57	1435.38	1376.46	1540.16	1557.73	2.00%	-1.57%	8.52%	13.17%	1.14%
Producción	28.436	28.436	28.436	27.604	18.379	28.319	-0.41%	-0.41%	-0.41%	2.59%	54.08%
De otras fuentes	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Importación	0.000	0.000	0.000	12.77	17.794	7.393	100.00%	100.00%	100.00%	-42.11%	-58.45%
Intercambio regional (entradas)	1499.02	1554.329	1407.14	1336.44	1503.76	1516.05	1.14%	-2.46%	7.74%	13.44%	0.82%
Variación de inventarios	-0.104	-0.104	-0.104	-0.352	0.229	0.386	471.15%	471.15%	471.15%	209.66%	68.56%
No aprovechada	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

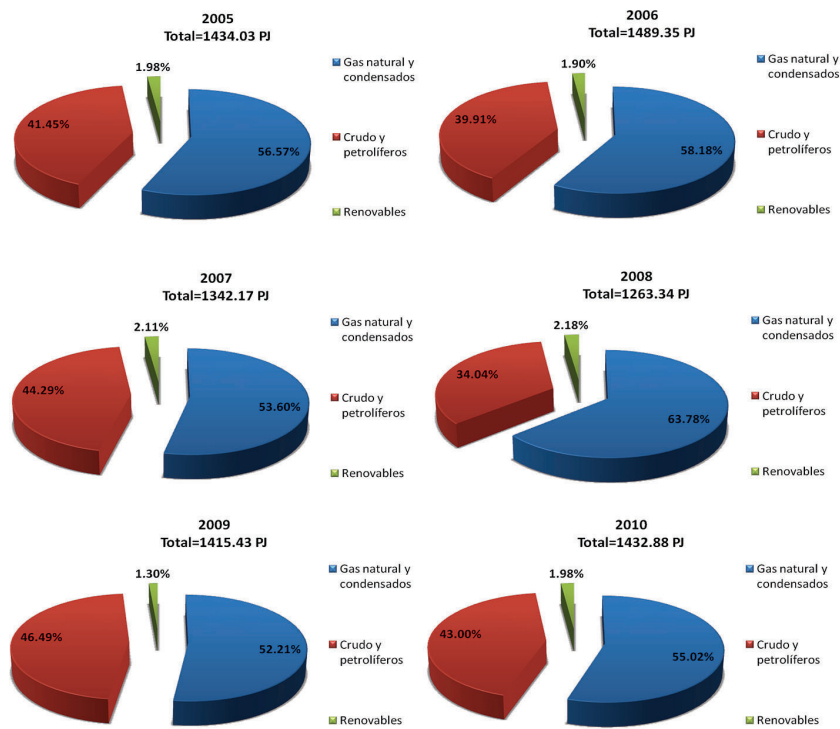
**Cuadro 3.8**

Oferta interna bruta de energía primaria por tipo de energético (petajoules).

	Variación porcentual (%)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 /2005	2010 /2006	2010 /2007	2010 /2008	2010 /2009
Total	1434.026	1489.354	1342.169	1263.341	1415.431	1432.884	-0.08%	-3.79%	6.76%	13.42%	1.23%
Carbón y coque de carbón	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gas natural y condensados	811.24	866.57	719.38	805.707	738.952	788.369	-2.82%	-9.02%	9.59%	-2.15%	6.69%
Crudo y petrolíferos	594.44	594.44	594.44	430.03	658.1	616.196	3.66%	3.66%	3.66%	43.29%	-6.37%
Nucleoenergía	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Renovables	28.346	28.346	28.346	27.604	18.379	28.319	-0.10%	-0.10%	-0.10%	2.59%	54.08%

**Figura 3.13**

Oferta interna bruta por tipo de energético del año 2005 al 2010 (referida al Cuadro 3.8).



El Cuadro 3.7 considera la oferta interna bruta total en el estado de Hidalgo, incluyendo energéticos primarios y secundarios, aun cuando una parte de los energéticos secundarios son producidos en el estado de Hidalgo y posteriormente enviados como intercambio regional a la zona centro del país, mientras que la oferta interna bruta de energéticos primarios (ver Cuadro 3.7) no considera la parte secundaria, sin embargo, es la oferta energética aprovechable para las actividades de transformación de energía de la entidad.

### 3.3.7 Consumo estatal de energía

El consumo estatal de energía, se encuentra incrementado por la actividad de transformación energética que se realiza, sin embargo, el consumo energético de la población es muy pequeño respecto de la entrada energética que se realiza en los centros industriales y de transformación. Los sectores que más consumen son el de Transporte y el Industrial, sin embargo, en el sector transporte se consideró el consumo derivado de la producción directa de combustibles, aun cuando ese consumo todavía se encuentra en el contexto regional.

El consumo final de energía en el estado de Hidalgo, corresponde a la suma de la fuente de energía primaria que no es consumida en la industria estatal (leña combustible) y el consumo de las fuentes de energía secundaria (gas LP, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos y electricidad), sin embargo, el consumo total considera todas las



entradas de energía, tanto las entradas de energía primaria como la energía secundaria generada, lo que conforma la oferta interna bruta total.

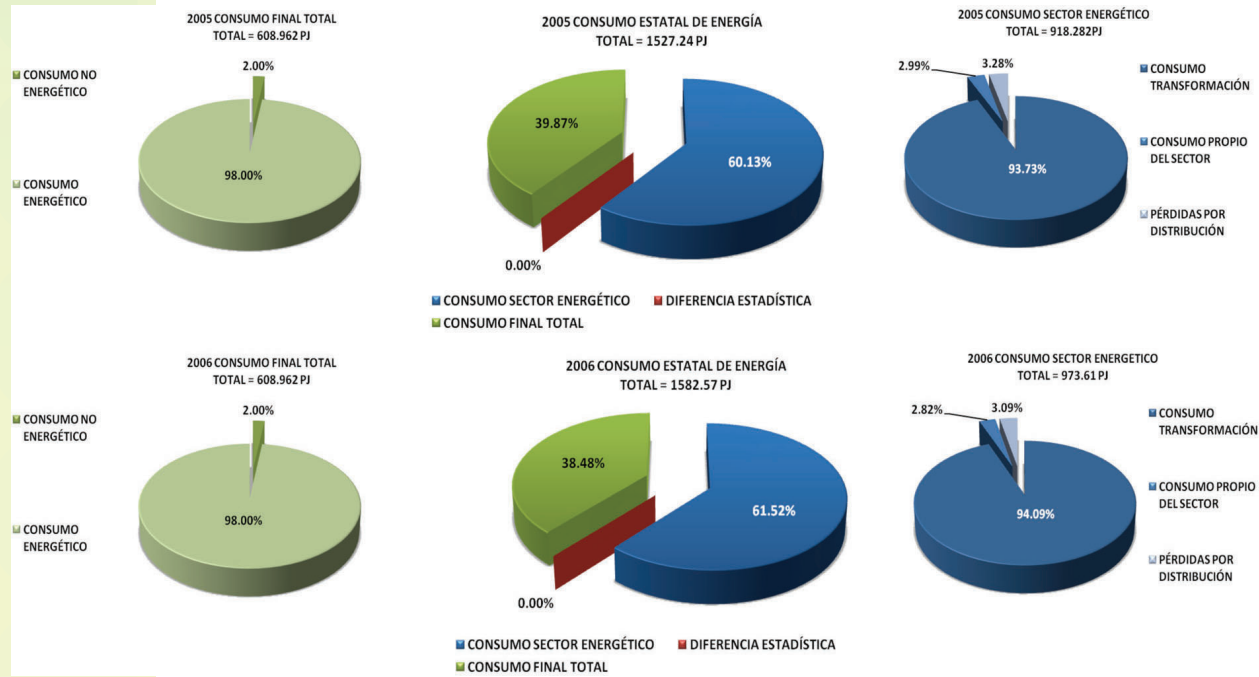
**Cuadro 3.9**

Consumo total estatal de energía (petajoules)

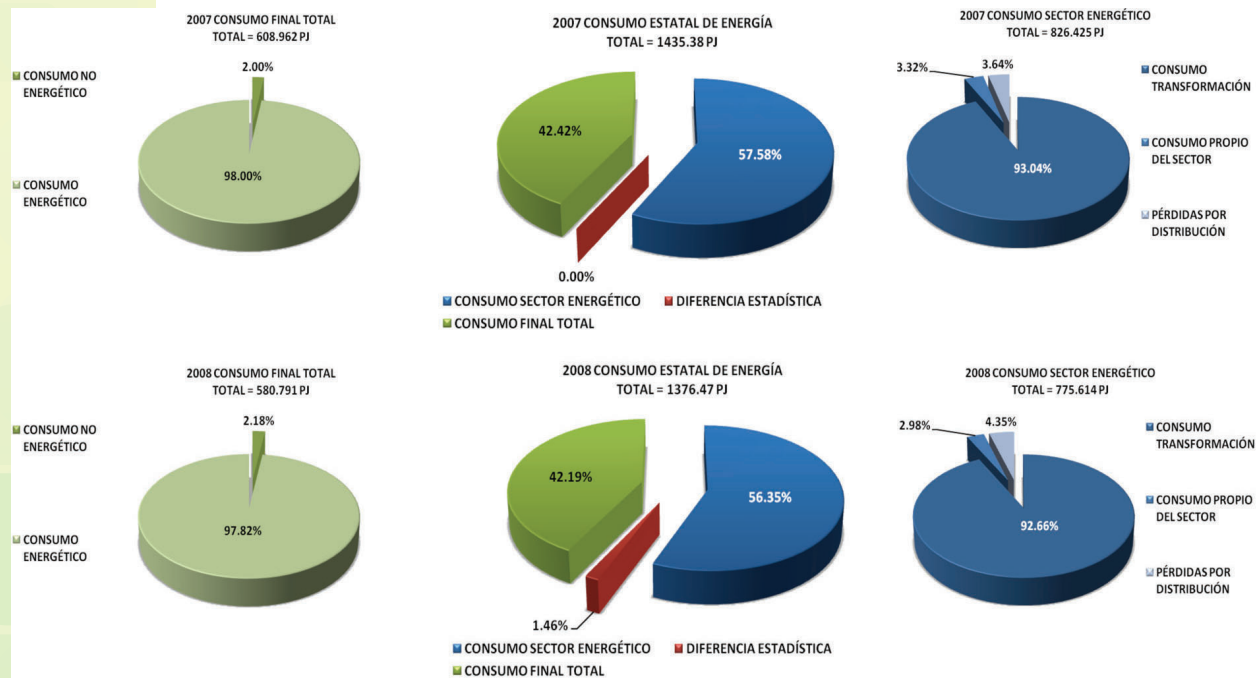
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Consumo estatal	1527.24	1582.57	1435.38	1376.47	1540.16	1557.73
Consumo sector energético	918.282	973.610	826.425	775.614	864.555	923.350
Consumo transformación	860.746	916.074	768.889	718.717	826.122	867.325
Consumo propio del sector	27.421	27.421	27.421	23.142	5.528	24.624
Pérdidas por distribución	30.115	30.115	30.115	33.755	32.905	31.401
Recirculaciones	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diferencia estadística	0.001	0.001	0.001	20.063	11.088	6.230
Consumo final total	608.962	608.962	608.962	580.791	664.531	628.156
Consumo no energético	12.199	12.199	12.199	12.677	9.664	11.788
Consumo energético	596.763	596.763	596.763	568.114	654.867	616.368

	Variación porcentual				
	% 2010/2009	% 2010/2008	% 2010/2007	% 2010/2006	% 2010/2005
Consumo estatal	1.14	13.17	8.52	-1.57	2.00
Consumo sector energético	6.80	19.05	11.73	-5.16	0.55
Consumo transformación	4.99	20.68	12.80	-5.32	0.76
Consumo propio del sector	345.44	6.40	-10.20	-10.20	-10.20
Pérdidas por distribución	-4.57	-6.97	4.27	4.27	4.27
Recirculaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diferencia estadística	-43.81	-68.95	100.00	100.00	100.00
Consumo final total	-5.47	8.16	3.15	3.15	3.15
Consumo no energético	21.98	-7.01	-3.37	-3.37	-3.37
Consumo energético	-5.88	8.49	3.29	3.29	3.29

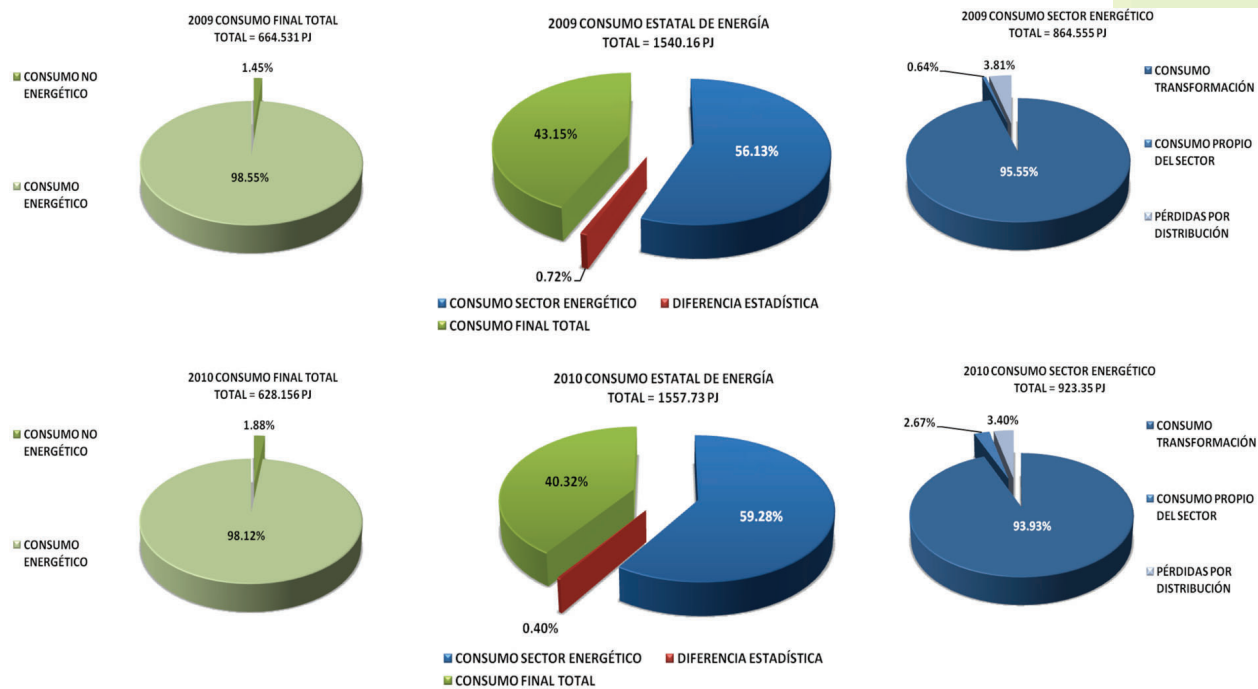
	Estructura porcentual					
	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
Consumo estatal	16.93	17.55	15.91	15.26	17.08	17.27
Consumo sector energético	17.39	18.43	15.65	14.68	16.37	17.48
Consumo transformación	17.36	18.48	15.51	14.50	16.66	17.49
Consumo propio del sector	20.23	20.23	20.23	17.07	4.08	18.17
Pérdidas por distribución	15.98	15.98	15.98	17.92	17.46	16.67
Recirculaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diferencia estadística	0.00	0.00	0.00	53.67	29.66	16.66
Consumo final total	16.46	16.46	16.46	15.70	17.96	16.98
Consumo no energético	17.25	17.25	17.25	17.92	13.66	16.67
Consumo energético	16.44	16.44	16.44	15.65	18.04	16.98



**Figura 3.14**  
Consumo estatal de energía del año 2005 y 2006 (petajoules)



**Figura 3.15**  
Consumo estatal de energía del año 2007 y 2008 (petajoules)



**Figura 3.16**

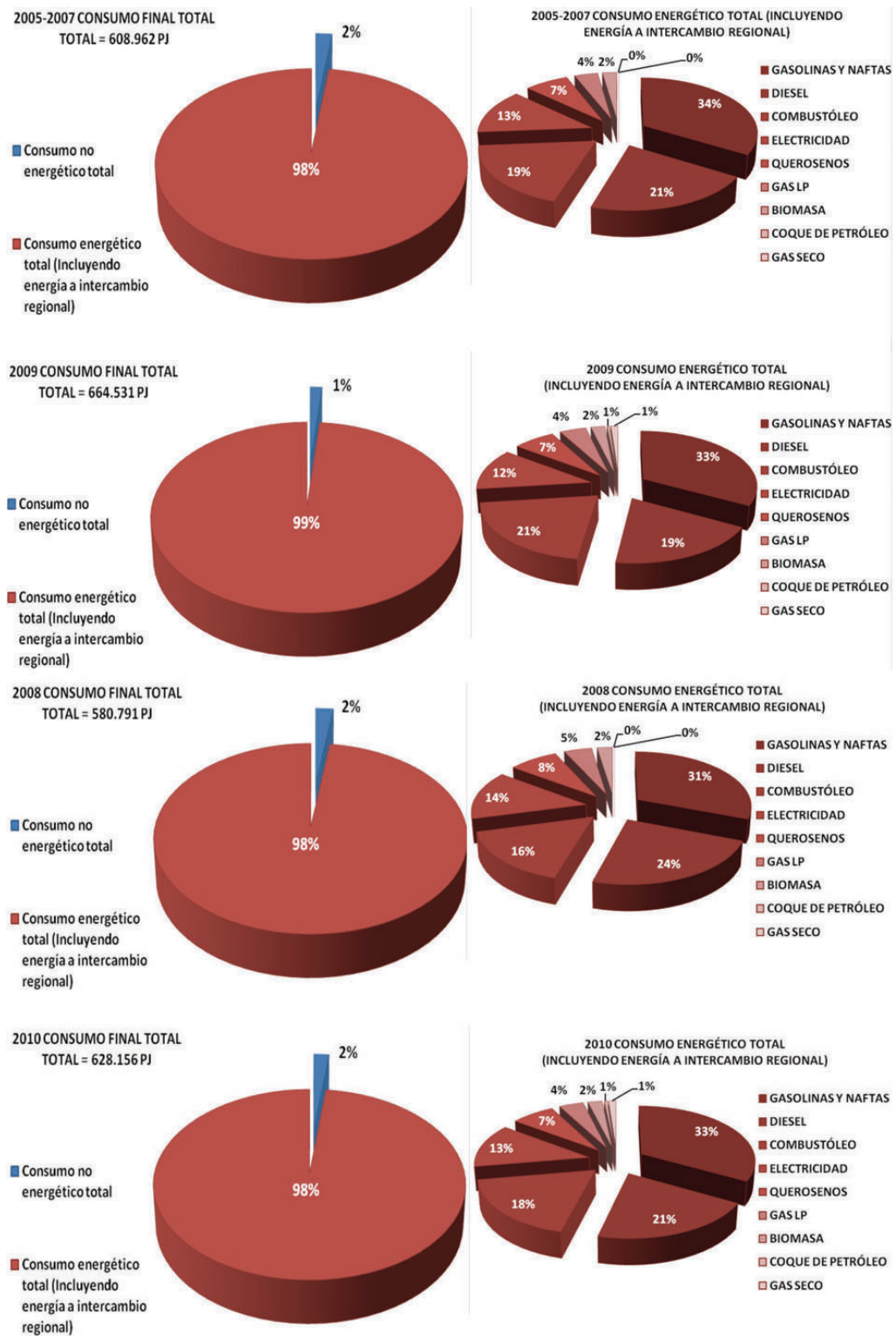
Consumo estatal de energía del año 2009 y 2010 (petajoules)

### 3.3.8 Consumo final de energía

El consumo final total de energía en el estado de Hidalgo, se encuentra estimado en términos de los valores requeridos para mantener la actividad de tránsito y transformación energética, dentro de un contexto regional, por lo que encuadran perfectamente dentro del balance de energía del estado de Hidalgo y se mantienen dentro de lo reportado para los balances regionales para la zona centro, por parte de la SENER, sin embargo, para obtener en mayor detalle el consumo específico del estado, es necesario contar con la información desagregada de los balances energéticos de los demás estados de la región, lo que permitiría establecer de forma precisa el consumo correspondiente sólo al estado de Hidalgo.

**Cuadro 3.10**  
Consumo final de energía (petajoules)

							Variación porcentual					Estructura porcentual					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010
Consumo final total	608.962	608.962	608.962	580.791	664.531	628.156	-5.47	8.16	3.15	3.15	3.15	16.46	16.46	16.46	15.70	17.96	16.9
Consumo no energético total	12.199	12.199	12.199	12.677	9.664	11.788	21.98	-7.01	-3.37	-3.37	-3.37	17.25	17.25	17.25	17.92	13.66	16.6
Petroquímica de Pemex	12.199	12.199	12.199	12.677	9.664	11.788	21.98	-7.01	-3.37	-3.37	-3.37	17.25	17.25	17.25	17.92	13.66	16.6
Otras ramas	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo energético total (incluyendo energía a intercambio regional)	596.763	596.763	596.763	568.114	654.867	616.368	-5.88	8.49	3.29	3.29	3.29	16.44	16.44	16.44	15.65	18.04	16.9
Transporte	341.47593	341.47593	341.47593	25.16149	358.86023	47.40683	-3.19	6.84	1.74	1.74	1.74	16.61	16.61	16.61	15.82	17.46	16.9
Industria	167.68184	167.68184	167.68184	50.28478	202.56711	179.19446	-11.54	19.24	6.87	6.87	6.87	16.20	16.20	16.20	14.52	19.57	17.3
Residencial, comercial y público	2583083	2583083	2583083	66.87355	9.03583	5.137077	-5.65	-2.60	2.97	2.97	2.97	16.19	16.19	16.19	17.11	17.66	16.6
Agropecuario	4.345818	4.345818	4.345818	5.79312	4.40275	4.630545	0.93	-4.51	1.17	1.17	1.17	16.47	16.47	16.47	17.44	16.50	16.6



**Figura 3.17**  
Estructura del consumo final total por tipo de energético del año 2005 al 2010

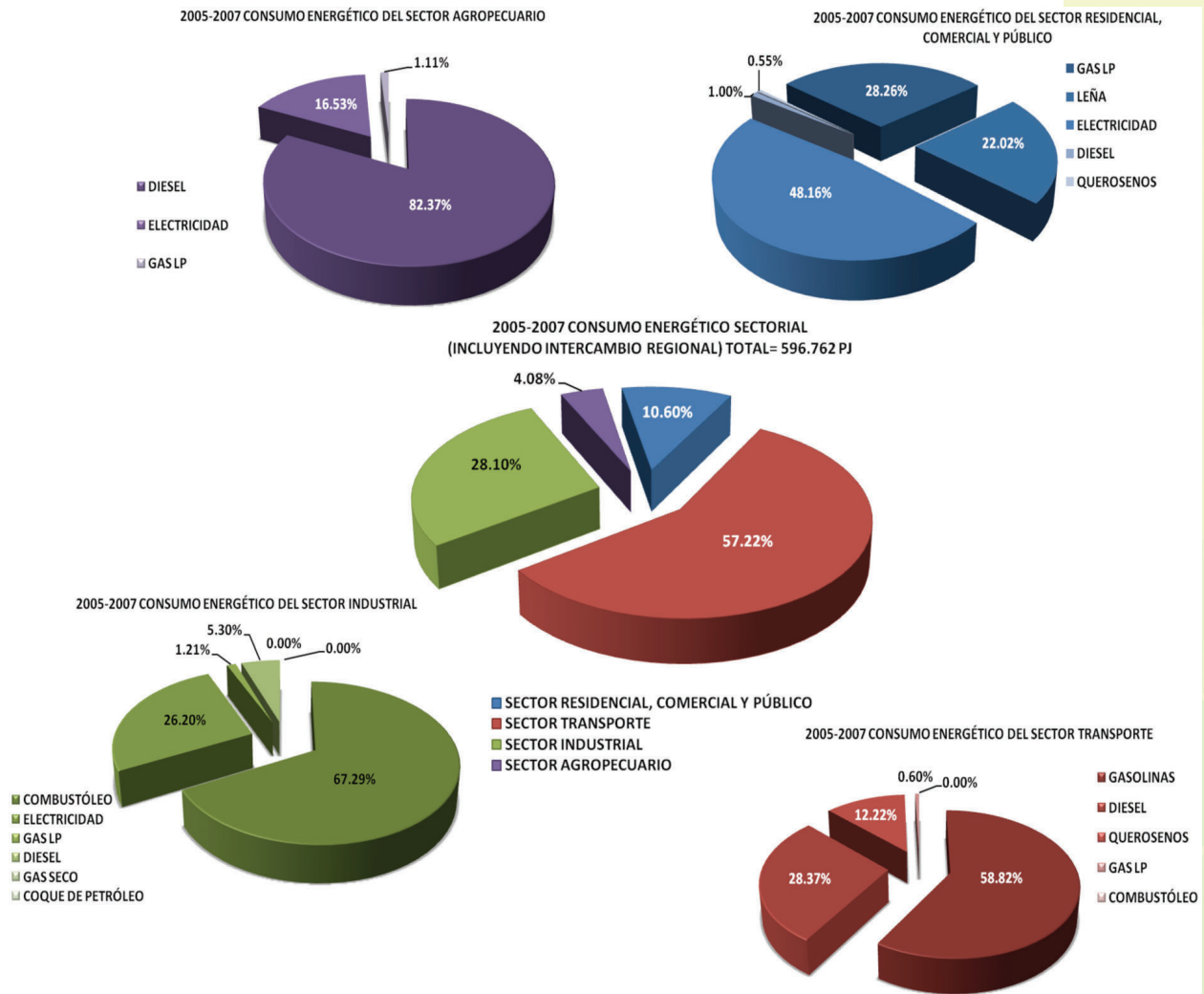
### 3.3.9 Consumo final energético por sectores

El Balance de energía sectorizado es una aportación relevante del presente estudio, sin embargo, es necesario determinar métodos de encuesta para lograr un análisis de mayor detalle y contraste con otras fuentes de información, además de que aportaría los datos de forma directa de las instancias involucradas y permitiría el establecimiento de una red de información energética estatal que apoyaría la toma de decisiones en este sector de tanta importancia en la entidad.

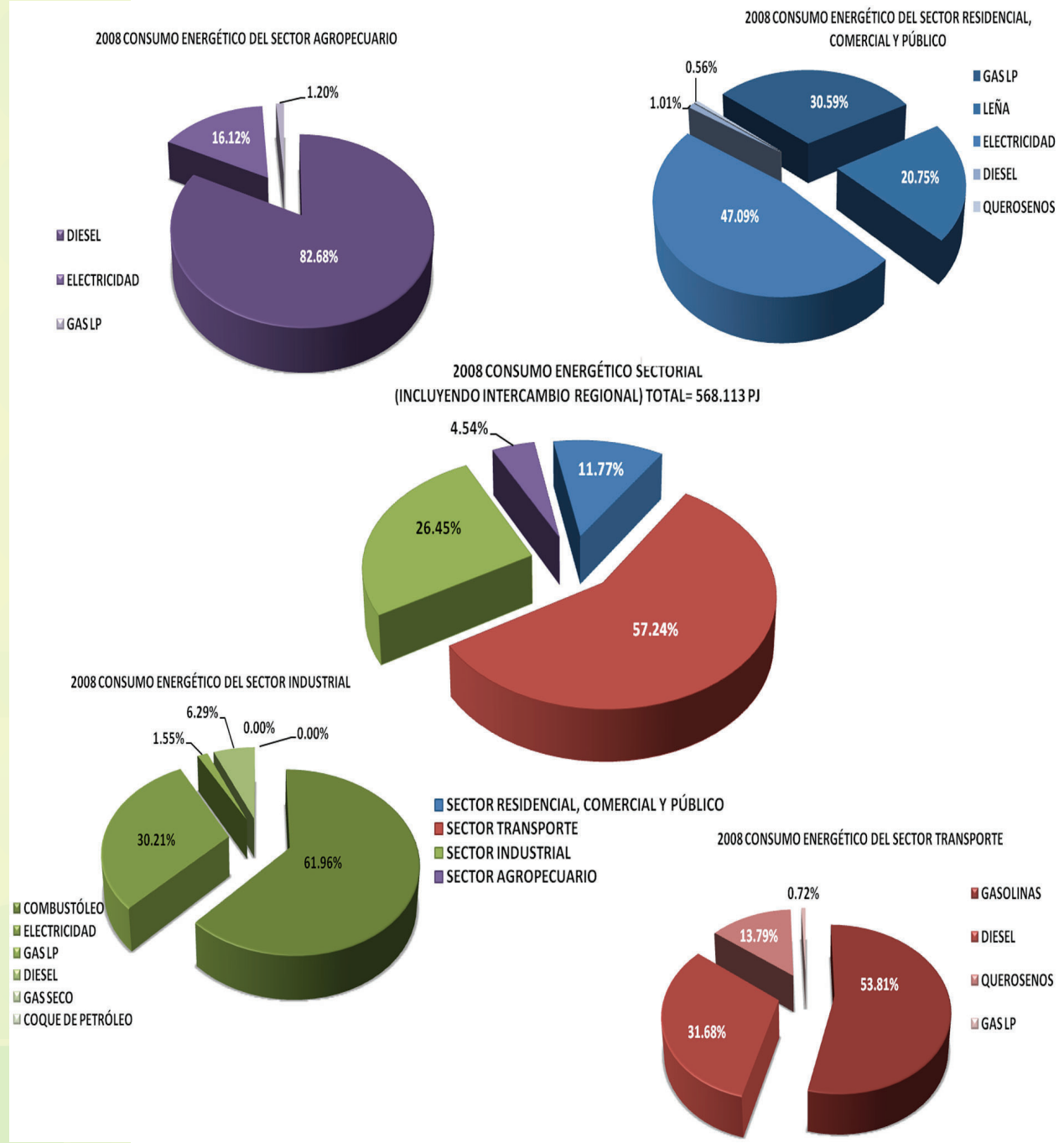
La metodología para el cálculo de los sectores se describe en el anexo metodológico de este trabajo y se siguieron las definiciones ya revisadas en los Balances Energéticos Nacionales del 2005 al 2009, reportados por la Secretaría de Energía.

**Figura 3.18**

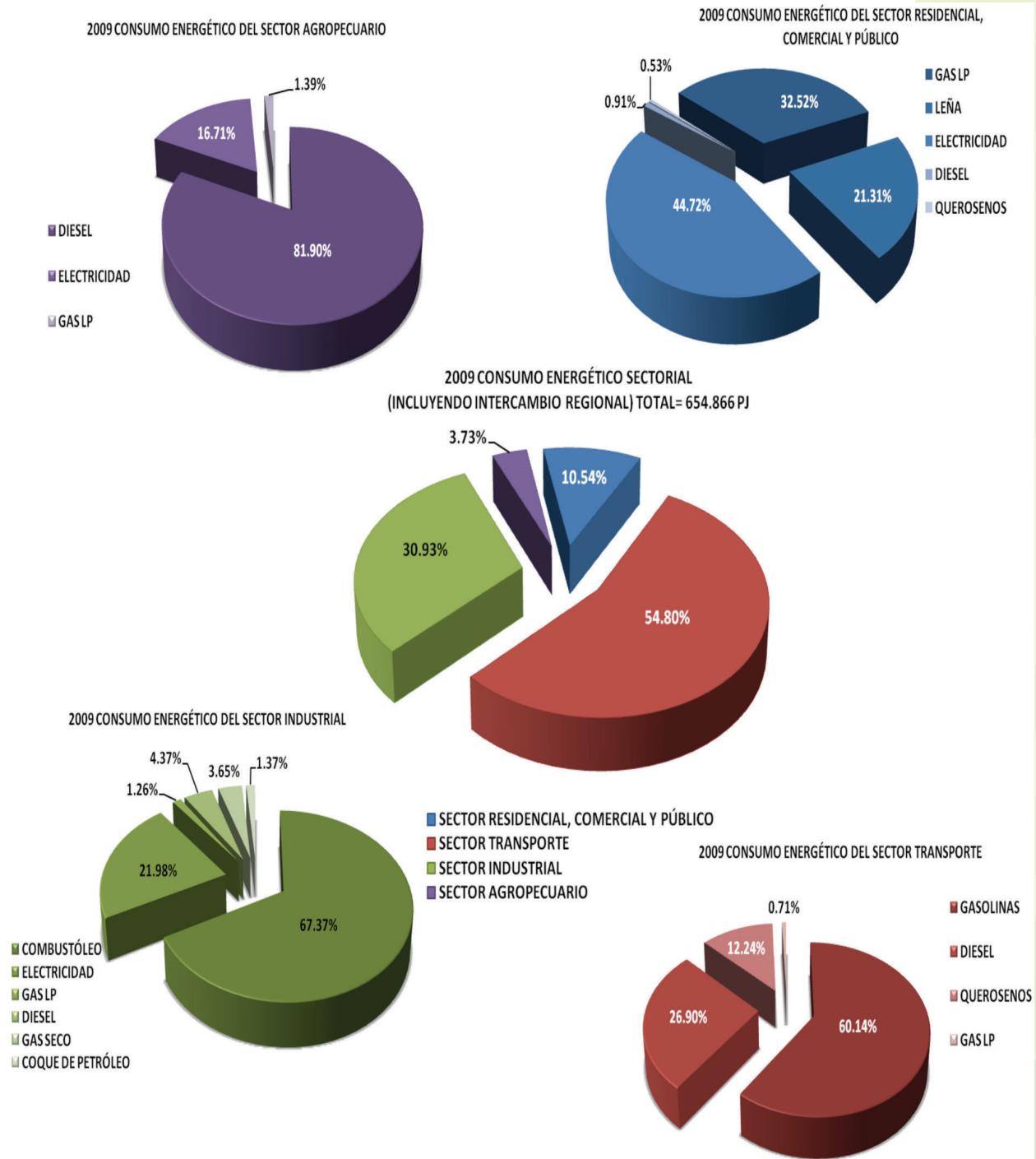
Consumo final por sector y energético del año 2005 al 2007





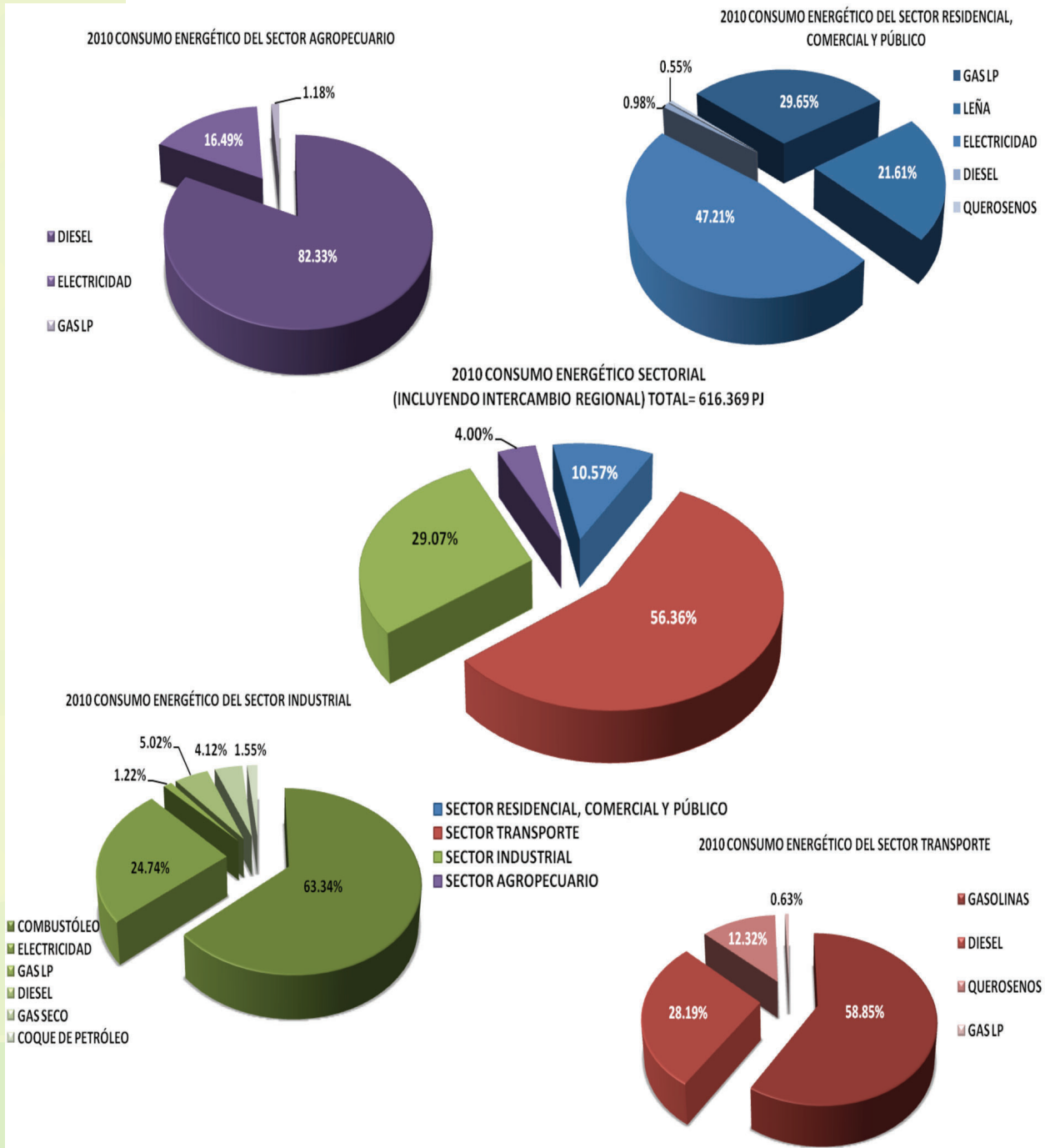


**Figura 3.19**  
Consumo final por sector y energético del año 2008.



**Figura 3.20**

Consumo final por sector y energético del año 2009.



**Figura 3.21**

Consumo final por sector y energético del año 2010.



► Sector agropecuario

**Cuadro 3.11**

Consumo de energía en el sector agropecuario (petajoules)

	Variación porcentual										Estructura porcentual					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	
							%	%	%	%	%	%	%	%	%	
<b>Agropecuario</b>	24.346	24.346	24.346	25.793	24.403	24.631	0.933	-4.507	1.170	1.170	1.170	16.465	16.465	16.465	17.444	16.504
Total de petrolíferos	20.323	20.323	20.323	21.635	20.326	20.570	1.200	-4.924	1.215	1.215	1.215	16.456	16.456	16.456	17.518	16.458
Gas licuado	0.270	0.270	0.270	0.309	0.339	0.291	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380
Querosenos	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	20.053	20.053	20.053	21.326	19.987	20.278	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416
Electricidad	4.023	4.023	4.023	4.158	4.077	4.061	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.065	16.733

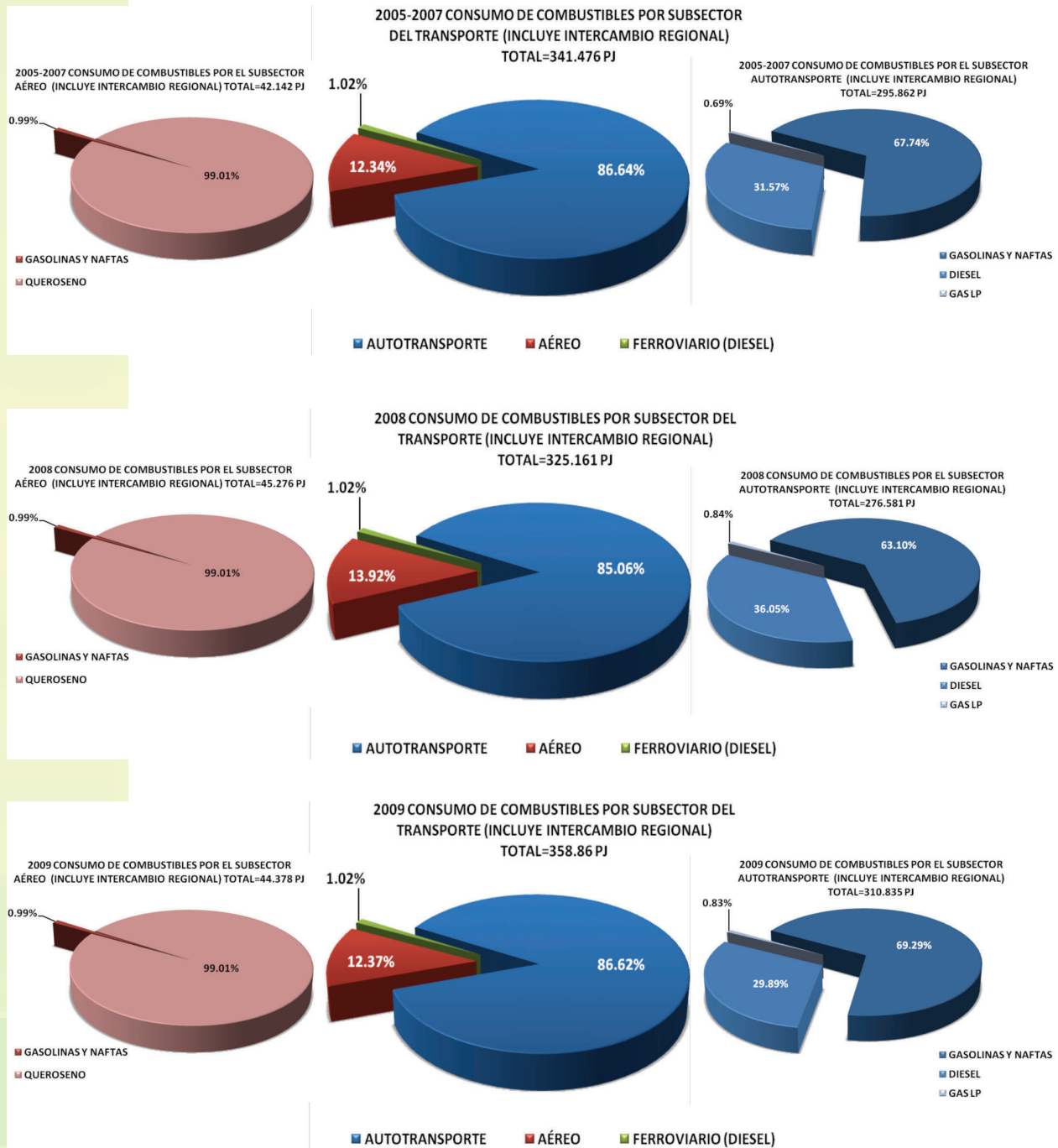
► Sector residencial, comercial y público

**Cuadro 3.12**

Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público (petajoules)

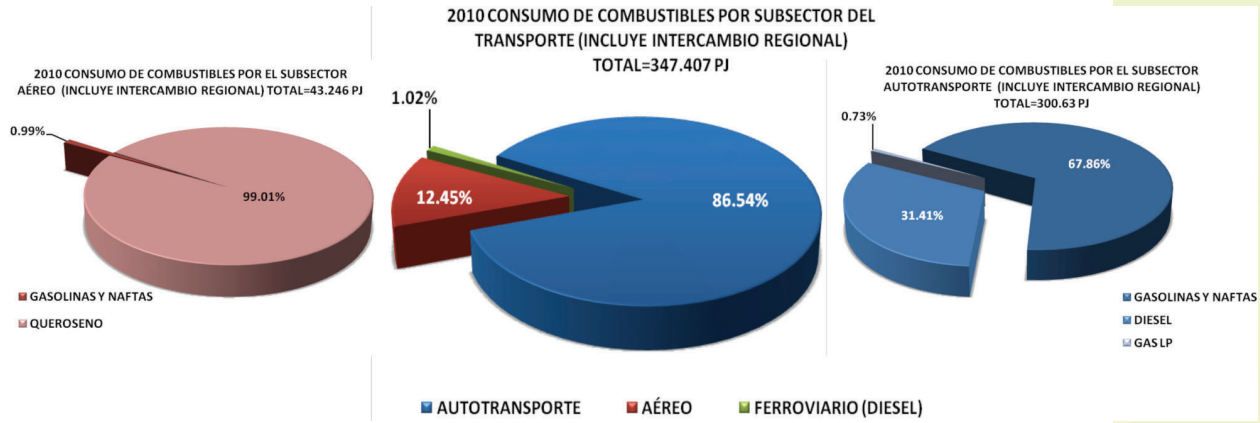
	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	
							%	%	%	%	%	%	%	%	%	
<b>Residencial</b>	52.850	52.850	52.850	55.870	57.676	54.419	-5.647	-2.597	2.970	2.970	2.970	16.186	16.186	16.186	17.111	17.664
Solar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Leña	13.930	13.930	13.930	13.879	14.709	14.076	-4.303	1.419	1.048	1.048	1.048	16.494	16.494	16.494	16.434	17.417
Total de petrolíferos	15.287	15.287	15.287	17.467	19.127	16.491	-13.780	-5.584	7.878	7.878	7.878	15.450	15.450	15.450	17.653	19.331
Gas licuado	14.938	14.938	14.938	17.091	18.759	16.133	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380
Querosenos	0.349	0.349	0.349	0.375	0.368	0.359	-2.553	-4.484	2.617	2.617	2.617	16.251	16.251	16.251	17.459	17.113
Gas seco	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Electricidad	23.632	23.632	23.632	24.524	23.840	23.852	0.048	-2.742	0.928	0.928	0.928	16.513	16.513	16.513	17.136	16.658
<b>Comercial</b>	8.662	8.662	8.662	9.158	9.454	8.920	-5.647	-2.597	2.970	2.970	2.970	16.186	16.186	16.186	17.111	17.664
Solar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total de petrolíferos	3.574	3.574	3.574	4.038	4.325	3.816	-11.748	-5.493	6.785	6.785	6.785	15.605	15.605	15.605	17.634	18.883
Gas licuado	2.942	2.942	2.942	3.366	3.695	3.177	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380
Diesel	0.632	0.632	0.632	0.672	0.630	0.639	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416
Gas seco	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Electricidad	5.088	5.088	5.088	5.119	5.129	5.103	-0.503	-0.312	0.291	0.291	0.291	16.620	16.620	16.620	16.720	16.752
<b>Público</b>	1.746	1.746	1.746	1.846	1.906	1.798	-5.647	-2.597	2.970	2.970	2.970	16.186	16.186	16.186	17.111	17.664
Electricidad	1.746	1.746	1.746	1.846	1.906	1.798	-5.647	-2.597	2.970	2.970	2.970	16.186	16.186	16.186	17.111	17.664

➤ Sector Transporte



**Figura 3.22**

Consumo de energía del sector transporte del año 2005 al 2009 (estructura porcentual por subsector y energético)



**Figura 3.23**

Consumo de energía del sector transporte del año 2010 (estructura porcentual por subsector y energético)

El consumo del sector aéreo se determinó por la disponibilidad de combustibles producidos para ese sector en la Refinería de Tula, Hidalgo.

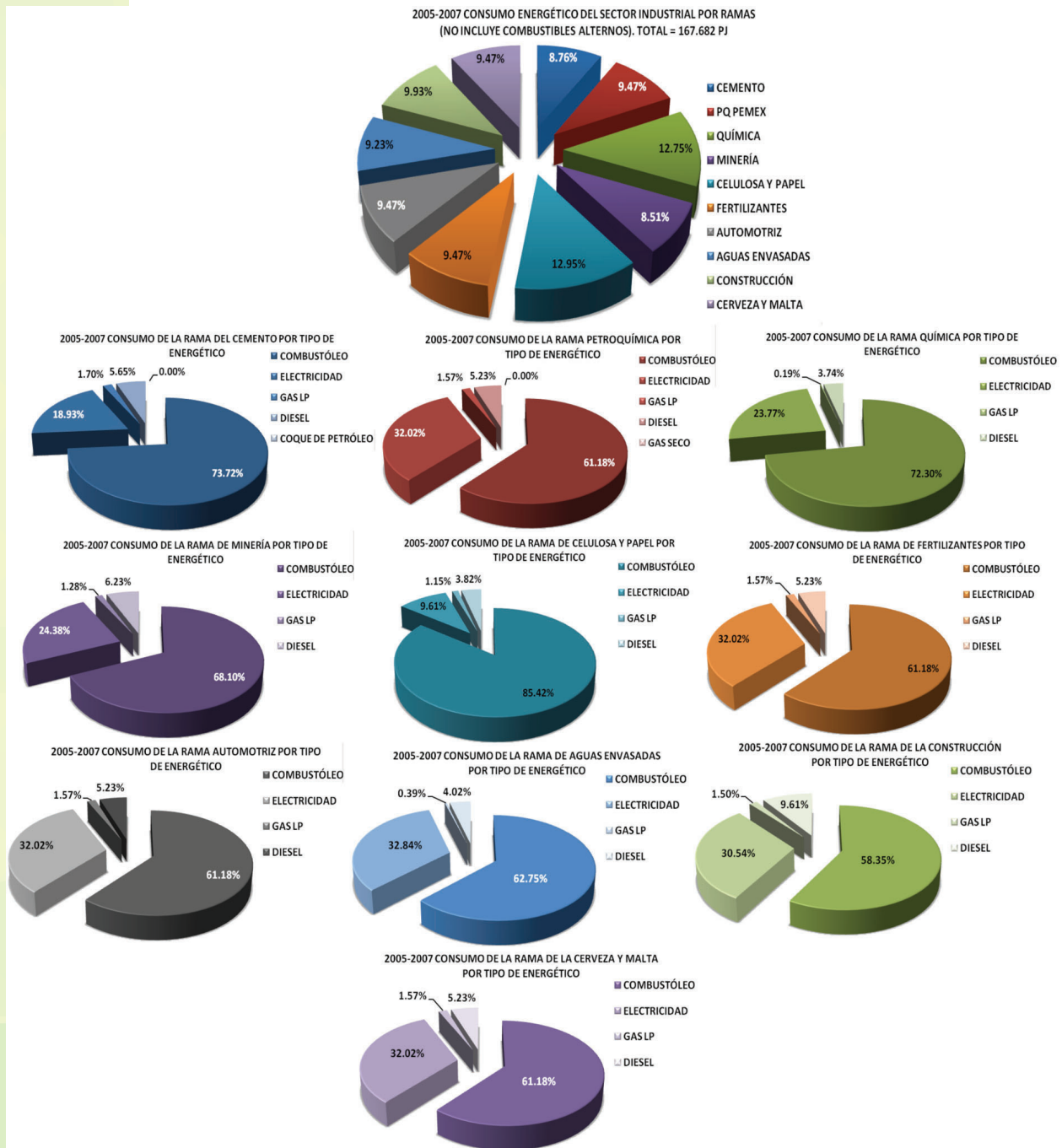
**Cuadro 3.13**

Consumo de energía en el sector transporte

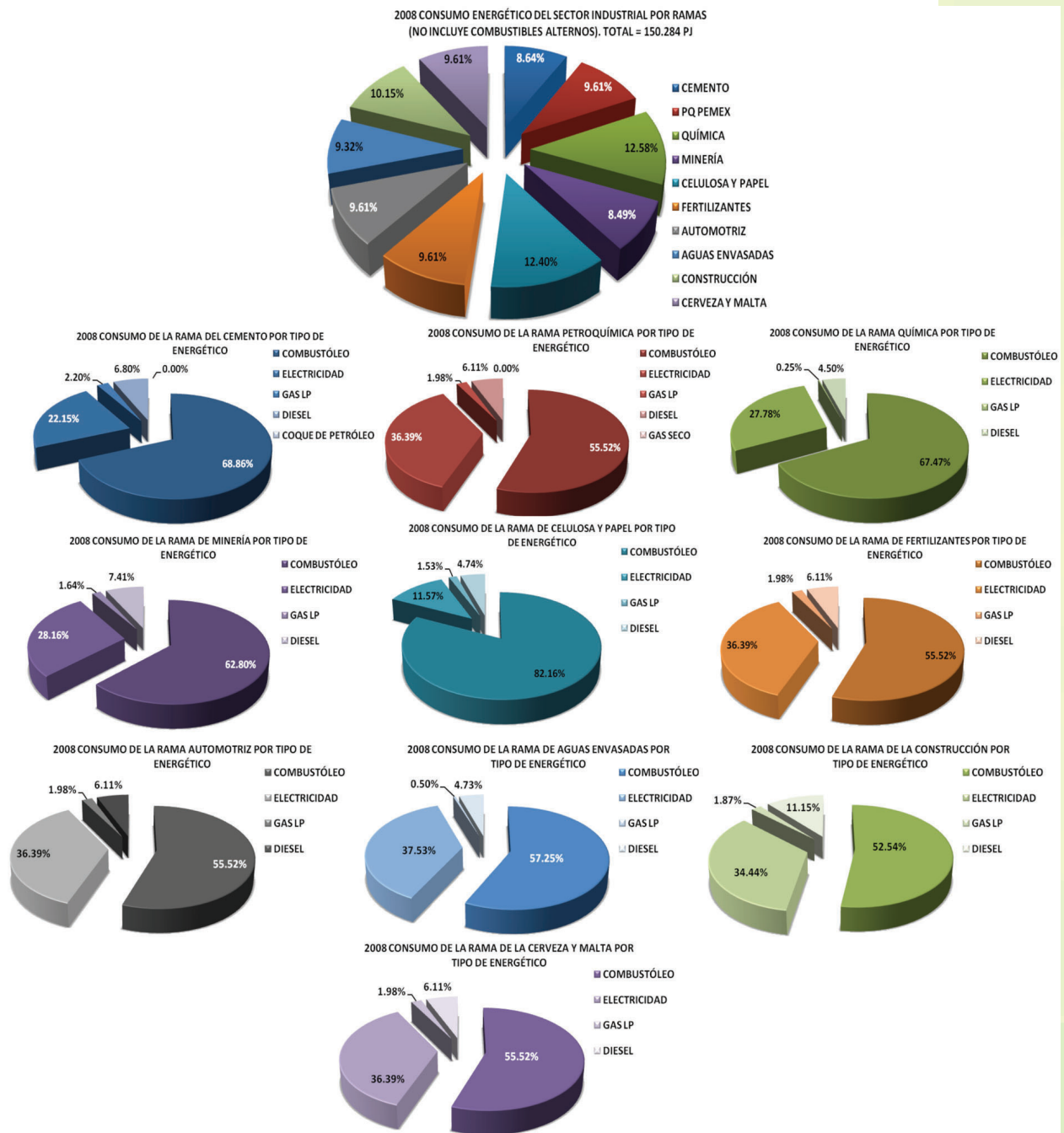
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Variación porcentual (%)					Estructura porcentual					
							% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010
<b>Transporte</b>	341.476	341.476	341.476	325.161	358.860	347.407	-3.192	6.841	1.737	1.737	1.737	16.610	16.610	16.610	15.816	17.456	16.89
<b>Autotransporte</b>	295.863	295.863	295.863	276.581	310.835	300.631	-3.283	8.695	1.612	1.612	1.612	16.662	16.662	16.662	15.576	17.506	16.93
<b>Gas licuado</b>	2.042	2.042	2.042	2.337	2.565	2.206	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.66
<b>Gasolinás</b>	200.429	200.429	200.429	174.536	215.374	204.005	-5.279	16.884	1.784	1.784	1.784	16.769	16.769	16.769	14.603	18.020	17.06
<b>Diesel</b>	93.392	93.392	93.392	99.708	92.896	94.420	1.640	-5.304	1.101	1.101	1.101	16.465	16.465	16.465	17.579	16.378	16.64
<b>Gas seco</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Aéreo</b>	42.143	42.143	42.143	45.276	44.378	43.246	-2.553	-4.484	2.617	2.617	2.617	16.251	16.251	16.251	17.459	17.113	16.67
<b>Gasolinás</b>	0.417	0.417	0.417	0.448	0.439	0.428	-2.553	-4.484	2.617	2.617	2.617	16.251	16.251	16.251	17.459	17.113	16.67
<b>Querosenos</b>	41.726	41.726	41.726	44.828	43.939	42.817	-2.553	-4.484	2.617	2.617	2.617	16.251	16.251	16.251	17.459	17.113	16.67
<b>Marítimo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Diesel</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Combustóleo</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Ferrovuario</b>	3.470	3.470	3.470	3.304	3.647	3.531	-3.192	6.841	1.737	1.737	1.737	16.610	16.610	16.610	15.816	17.456	16.89
<b>Diesel</b>	3.470	3.470	3.470	3.304	3.647	3.531	-3.192	6.841	1.737	1.737	1.737	16.610	16.610	16.610	15.816	17.456	16.89
<b>Electricidad</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Eléctrico</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
<b>Electricidad</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00



➤ Sector industrial

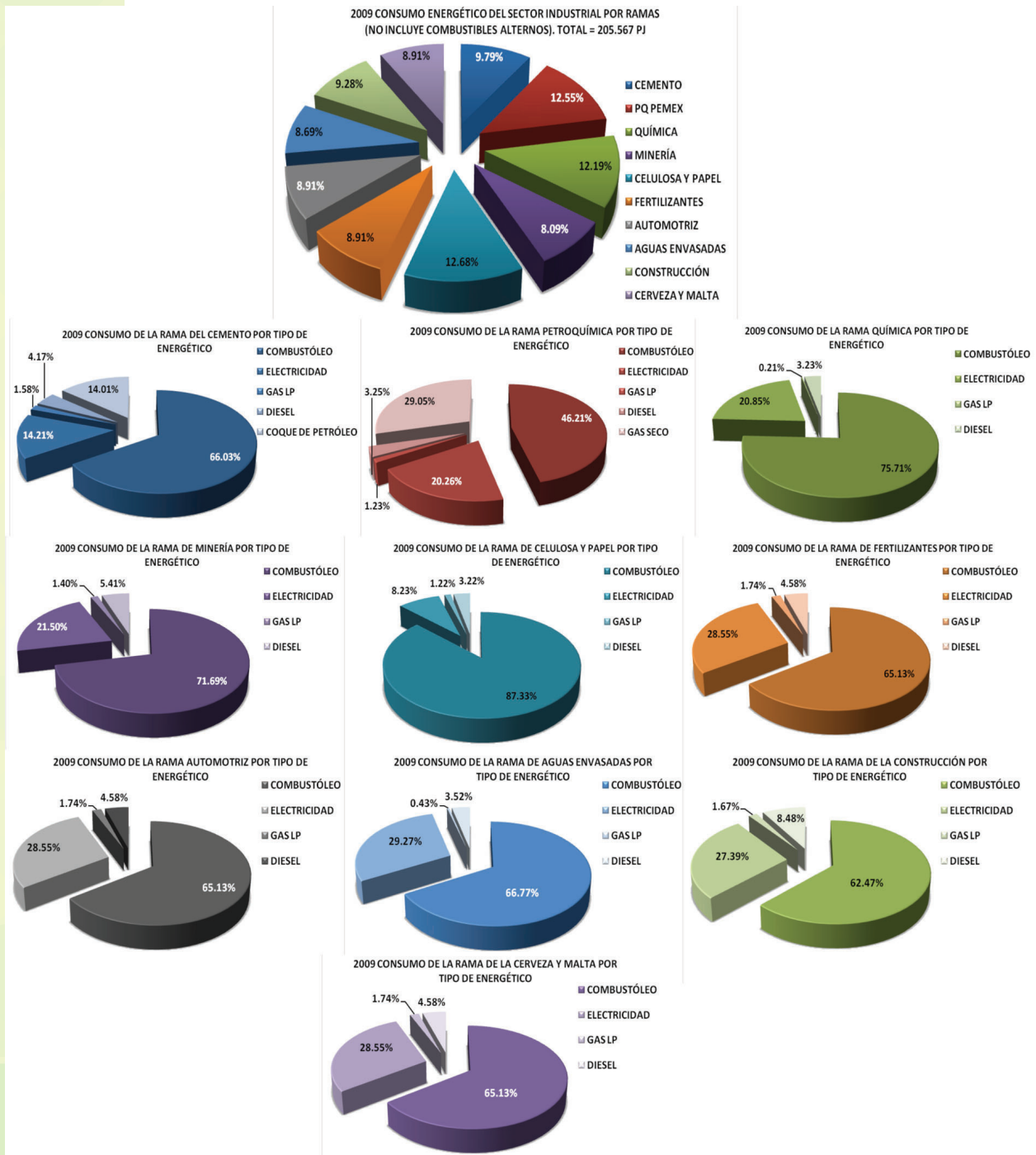


**Figura 3.24**  
Consumo de los principales energéticos por rama del año 2005 al 2007.

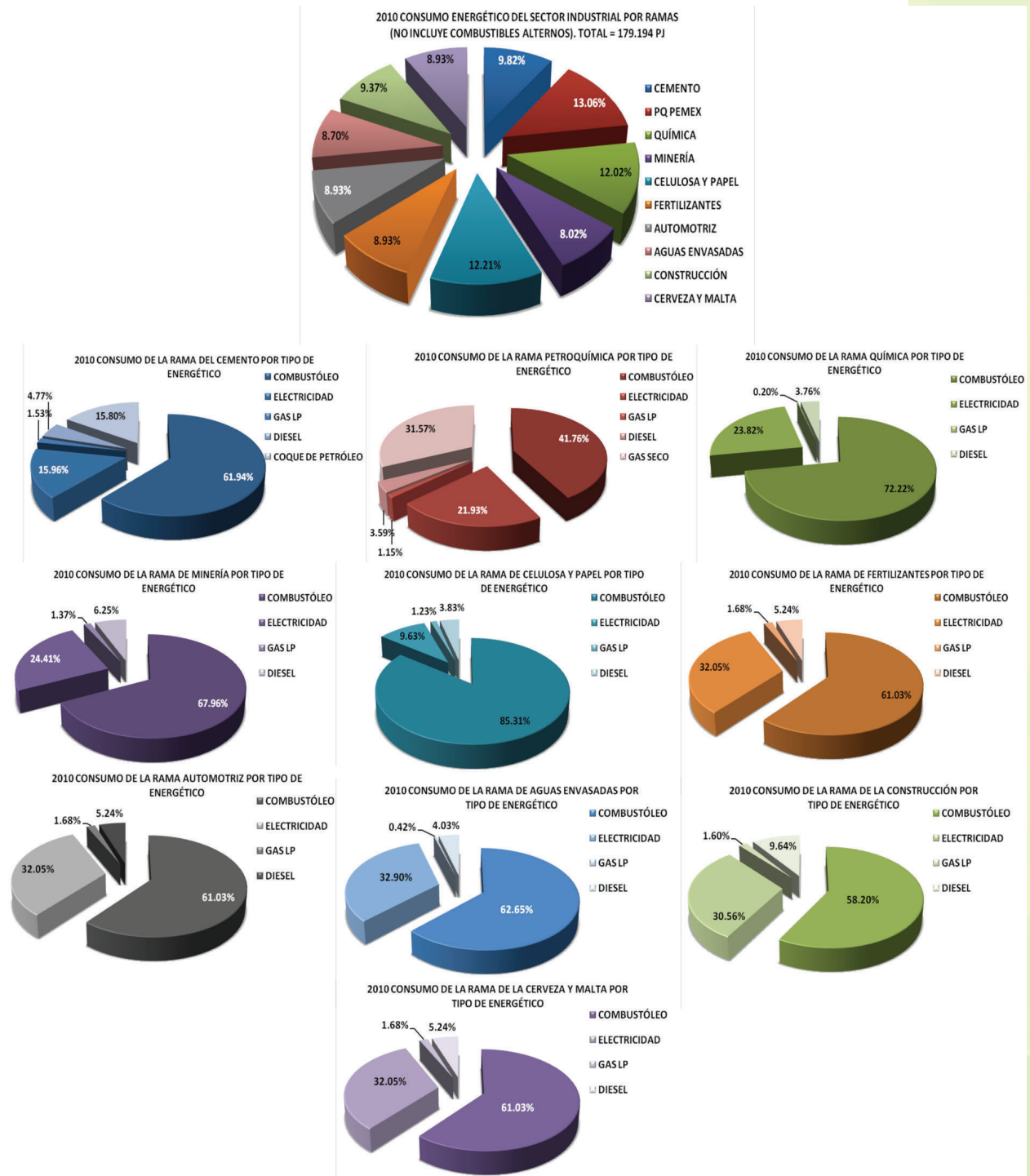


**Figura 3.25**

Consumo de los principales energéticos por rama del año 2008.



**Figura 3.26**  
Consumo de los principales energéticos por rama del año 2009.



**Figura 3.27**

Consumo de los principales energéticos por rama del año 2010.



**Cuadro 3.14**

Consumo de energía en el sector industrial (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010	
<b>Total</b>	167.6819167	167.6819167	167.6819167	167.6819167	167.6819167	167.6819167	-11.538	19.237	6.866	6.866	6.866	16.200	16.200	16.200	14.519	19.570	17.311	17.311
Cemento	14.6932	14.6932	14.6932	14.6932	14.6932	14.6932	-11.330	35.527	19.736	19.736	19.736	15.549	15.549	15.549	13.738	20.997	18.661	18.661
Pemex petroquímica	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	-7.982	62.066	47.375	47.375	47.375	14.317	14.317	14.317	13.019	22.930	21.101	21.101
Química	21.3855621	21.3855621	21.3855621	21.3855621	21.3855621	21.3855621	-12.806	13.899	0.711	0.711	0.711	16.539	16.539	16.539	14.624	19.103	16.665	16.665
Minería	14.2622214	14.2622214	14.2622214	14.2622214	14.2622214	14.2622214	-12.267	12.644	0.807	0.807	0.807	16.523	16.523	16.523	14.787	18.986	16.665	16.665
Celulosa y papel	21.7158921	21.7158921	21.7158921	21.7158921	21.7158921	21.7158921	-14.854	17.411	0.734	0.734	0.734	16.533	16.533	16.533	14.185	19.560	16.665	16.665
Cerveza y malta	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	-11.250	10.902	0.849	0.849	0.849	16.518	16.518	16.518	15.020	18.769	16.665	16.665
Construcción	16.6454216	16.6454216	16.6454216	16.6454216	16.6454216	16.6454216	-10.731	10.053	0.862	0.862	0.862	16.515	16.515	16.515	15.136	18.660	16.665	16.665
Aguas envasadas	15.4792	15.4792	15.4792	15.4792	15.4792	15.4792	-11.362	11.406	0.759	0.759	0.759	16.532	16.532	16.532	14.952	18.793	16.665	16.665
Automotriz	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	-11.250	10.902	0.849	0.849	0.849	16.518	16.518	16.518	15.020	18.769	16.665	16.665
Fertilizantes	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	15.8750915	-11.250	10.902	0.849	0.849	0.849	16.518	16.518	16.518	15.020	18.769	16.665	16.665

**Cuadro 3.15**

Consumo de energía en la rama industrial del cemento por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010	
<b>Total</b>	14.69321952	14.69321952	14.69321952	14.69321952	14.69321952	14.69321952	-11.330	35.527	19.736	19.736	19.736	15.549	15.549	15.549	13.738	20.997	18.661	18.661
COMBUSTÓLEO	10.83232510	10.83232510	10.83232510	10.83232510	10.83232510	10.83232510	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.665	16.665
ELECTRICIDAD	7.81868278	7.81868278	7.81868278	7.81868278	7.81868278	7.81868278	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.666	16.666
GAS LP	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.666	16.666
DIESEL	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.665	16.665
COQUE DE PETRÓLEO	0	0	0	0	0	0	0.000	100.000	100.000	100.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.000	50.000	50.000

**Cuadro 3.16**

Consumo de energía en la rama industrial de PEMEX petroquímica por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010	
<b>Total</b>	15.87509495	15.87509495	15.87509495	15.87509495	15.87509495	15.87509495	-7.982	62.066	47.375	47.375	47.375	14.317	14.317	14.317	13.019	22.930	21.101	21.101
COMBUSTÓLEO	7.13170169	7.13170169	7.13170169	7.13170169	7.13170169	7.13170169	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.665	16.665
ELECTRICIDAD	0.82948846	0.82948846	0.82948846	0.82948846	0.82948846	0.82948846	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.666	16.666
GAS LP	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	0.24939340	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.666	16.666
DIESEL	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	0.82958210	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.665	16.665
GAS SECO	0	0	0	0	0	0	0.000	100.000	100.000	100.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.000	50.000	50.000



**Cuadro 3.17**

Consumo de energía en la rama industrial de la química por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010/2005	2010/2006	2010/2007	2010/2008	%	%	%	%	%	%	%
<b>Total</b>	21.38555621	3855621.3855618	90942.24	700921.53759	-12.806	13.899	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	16.539	16.539	16.539	14.624	19.103	16.665
COMBUSTIBLE	5.46205415	4620515.4620512	7587318	7015815.55414	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.665
ELECTRICIDAD	0.82948846	0829495.0829495	2534895	1510095.130656	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.666
GAS LP	0.04059893	0405990.0405990	0464530.0509850	043847	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.666
DIESEL	0.79995423	7999540.7999540	8507540.7973220	808945	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.665

**Cuadro 3.18**

Consumo de energía en la rama industrial de la minería por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010/2005	2010/2006	2010/2007	2010/2008	%	%	%	%	%	%	%
<b>Total</b>	14.2622206	4.2622214	2622212.7634716	3876514.37731	-12.267	12.644	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	16.523	16.523	16.523	14.787	18.986	16.665
COMBUSTIBLE	7.13170169	71317 9.713178	01495611.748229	771017	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.665
ELECTRICIDAD	4.7751724	4775173.4775173	5941933.5240813	510156	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.666
GAS LP	0.18269517	1826950.1826950	2090360.2294340	197313	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.666
DIESEL	0.88883803	8888380.8888380	9452820.8859140	898828	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.665

**Cuadro 3.19**

Consumo de energía en la rama industrial de la celulosa y papel por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010/2005	2010/2006	2010/2007	2010/2008	%	%	%	%	%	%	%
<b>Total</b>	21.7158882	17158921.7158921	7158918.6312525	6914821.87523	-14.854	17.411	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	16.533	16.533	16.533	14.185	19.560	16.665
COMBUSTIBLE	8.5504028	18.550415	3071222.4369818	66088	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.665
ELECTRICIDAD	0.8651052	0865112.0865112	1565162.1144492	106094	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.666
GAS LP	0.2493934	2493930.2493930	2853510.3131950	269348	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.666
DIESEL	0.8295821	8295820.8295820	8822630.8268530	838906	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.665

**Cuadro 3.20**  
Consumo de energía en la rama industrial de fertilizantes por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual														
	2005		2006		2007		2008		2009		2010		% 2005		% 2006		% 2007		% 2008		% 2009		% 2010		
	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	
<b>Total</b>	15.875094	-11.250	15.479213	-16.830	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	11.406	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759
COMBUSTÓLEO	713170169.71317	9.71317801495611	748229.771017	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596
ELECTRICIDAD	082948846.0829495	0829495.2534895	1510095.130656	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939
GAS LP	0.2493934	0.2493930	2493930.2853510	3131950.269348	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001
DIESEL	0.8295821	0.8295820	8295820.8822630	8268530.838906	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	

**Cuadro 3.21**  
Consumo de energía en la rama industrial automotriz por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual													
	2005		2006		2007		2008		2009		2010		% 2005		% 2006		% 2007		% 2008		% 2009		% 2010	
	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200
<b>Total</b>	15.875094	-11.250	15.479213	-16.830	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	11.406	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759
COMBUSTÓLEO	713170169.71317	9.71317801495611	748229.771017	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596
ELECTRICIDAD	082948846.0829495	0829495.2534895	1510095.130656	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939
GAS LP	0.2493934	0.2493930	2493930.2853510	3131950.269348	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001
DIESEL	0.8295821	0.8295820	8295820.8822630	8268530.838906	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124

**Cuadro 3.22**  
Consumo de energía en la rama industrial de las aguas envasadas por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual													
	2005		2006		2007		2008		2009		2010		% 2005		% 2006		% 2007		% 2008		% 2009		% 2010	
	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200	%	2010/200
<b>Total</b>	15.479204	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	15.479213	-11.362	11.406	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759	0.759
COMBUSTÓLEO	713170169.71317	9.71317801495611	748229.771017	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	21.910	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596
ELECTRICIDAD	082948846.0829495	0829495.2534895	1510095.130656	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939
GAS LP	0.0608983	0.0608980	0608980.0696790	0764780.065771	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001	8.001
DIESEL	0.6221866	0.6221870	6221870.6616970	6201390.629179	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	-4.914	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124

**Cuadro 3.23**  
Consumo de energía en la rama industrial de la construcción por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010
<b>Total</b>	16.6454209	16.6454216	16.6454216	15.255318	18.8070716	17.8891	-10.731	10.053	0.862	0.862	0.862	16.515	16.515	16.515	15.136	18.660	16.65
COMBUSTÓLEO	713170169	713170169	713170169	713170169	713170169	713170169	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.65
ELECTRICIDAD	082948846	082948846	082948846	082948846	082948846	082948846	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.66
GAS LP	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.66
DIESEL	1.5999084	1.5999084	1.5999084	1.7015071	1.594644	1.61789	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.65

**Cuadro 3.24**  
Consumo de energía en la rama industrial de la cerveza y malta por tipo de energético (petajoules)

	Variación porcentual (%)										Estructura porcentual						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% 2010/2005	% 2010/2006	% 2010/2007	% 2010/2008	% 2010/2009	% 2005	% 2006	% 2007	% 2008	% 2009	% 2010
<b>Total</b>	15.875094	15.8750915	15.8750915	14.4360618	16.0392816	16.00993	-11.250	10.902	0.849	0.849	0.849	16.518	16.518	16.518	15.020	18.769	16.65
COMBUSTÓLEO	713170169	713170169	713170169	713170169	713170169	713170169	-16.830	21.910	0.596	0.596	0.596	16.555	16.555	16.555	13.660	20.023	16.65
ELECTRICIDAD	082948846	082948846	082948846	082948846	082948846	082948846	-0.395	-2.338	0.939	0.939	0.939	16.512	16.512	16.512	17.066	16.733	16.66
GAS LP	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	0.2493934	-14.000	-5.608	8.001	8.001	8.001	15.432	15.432	15.432	17.657	19.380	16.66
DIESEL	0.8295821	0.8295821	0.8295821	0.8822630	0.8268530	0.838906	1.458	-4.914	1.124	1.124	1.124	16.471	16.471	16.471	17.516	16.416	16.65

### 3.4 Precios y tarifas

Los datos de precios y tarifas de diversos energéticos se presentan como información de referencia en el Balance de Energía del Estado de Hidalgo y se ajustan a los valores reportados a nivel nacional, por la Secretaría de Energía Federal, en su Balance Energético Nacional del año 2009.

**Cuadro 3.25**

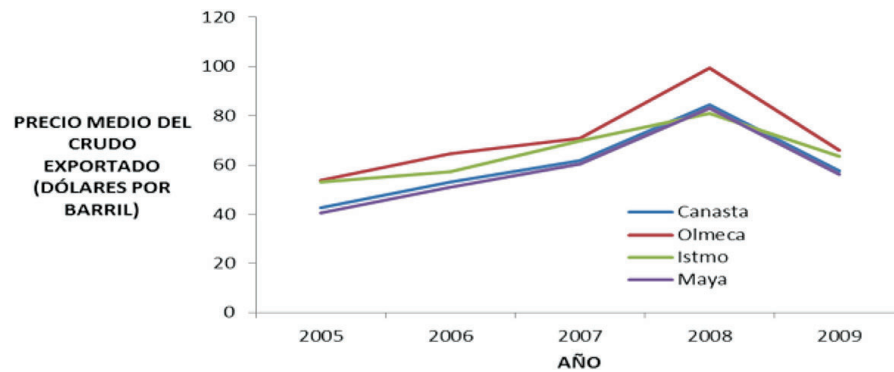
Precio medio del crudo exportado (Dólares por barril).

	2005	2006	2007	2008	2009	Var. %
						2009/2008
Canasta	42.71	53.04	61.64	84.38	57.44	-31.9
Olmeca	53.91	64.67	70.89	99.37	65.79	-33.8
Istmo	53.11	57.29	69.92	81.09	63.38	.21.8
Maya	40.61	51.10	60.38	82.92	56.27	-32.1

Fuente: Sistema de Información Energética y Anuario Estadístico de Pemex.

**Figura 3.28**

Precio medio ponderado del crudo de exportación por tipo (dólares por barril).

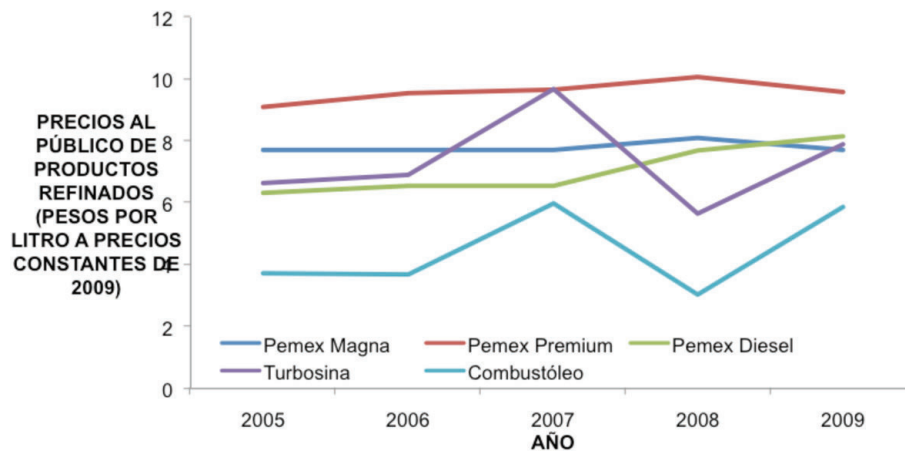


**Cuadro 3.26**

Precio al público de productos refinados (pesos por litro a precios constantes de 2009).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Var %
							20010/2009
<b>Gasolinas automotrices</b>							
Pemex Magna	7.72	7.76	7.76	8.11	7.77	8.3	5.3
Pemex Premium	9.11	9.54	9.66	10.08	9.57	9.87	3
Pemex Diesel	6.33	6.56	6.56	7.72	8.16	8.66	5
Turbosina	6.63	6.88	9.69	5.66	7.88	8.47	5.9
Combustóleo	3.73	3.69	5.99	3.04	5.88	6.3	4.2

Fuente: Sistema de Información Energética, SENER y Anuario Estadístico de Pemex.



**Figura 3.29**

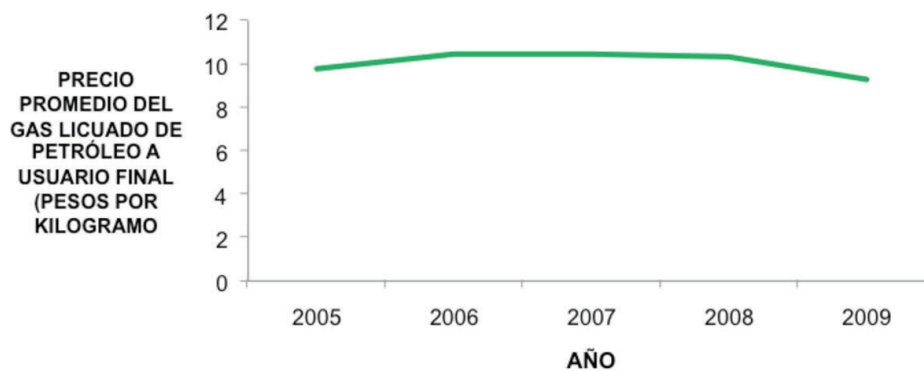
Precios al público de productos refinados.

**Cuadro 3.27**

Precio promedio del gas licuado de petróleo a usuario final (pesos por kilogramo).

	2005	2006	2007	2008	2009	Var %
Precio final real con IVA	9.81	10.45	10.47	10.36	9.30	-10.3

Fuente: SENER, con información de la Dirección General de Gas L.P.



**Figura 3.30**

Precio promedio del gas licuado de petróleo a usuario final (pesos por kilogramo a precios constantes de 2009).

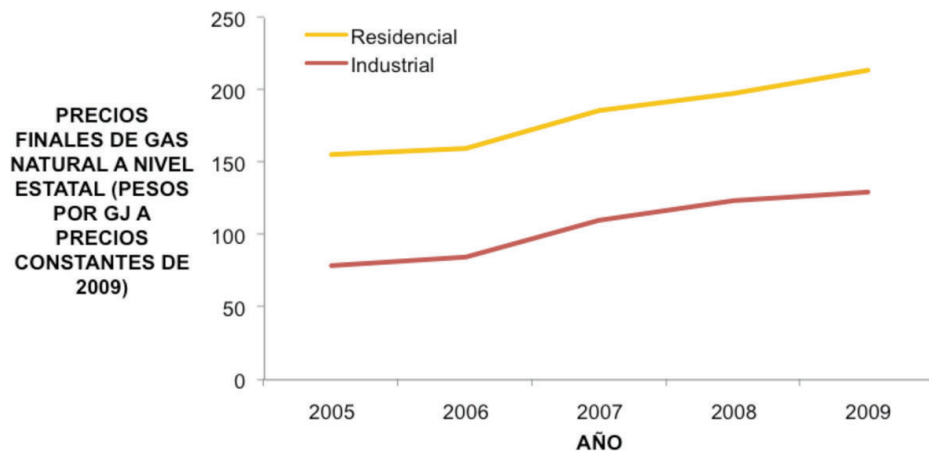
**Cuadro 3.28**

Promedio ponderado anual de los precios finales del gas natural a nivel estatal por sector (pesos por GJ a precios constantes de 2009).

	2005	2006	2007	2008	2009	Var %
Residencial	155.74	160.09	186.39	198.22	214.04	8.0
Industrial	78.93	84.93	110.64	124.02	129.78	4.6

Fuente: SENER con información de precios diferenciados estimados por la CRE y no representan los precios aplicados a usuarios finales por parte de los permisionarios distribuidores. Se utilizó el INPC con base 2a. quincena de junio 2002=100.



**Figura 3.31**

Precios finales de gas natural a nivel estatal por sector.

**Cuadro 3.29**

Precio medio facturado por tarifa (pesos por kWh).

	2005	2006	2007	2008	2009	Var % 2009/2008
<b>Doméstico</b>						
1	1.03	1.01	1.01	0.98	0.96	-2.8
1A	0.94	0.94	0.95	0.93	0.91	-2.7
1B	0.98	0.98	0.97	0.95	0.94	-2.7
1C	1.00	1.02	1.03	1.00	1.00	-2.8
1D	0.94	0.97	0.97	0.98	0.98	0.5
1E	0.87	0.89	0.89	0.86	0.85	-2.5
1F	0.86	0.87	0.89	0.86	0.83	-2.5
DAC	2.55	2.75	2.72	3.05	2.86	12.1
<b>Comercial</b>						
2	2.48	2.69	2.68	2.72	2.41	1.4
3	2.29	2.49	2.47	2.50	2.12	1.1
7	3.79	3.92	3.76	3.92	3.56	4.1
<b>Servicios</b>						
5	2.25	2.28	2.36	2.38	2.34	0.9
6	1.43	1.46	1.47	1.42	1.36	-3.4
<b>Agrícola</b>						
9	0.60	0.75	0.92	1.03	1.18	12.3
9-M	0.73	0.89	1.05	1.22	0.31	16.2
9CU	0.51	0.46	0.48	0.48	0.48	1.8
9N	0.44	0.39	0.40	0.40	0.40	0.4
<b>Industrial</b>						
O-M	1.50	1.65	1.61	1.85	1.57	15.5
H-M	1.22	1.31	1.32	1.56	1.19	18.3

H-MC	1.13	1.20	1.24	1.48	1.11	19.8
H-S	1.14	1.22	1.21	1.42	1.07	17.8
H-SL	0.94	1.04	1.03	1.27	0.98	23.8
H-T	0.94	1.02	1.00	1.19	0.92	19.4
H-TL	0.78	0.87	0.85	1.11	0.84	29.7

1 Doméstico	6 Bombeo de aguas potables o negras de servicio público
1A Doméstico con temperatura media mínima en verano 25°C	7 Temporal
1B Doméstico con temperatura media mínima en verano 28°C	9 Bombeo de agua para riego agrícola, baja tensión
1C Doméstico con temperatura media mínima en verano 30°C	9-M Bombeo de agua para riego agrícola, media tensión
1D Doméstico con temperatura media mínima en verano 31°C	9CU Cargo único para uso agrícola
1E Doméstico con temperatura media mínima en verano 32°C	O-M Ordinaria general, media tensión
1F Doméstico con temperatura media mínima en verano 33°C	H-M Horaria general, media tensión, con demanda de 100 kW o más
DAC Servicio doméstico de alto consumo	H-MC Horaria general, media tensión, con demanda de 100 kW o más, para corta utilización
2 General hasta 25 kW de demanda	H-S Horaria general, alta tensión, nivel subtransmisión
3 General para más de 25 kW de demanda	H-SL Horaria general, alta tensión, nivel subtransmisión para larga utilización
5 Alumbrado público	H-T Horaria general, alta tensión, nivel transmisión
6 Bombeo de aguas potables o negras de servicio público	H-TL Horaria general, alta tensión, nivel transmisión, larga utilización

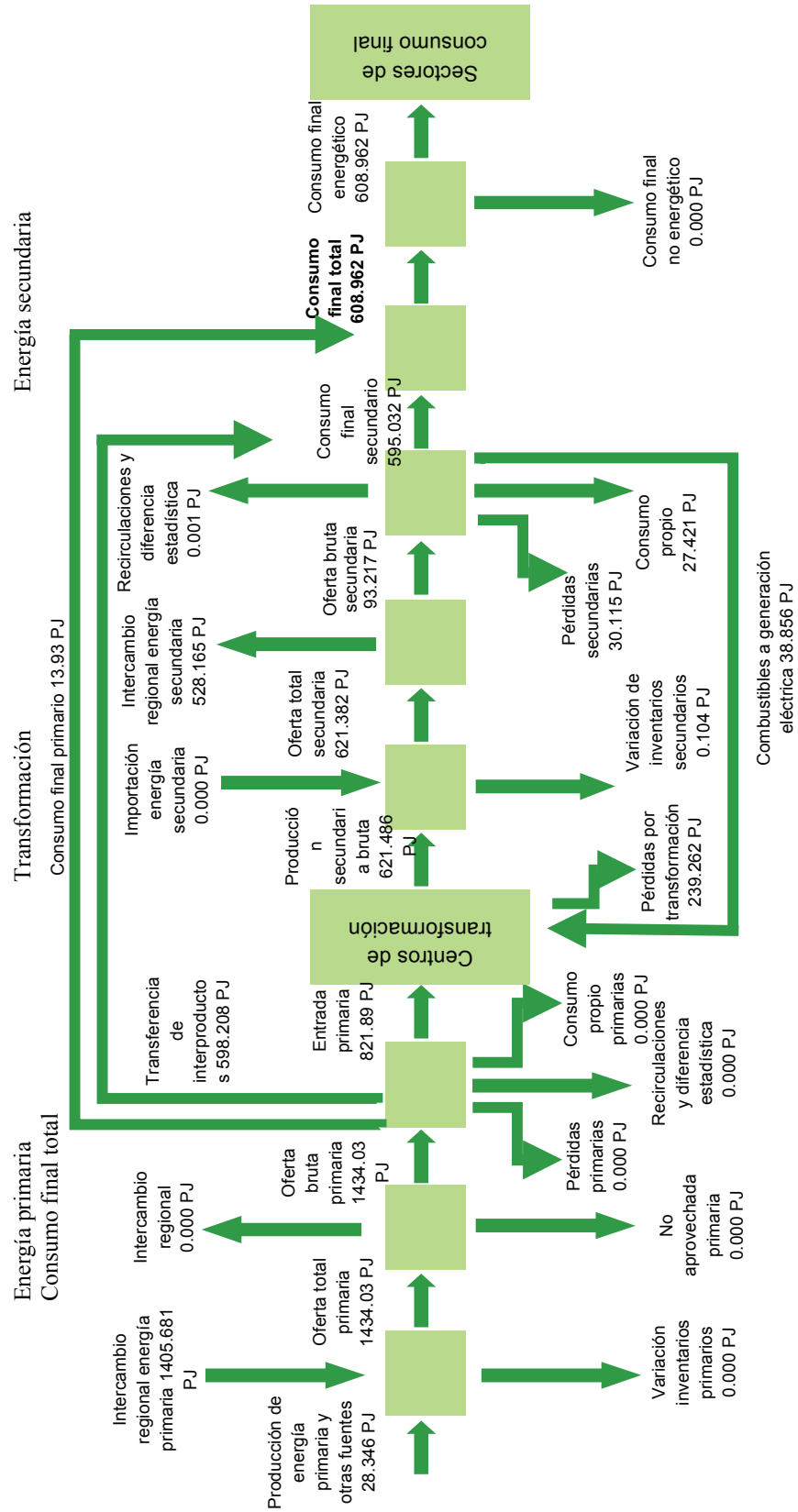


### 3.5 Balance Estatal de Energía: matrices y diagramas

Los resultados finales y concentrados del balance de energía se presentan en esta sección y se definen en forma de diagramas que consideran las entradas y salidas de energía, así como su distribución a los centros de transformación, además de las matrices de resultados que encuadran perfectamente dentro del contexto regional.

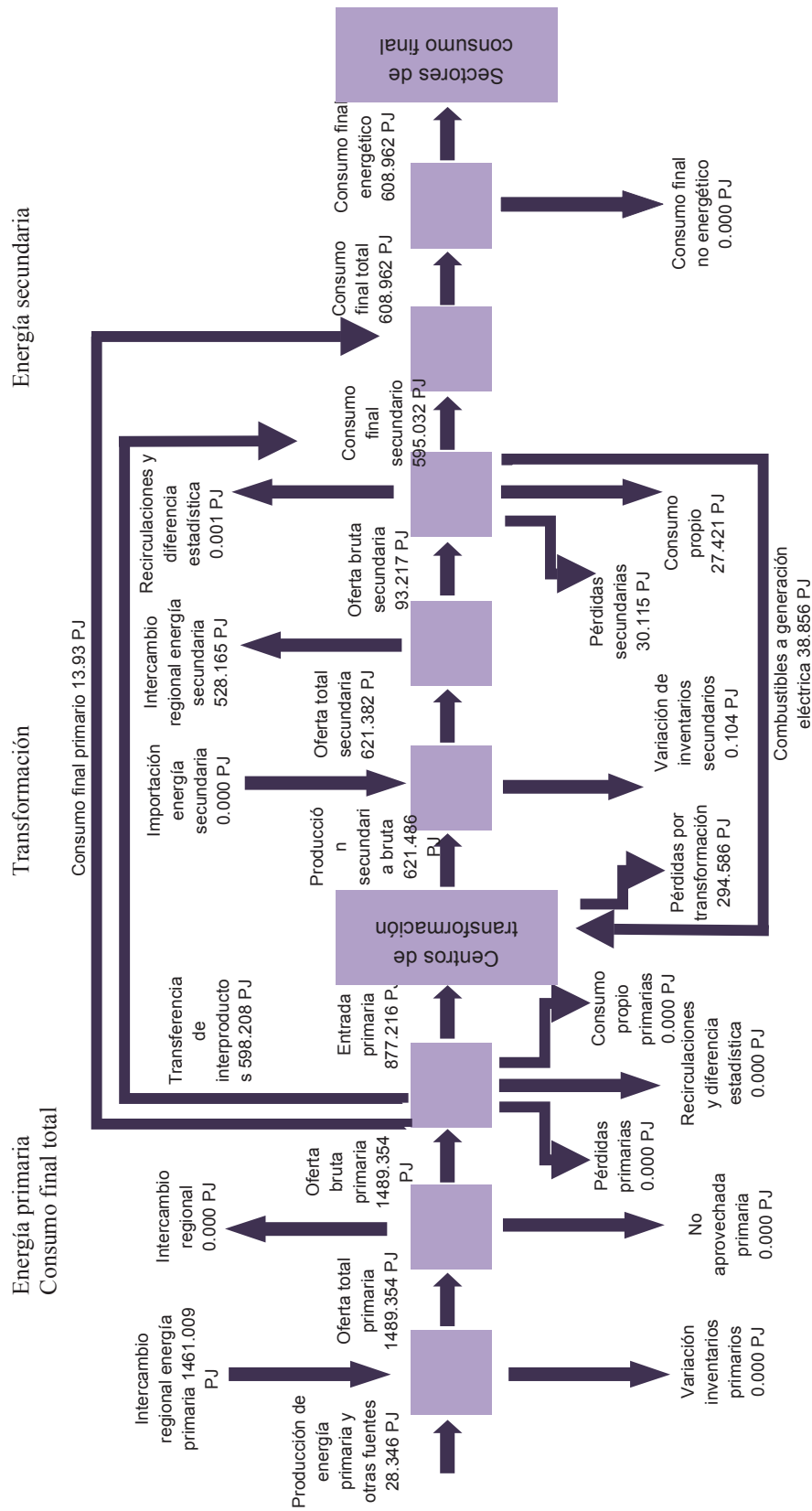
Para incluir información importante para el estado de Hidalgo, se adicionan a las matrices **las entradas de Gas natural, que en los balances nacionales nunca han sido valoradas e incluidas**, con el fin de no alterar el contexto regional dentro del cual se elabora el presente estudio, se asume que todo el gas natural que se ingresa al estado es consumido por la industria transformativa del mismo estado, de una forma homogéneamente distribuida.

**Diagrama 3.1**  
Estructura del balance estatal de energía del año 2005.

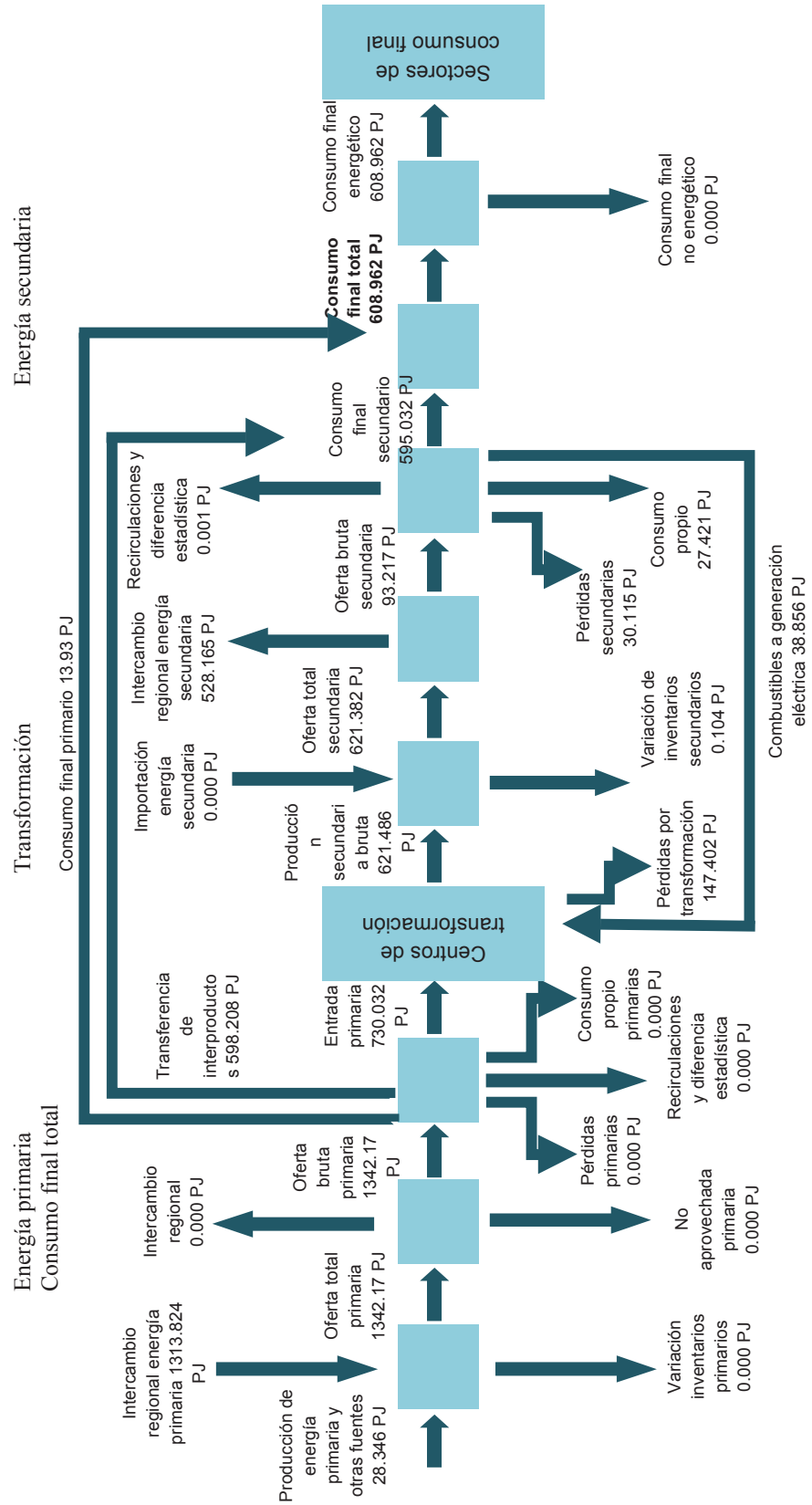




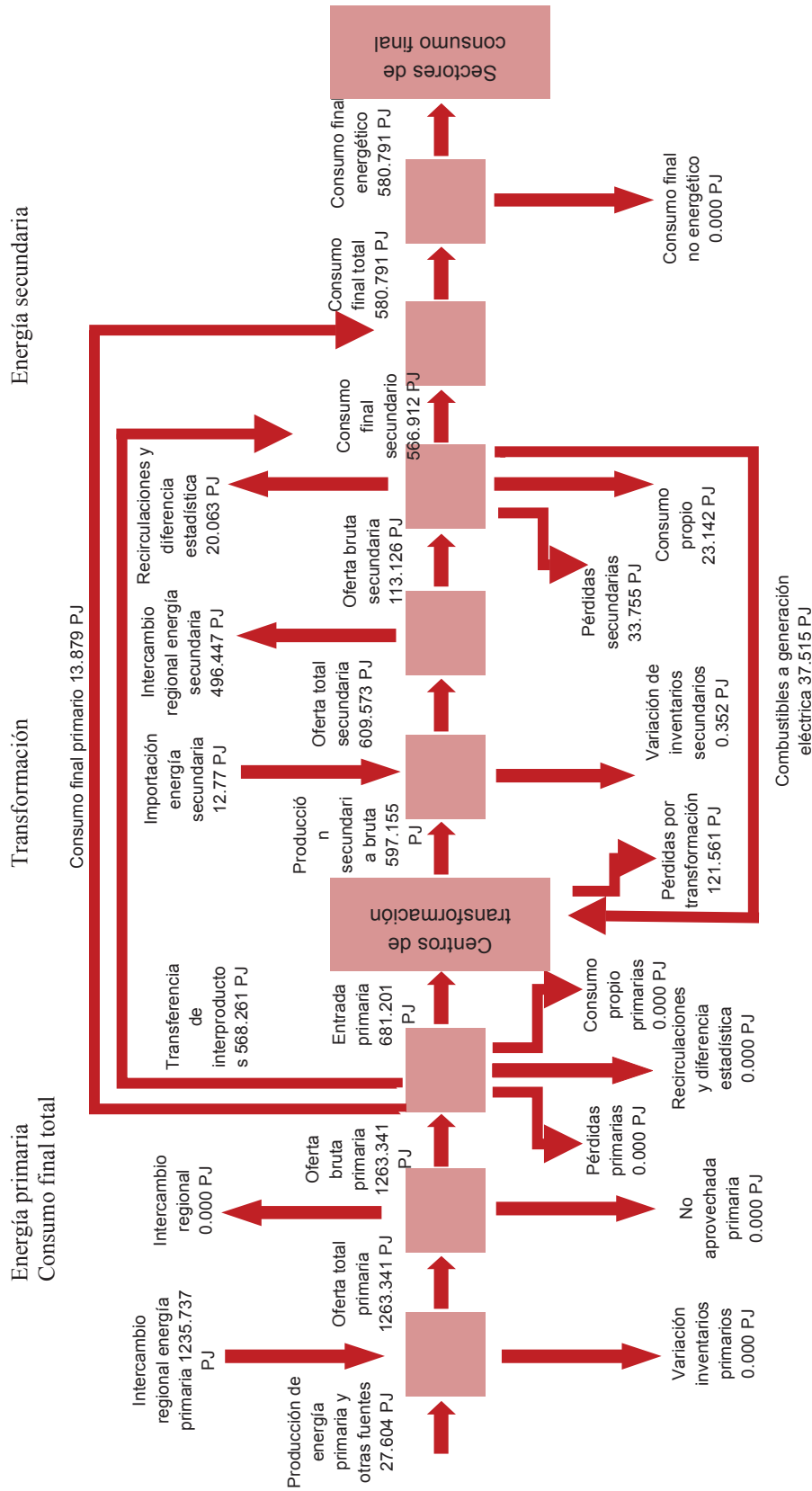
**Diagrama 3.2** Estructura del balance estatal de energía del año 2006.



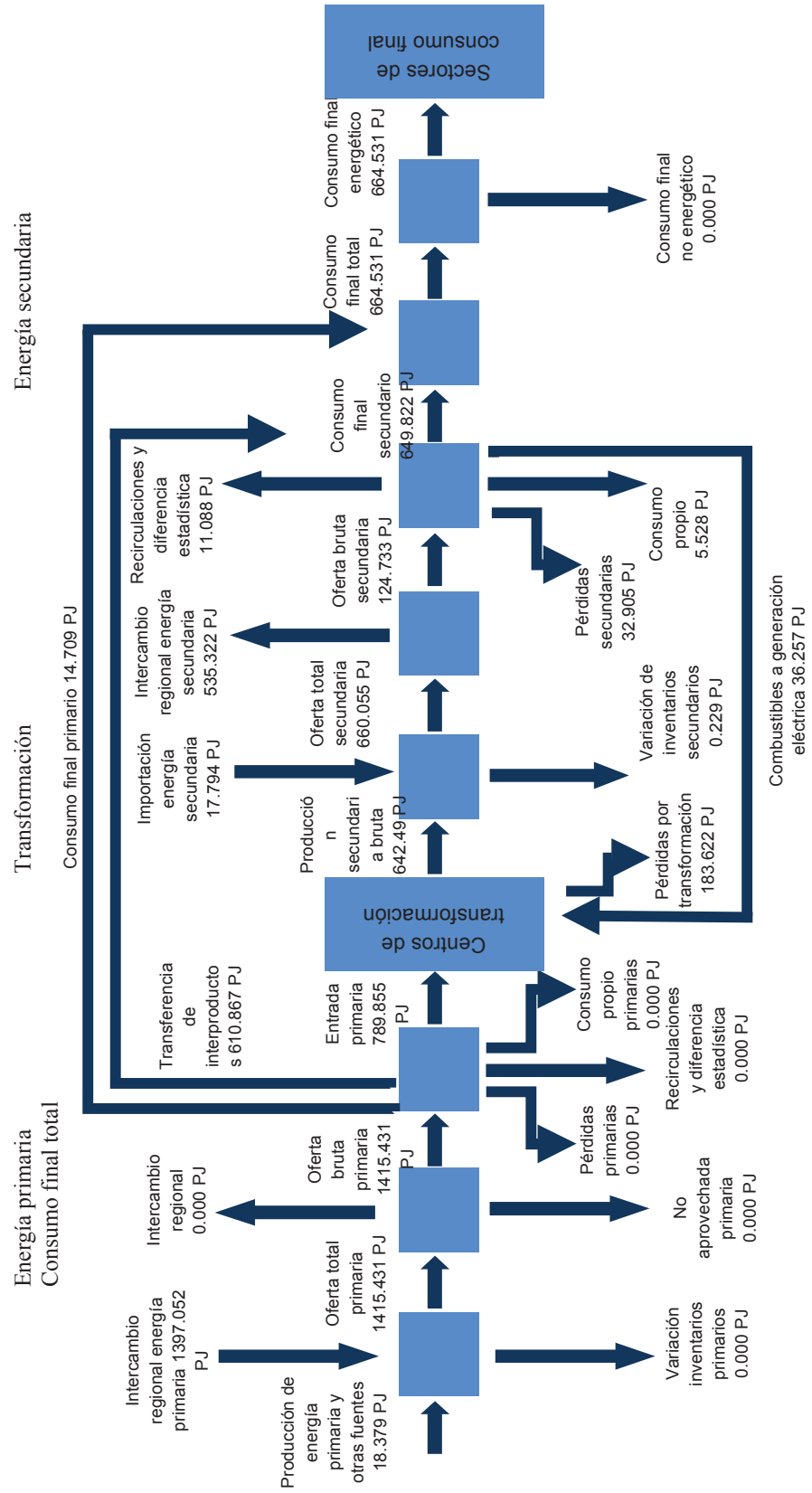
**Diagrama 3.3**  
Estructura del balance estatal de energía del año 2007.



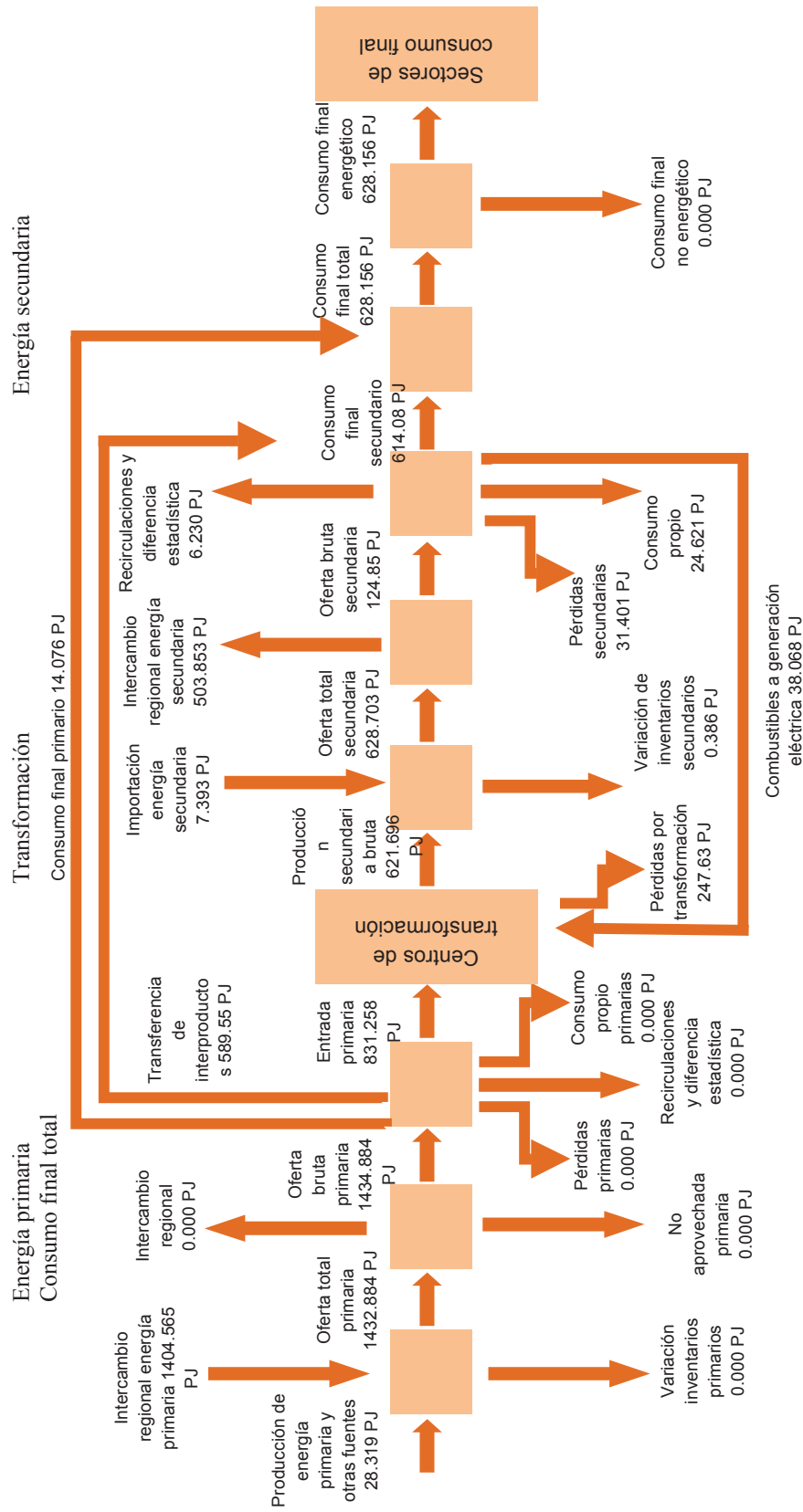
**Diagrama 3.4** Estructura del balance estatal de energía del año 2008.



**Diagrama 3.5**  
Estructura del balance estatal de energía del año 2009.



**Diagrama 3.6**  
Estructura del balance estatal de energía del año 2010.





















### 3.6 Balances de energía de la región centro.

Como una referencia para el presente estudio se anexan los balances regionales para la zona centro del país, que han sido reportados por la SENER en sus balances nacionales de los años 2005 al 2009.

#### Cuadro 3.36

Balance de Energía para la región centro, en el año 2005.

Balance nacional de energía 2005

Cuadro 17. Balance regional de energía: Centro, 2005 (petajoules)

	Pérdido crudo	Condensados	Nucleoenergía	Hidroenergía	Geotenergía	Energía eólica	Biogaz de caña	Leña	Total de energía primaria	Gas LP	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diésel	Combustible	Productos no energéticos	Electricidad	Total de energía secundaria	Total
Producción	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	97.023
Importación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vehículo de inventarios	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474	-1.474
Oferta total	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474	95.549
Exportación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No aprovechada	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.072	0.000	-0.072	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.072
Méjula-intercambio neto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Intercambio regional neto	594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	594.442	161.149	194.477	-1.251	9.410	-76.360	17.587	140.196	445.189	1,039.631
Oferta interna bruta	594.442	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.562	53.738	681.284	161.153	193.705	-0.782	7.763	-76.869	17.578	140.196	443.715	1,135.108
Total transformación	-594.442	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-631.093	-10.815	187.186	42.145	126.298	143.145	10.955	75.941	596.436	-34.657
Coqueizaciones	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Refinerías y desulfuradoras	-594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-594.442	10.815	187.186	42.145	126.298	205.281	10.955	0.000	592.631	-11.812
Plantas de gas y fraccionadoras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Centrales eléctricas CPE y LFC	0.000	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-36.651	0.000	0.000	0.000	0.000	-62.136	0.000	75.941	13.805	-62.846
Centrales eléctricas PIE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Consumo propio del sector	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.014	-0.412	-0.412	-24.536	0.000	-4.024	-25.387	
Diferencia estadística	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	
Pérdidas (transp. dist. y almac)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.857	-58.857	
Consumo final total	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.562	53.738	60.300	171.978	380.842	41.389	133.649	42.310	28.533	153.258	951.909	1,012.209
Producción bruta de energía secundaria										10.815	187.186	42.145	126.298	205.281	10.955	75.941	658.572	658.572

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), Sener.  
La suma de los paréntesis puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.

**Cuadro 3.37**  
Balance de Energía para la región centro, en el año 2006.

BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA 2006

	Balance regional de energía: Centro, 2006 (petajoules)											Total de energía secundaria					
	Petróleo crudo	Condensados	Núcleo-energía	Hidro-energía	Geo-energía	Energía eólica	Bagozo de caña	Leña	Total de energía primaria	Gas LP	Gasolinas y naftas		Querosenos	Diesel	Combustóleo	Productos no energéticos	Electricidad
Producción	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Importación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variación de inventarios	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474
Oferta total	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474
Exportación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No aprovechada	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.072	0.000	-0.072	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Maquila-intercambio neto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Intercambio regional neto	594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	594.442	161.149	194.477	-1.251	9.410	-76.380	17.587	140.196	445.189
Oferta interna bruta	594.442	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.562	53.738	691.394	161.163	193.705	-0.792	7.763	-75.899	17.578	140.196	443.715
Total transformación	-594.442	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-631.093	10.815	187.136	42.145	126.298	143.145	10.955	75.941	596.436
Coquizadoras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Refinerías y despiantadoras	-594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-594.442	10.815	187.136	42.145	126.298	205.281	10.955	0.000	582.631
Plantas de gas y fraccionadoras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Centrales eléctricas CFE y LFC	0.000	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-36.651	0.000	0.000	0.000	0.000	-62.136	0.000	75.941	13.805
Centrales eléctricas PIE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Consumo propio del sector	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.014	-0.412	-24.936	0.000	-4.024	-29.387
Diferencia estadística	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002
Pérdidas (transp.-dist. y almac)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.857	-58.857
Consumo final total	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	53.738	60.300	171.978	380.842	41.339	133.649	42.310	28.533	153.258	951.909
									Producción bruta de energía secundaria:	10.815	187.136	42.145	126.298	205.281	10.995	75.941	658.572
																	658.572

Fuente: Secretaría de Energía, con información proporcionada por Pemex, CFE e IMF. La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.

**Cuadro 3,38**  
Balance de Energía para la región centro, en el año 2007.

	Petróleo crudo	Condensados	Nucleoenergía	Hidroenergía	Geoenergía	Energía eólica	Bagozo de caña	Leña	Total de energía primaria	Gas LP	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Productos no energéticos	Electricidad	Total de energía secundaria	Total
Producción	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	97.023
Importación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variación de inventarios	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474	-1.474
Oferta total	0.000	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.634	53.738	97.023	0.014	-0.771	0.459	-1.647	0.481	-0.009	0.000	-1.474	95.549
Exportación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No aprovechada	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.072	0.000	-0.072	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Magalla intercambio neto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Intercambio regional neto	594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	594.442	161.149	194.477	-1.251	9.410	-76.380	17.587	140.196	445.189	1.039.631
Oferta interna bruta	594.442	0.000	0.000	33.348	3.302	0.000	6.562	53.738	691.304	161.163	193.705	-0.792	7.763	-75.899	17.578	140.196	443.715	1.135.108
Total transformación	-594.442	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-631.093	-10.815	-187.136	-42.145	-126.298	-143.145	-10.955	-75.941	-596.436	-34.657
Coquizadoras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Refinerías y despurificadoras	-594.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-594.442	10.815	187.136	-42.145	-126.298	-205.281	-10.955	0.000	582.631	-11.812
Plantas de gas y fraccionadoras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Centrales eléctricas CFE y LFC	0.000	0.000	0.000	-33.348	-3.302	0.000	0.000	0.000	-36.651	0.000	0.000	0.000	0.000	-62.136	0.000	75.941	13.805	-22.846
Centrales eléctricas PIE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Consumo propio del sector	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.014	-0.412	-24.936	0.000	-4.024	-29.387	-29.387
Diferencia estadística	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002
Pérdidas (transm., dist. y almac.)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.857	-58.857	-58.857
Consumo final total	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.562	53.738	60.300	171.978	380.842	41.339	133.649	42.310	28.533	153.258	951.909	1.012.209
							Producción bruta de energía secundaria:	10.815	187.136	42.145	126.298	205.281	10.955	75.941	658.572			

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).  
La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.



**Cuadro 3.39**  
Balance de Energía para la región centro, en el año 2008.

	Petróleo crudo	Condensados energía	Nucleo- energía	Hidro- energía	Geo- energía	Energía eólica	Bagazo de caña	Leña	Total de energía primaria	Gas LP	Gasolinas y naftas sanas	Quero- sanos	Diesel	Combus- toleo	Prod. no ener- geticos	Electri- cidad	Total de energía secundaria	Total
Producción	0.00	0.00	0.00	31.75	3.19	0.00	5.79	53.54	94.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.27
Importación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.42
Variación de inventarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	-0.47	0.59	-2.00	-3.11	-0.01	0.00	-4.97	-4.97
Oferta total	0.00	0.00	0.00	31.75	3.19	0.00	5.79	53.54	94.27	0.03	179.95	0.59	-2.00	-3.11	-0.01	0.00	175.45	269.71
Exportación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No aprovechada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06
Maquila-intercambio neto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intercambio regional neto	430.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	430.03	173.98	121.18	-0.97	30.31	-74.04	11.98	160.52	422.98	853.00
Oferta interna bruta	430.03	0.00	0.00	31.75	3.19	0.00	5.72	53.54	524.23	174.02	301.13	-0.38	28.31	-77.15	11.98	160.52	598.42	1,122.65
Total transformación	-430.03	0.00	0.00	-11.49	-1.16	0.00	0.00	0.00	-442.67	13.11	184.23	45.24	130.30	108.52	11.83	73.32	566.56	123.89
Coquizadoras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refinerías y despuntadoras	-430.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-430.03	13.11	184.23	45.24	130.30	174.93	11.83	0.00	559.65	129.63
Plantas de gas y fraccionadoras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Centrales eléctricas CFE y LFC	0.00	0.00	0.00	-11.49	-1.16	0.00	0.00	0.00	-12.65	0.00	0.00	0.00	0.00	-66.41	0.00	73.32	6.91	-5.74
Centrales eléctricas PIE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo propio del sector	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.19	-0.01	-0.64	0.00	0.00	-4.50	-25.34	-25.34
Diferencia estadística	0.00	0.00	0.00	-20.25	-2.04	0.00	0.00	0.00	-22.29	0.00	-10.37	0.00	2.80	-9.95	0.00	-4.97	-22.49	-44.78
Pérdidas (transp., dist. y almac)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-65.97	-65.97	-65.97
Consumo final total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.72	53.54	59.27	187.13	454.81	44.85	160.76	21.42	23.81	158.41	1,051.19	1,110.45
Producción bruta de energía secundaria:							13.11	184.23	45.24	130.30	174.93	11.83	73.32	632.97	632.97			

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), Semer.

La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.

**Cuadro 3.40**  
Balance de Energía para la región centro, en el año 2009.

	Petróleo crudo	Condensatos	Gas natural	Núcleo energía	Hidro-energía	Geo-energía eólica	Energía eólica	Bogazo de caña	Leña	Total energía primaria	Coque de petróleo	Gas LP	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Prod. no energéticos	Gas seco	Electricidad	Total energía secundaria	Total
Producción	0.00	0.00	0.00	8.49	7.49	0.00	6.12	56.74	78.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.85
De otras fuentes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Importación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.61	0.00	22.61	228.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	251.41
Variación de inventarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	229.66	0.23	-0.24	-6.18	0.06	8.36	0.00	0.00	0.00	3.24
Oferta total	0.00	0.00	0.00	8.49	7.49	0.00	6.12	56.74	78.85	22.61	0.15	229.66	0.23	-0.24	-6.18	0.06	8.36	0.00	0.00	0.00	333.50
Exportación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maquila-intercambio neto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intercambio regional neto	658.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	658.10	16.66	167.94	-10.05	-1.40	26.65	-119.87	54.25	230.76	158.07	523.01	1,181.11	
Energía no aprovechada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07
Oferta interna bruta	658.10	0.00	0.00	8.49	7.49	0.00	6.05	56.74	736.88	39.27	168.09	219.61	-1.17	26.41	-126.04	54.30	239.11	158.07	777.65	1,514.53	
Total transformación	-658.10	0.00	0.00	-8.49	-7.49	0.00	0.00	0.00	-674.09	0.00	16.01	200.27	44.39	124.85	145.40	13.92	-91.78	70.86	523.92	-150.17	
Coquizadoras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Refinerías y disp.	-658.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-658.10	0.00	16.01	200.27	44.39	124.85	205.70	13.92	15.45	0.00	620.59	-37.51	
Rentas de gas y f.aec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Centrales eléctricas	0.00	0.00	0.00	-8.49	-7.49	0.00	0.00	0.00	-15.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-60.30	0.00	-107.23	70.86	-96.67	-112.66	
Consumo propio sector	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.70	0.00	0.00	-42.99	-3.47	-47.18	-47.18	
Transf. interproductos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Recirculaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Diferencia estadística	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.10	0.00	-5.84	-13.94	-13.94	
Pérdidas (transp. dist.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-64.31	-64.31	
Consumo final total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.05	56.74	62.79	39.27	184.10	419.88	43.22	150.56	19.35	60.12	104.34	155.30	1,176.14	1,238.94	
Producción bruta de energía secundaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.01	200.27	44.39	124.85	205.70	13.92	15.45	70.86	691.45	691.45	

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE). Sener.

La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.



### 3.7 Referencias

Información recibida y sitios de internet consultados

SENER

Sistema de Información Estadística en Energía: <http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController?action=login>

Balances energéticos nacionales: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1608&cx=016041137291724762691%3At7lsrffmdbw&cof=FORID%3A111&palabras=&q=BALANCE+DE+ENERG%C3%8DA+site%3Awww.energia.gob.mx&x=0&y=0#1043>

PEMEX

Anuarios estadísticos de PEMEX:

<http://www.ri.pemex.com/index.cfm?action=content&sectionID=134&catID=12202>

Información recibida de la Subdirección Comercial. Gerencia de Ventas a Estaciones de Servicio. Subgerencia de Ventas Regional Centro de PEMEX Refinación mediante oficio No. PXR-SC-GVES-989-2010 de fecha 17 de Noviembre del 2010

CFE

Información estadística de CFE

<http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/Paginas/Estadistica.aspx>

### Anexo Estadístico

**Cuadro AE.1**

Poderes caloríficos netos y equivalencias energéticas

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Petróleo crudo (promedio de la producción)	(MJ/bl)	6,225	6,147	6,155	6,382	6,381	
Condensados	(MJ/bl)	3,879	3,879	3,879	4,845	4,944	
Gas natural (promedio asociado y no asociado)	(kJ/m3)	41,097	41,693	39,383	38,675	40,128	
Gas natural asociado <sup>1</sup>	(kJ/m3)	44,077	45,344	41,283	40,053	39,942	
Gas natural no asociado	(kJ/m3)	38,116	38,041	37,482	37,296	40,314	
Carbón térmico nacional	(MJ/t)	19,405	19,405	19,405	19,405	19,405	
Carbón térmico de importación	(MJ/t)	25,284	25,284	25,284	25,284	25,284	
Carbón siderúrgico nacional	(MJ/t)	21,952	19,922	21,435	19,987	19,987	
Carbón siderúrgico de importación	(MJ/t)	29,559	29,559	29,559	29,559	29,559	
Gasolinas naturales	(MJ/bl)	4,781	4,781	4,781	4,781	4,781	
Coque de petróleo	(MJ/t)	30,675	30,675	31,424	31,424	31,424	

Gas licuado	(MJ/bl)	3,765	3,765	4,177	4,251	4,248
Gasolinas y naftas	(MJ/bl)	4,872	4,872	5,025	5,542	5,182
Metil-terbutil-éter (MTBE)	(MJ/bl)	4,758	4,758	4,611	5,149	4,473
Querosenos	(MJ/bl)	5,223	5,223	5,376	5,450	5,477
Diesel	(MJ/bl)	5,426	5,426	5,652	5,952	5,692
Combustóleo	(MJ/bl)	6,019	6,019	6,271	6,429	6,538
Asfaltos	(MJ/bl)	6,642	6,642	6,624	6,444	6,691
Lubricantes	(MJ/bl)	6,182	6,211	6,182	5,970	5,970
Gas seco <sup>2</sup>	(kJ/m <sup>3</sup> )	33,913	33,913	33,913	33,913	33,913
Azufre	(MJ/t)	8,831	9,007	9,043	9,269	9,177
Etano	(MJ/bl)	2,851	2,849	2,854	2,854	2,850
Materia prima para negro de humo	(MJ/bl)	6,194	6,194	6,194	6,194	6,349
Gas seco de exportación	(kJ/m <sup>3</sup> )	35,812	35,812	35,812	35,812	35,812
Gas seco de importación	(kJ/m <sup>3</sup> )	34,399	34,614	34,614	34,614	34,614
Coque de carbón	(MJ/t)	26,521	26,521	26,521	26,521	26,521
Leña	(MJ/t)	14,486	14,486	14,486	14,486	14,486
Bagazo de caña	(MJ/t)	7,055	7,055	7,055	7,055	7,055
Equivalente de electricidad en términos secundarios	(MJ/MWh)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Uranio	(MJ/g)	3,287	3,287	3,287	3,287	3,287

## Anexo Metodológico

### AM 1. Balance de energía

El balance Estatal presenta la información relativa a la **oferta y demanda** de energía para una zona geográfica específica, tanto a nivel nacional como regional, y está asociada a un periodo de tiempo determinado. Se basa en un conjunto de relaciones de equilibrio que contabilizan la energía que se produce (origen), la que se intercambia con el exterior, la que se transforma, la de consumo propio, la no aprovechada y la que se destina a los distintos sectores y agentes económicos (destino final). En el caso de los balances regionales se consideran también los intercambios regionales netos.

El balance comprende un conjunto de fuentes de energía, que pueden ser primarias y secundarias, presentadas en columnas. Los procesos a los que estas fuentes son sometidas se muestran en filas. Es importante señalar que en la presente edición del Balance Estatal de Energía se introdujeron mejoras, ampliación de la información y algunas correcciones en la metodología, como es el caso del cambio al método de “contenido energético físico” de la electricidad primaria.

## AM 2. Unidades de medida

Los combustibles se miden con fines comerciales y para monitorear los flujos, tanto de oferta, como de demanda. Existe una gran diversidad de unidades de medida, dependiendo del estado físico de los energéticos (toneladas, barriles, pies cúbicos, calorías, litros, watts por hora, etc), lo que impide su comparación directa. Por ello es necesario adoptar una unidad común para las distintas fuentes de energía.

El Balance Estatal de Energía utiliza el joule (J) como unidad común. De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Sistema General de Unidades de Medida es el único instrumento legal de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, donde se determina que la cantidad de calor debe expresarse en joules<sup>31</sup>. Sin embargo, debido a la importancia que tienen los hidrocarburos en la oferta y demanda de energía en México, se concluyen los balances de energía para 2009 y 2010, expresados en términos de barriles de petróleo crudo equivalente (bpce).

### *Poder calórico bruto (PC)*

Es la cantidad total de calor que se libera en un proceso de combustión.

### *Poder calórico neto (PCN)*

Es la cantidad de calor que se produce en la combustión, excluyendo el calor no recuperable. Equivale al calor del proceso de combustión que se aprovecha en la práctica. Para el carbón mineral y los combustibles líquidos, el poder calórico neto es de 5% menor que el bruto. Para las diversas modalidades de gas natural y procesado, la diferencia entre bruto y neto es 10%. Para el caso de la electricidad no hay diferencia alguna entre ambos poderes caloríficos.

**El Balance Estatal de Energía presenta las estadísticas en términos del poder calórico neto.** Esto con el fin de que la información sea comparable con la de los organismos nacionales<sup>32</sup>.

## AM 3. Factores de Conversión

Los factores de conversión utilizados en la elaboración del Balance Estatal de Energía son los siguientes:

**Cuadro AE.1**

Datos de conversión de unidades y prefijos de magnitud

Equivalencias de masa	
1,000 kilogramos = 1 tonelada métrica	
Equivalencias de volumen	
1 galón = 3.7854 litros	1 metro cúbico = 6.2898 barriles
42 galones = 1 barril	1 metro cúbico = 35.31467 pies
1 barril = 158.9873 litros	
Equivalencias de energía	
1 caloría = 4.1868 joules	
1 megawatt por hora = 3,600 megajoules	
Prefijos métricos	
E Exa = $10^{18}$	G Giga = $10^9$
P Peta = $10^{15}$	M Mega = $10^6$
T Tera = $10^{12}$	K kilo = $10^3$

Múltiplos (volumen y peso)		
Símbolo	Descripción	Factor
M	miles	$10^3$
MM	millones	$10^6$
MMM	miles de millones	$10^9$

**AM.4 Estructura del Balance***AM 4.1. Descripción general*

El Balance Estatal de Energía presenta en columnas las fuentes primarias y secundarias de energía, mientras que en las filas se presentan los procesos que conforman la oferta, la transformación y el consumo final de energía.

De manera general, la oferta interna bruta resulta de sumar la producción, otras fuentes, la importación y la variación de inventarios, menos la exportación y las operaciones de maquila-intercambio neto. Por su parte, la demanda es la suma del consumo del sector energético, las recirculaciones, la diferencia estadística y el consumo final total. Cada uno de estos flujos será detallado más adelante.

**AM 4.2. Fuentes de energía**

Las fuentes de energía son aquellas que producen energía útil directamente o por medio de una transformación. Éstas se clasifican en dos tipos: primarias

y secundarias. Las fuentes primarias y secundarias se pueden clasificar en renovables y no renovables.

Las fuentes renovables de energía se definen como la energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales, con posibilidades técnicas de ser explotadas económicamente. Las principales fuentes renovables consideradas en el Balance son la **hidroenergía y la biomasa**. Éstas se aprovechan principalmente en la generación de energía eléctrica y en otras aplicaciones como bombeo, iluminación y calentamiento de agua. Las no renovables son aquellos que se extraen de los depósitos geológicos que se formaron a partir de biomasa y también considera los combustibles secundarios producidos en base a un combustible fósil.

#### *AM 4.2.1 Energía primaria*

La energía primaria comprende aquellos productos energéticos que se extraen o captan directamente de los recursos naturales como el carbón mineral, petróleo crudo, condensados, gas natural, nucleenergía, hidroenergía, geoenergía, energía eólica, energía solar, bagazo de caña, leña. Este tipo de energía se utiliza como insumo para obtener productos secundarios o se consume en forma directa.

#### *AM 4.2.2. Carbón mineral*

Es un combustible sólido, de color negro o marrón, que contiene esencialmente carbono y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. Proviene de la degradación de organismos vegetales durante un largo periodo.

Las cifras de carbón que se registran en el Balance se refieren a dos tipos:

- Siderúrgico: carbón con bajo contenido de cenizas, característica que favorece que éste sea transformado en coque de carbón, y,
- Térmico lavado: carbón con alto contenido de cenizas y finos, de flama larga y adecuado para su empleo en la generación eléctrica.

#### *AM 4.2.3. Petróleo crudo*

Líquido aceitoso de color café oscuro que se presenta como un fluido viscoso y se le encuentra almacenado en el interior de la corteza terrestre. Su cálculo excluye la producción de condensados y líquidos del gas natural obtenidos en plantas de extracción de licuables.

**Cuadro AE.2**

El petróleo crudo producido se clasifica en:

	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad (grados API)
Extrapesado	>1.0	10.0
Pesado	1.0-0.92	10.0-22.3
Mediano	0.92-0.87	22.3-31.1
Ligero	0.87-0.83	31.1-39.0
Superligero	<0.83	>39.0

Para el mercado de exportación se preparan cuatro variedades de petróleo:

- Altamira: crudo pesado con densidad de 16.8° API y con un contenido de 5.5% de azufre;
- Maya: crudo pesado con densidad de 22° API y con un contenido de 3.3% de azufre;
- Istmo: crudo ligero con densidad de 33.6° API y 1.3% de azufre,
- Olmeca: crudo súper ligero con densidad de 39.3° API y 0.8% de azufre.

El petróleo crudo se utiliza como materia prima para su proceso en refinerías y para su fraccionamiento en derivados.

*AM 4.2.4. Condensados*

Compuestos líquidos que se recuperan en instalaciones de separación de los campos productores de gas asociado. Se incluyen líquidos recuperados en gasoductos, los cuales se condensan durante el transporte del gas natural. Se componen básicamente de pentanos y líquidos más pesados.

Por su contenido de azufre, los condensados se clasifican en:

- Amargos: condensados sin la eliminación de los gases ácidos que acompañan a los hidrocarburos extraídos de los yacimientos, y
- Dulces: condensados que han sido tratados en plantas para eliminar los gases ácidos.

Los condensados son enviados a refinerías y plantas de gas para su proceso y fraccionamiento en derivados.

*AM 4.2.5. Gas natural*

Es una mezcla de hidrocarburos parafínicos ligeros con el metano como su principal constituyente. También contiene pequeñas cantidades de etano y



propano, así como proporciones variables de gases no orgánicos, nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. El gas natural puede encontrarse asociado con el petróleo crudo o independiente en pozos de gas no asociado o gas seco. El gas natural es enviado a plantas de gas, en donde se obtiene el gas seco, gas licuado, nafta y etano.

#### *AM 4.2.6. Nucleoenergía*

Energía contenida en el mineral de uranio después de pasar por un proceso de purificación y enriquecimiento. Se considera energía primaria únicamente al contenido de material fisionable del uranio, el cual se usa como combustible en los reactores nucleares.

#### *AM 4.2.7. Hidroenergía*

Esta fuente se define como la energía potencial de un caudal hidráulico.

#### *AM 4.2.8. Geoenergía*

Es la energía almacenada bajo la superficie de la tierra en forma de calor y que emerge a la superficie en forma de vapor.

#### *AM 4.2.9. Energía eólica*

Energía que se obtiene mediante un conjunto turbina-generador, el cual es accionado por la fuerza del viento.

#### *AM 4.2.10. Energía solar*

Es la energía producida por la radiación solar y utilizada para calentamiento de agua y generación de electricidad, a partir de calentadores solares y módulos fotovoltaicos. No se incluye la energía solar pasiva para calefacción e iluminación directas.

#### *AM 4.2.11. Gasolinas*

- Gasolina de aviación: mezcla de naftas reformadas de elevado octanaje, alta volatilidad y estabilidad, y un bajo punto de congelamiento. Se usa en aviones con motores de pistón;
- Gasolina automotriz: mezcla de naftas relativamente volátiles con especificaciones para su uso en motores de combustión interna de tipo automotriz;

- Gasolina natural: producto del procesamiento de gas natural. Sirve como materia prima en la industria petroquímica o se mezcla directamente con las naftas, y
- Nafta: es un producto del procesamiento del petróleo y del gas natural. Se emplea como materia prima en la industria petroquímica, como solvente en la manufactura de pinturas y barnices, así como limpiador en la industria.

#### *AM 4.2.12. Querosenos*

Combustible líquido compuesto por la fracción del petróleo que se destila entre 150 y 300 °C. Los querosenos se clasifican en dos grupos:

- Turbosina: combustible con un grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que el querosén común y se utiliza en el transporte aéreo para motores de turbina, y
- Otros querosenos: se utilizan para cocción de alimentos, alumbrado, motores, equipos de refrigeración y como solvente para asfaltos e insecticidas de uso doméstico.

#### *AM 4.2.13. Diesel*

Combustible líquido que se obtiene de la destilación del petróleo entre los 200 y 380° C. Es un producto de uso automotriz e industrial, que se emplea principalmente en motores de combustión interna tipo diesel. En este grupo se incluye el Pemex diesel, el diesel desulfurado, el diesel marino y el gasóleo industrial. Este último fue sustituido por el combustible industrial a partir de 1998, y posteriormente dejó de comercializarse en abril del 2001.

#### *AM 4.2.14. Combustóleo*

Combustible residual de la refinación del petróleo. Abarca todos los productos pesados y se incluye el residuo de vacío, *Virgin Stock*, residuo de absorción y residuo largo. Se utiliza principalmente en calderas, plantas de generación eléctrica y motores para navegación. Se divide en combustóleo pesado, ligero e intermedio.

#### *AM 4.2.15. Productos no energéticos o materia prima*

Son productos que se utilizan como materia prima, aun cuando poseen un considerable contenido de energía. Los productos no energéticos considera-

dos en el Balance son asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas, etano (excluyendo el inyectado a ductos de gas seco), propano-propileno, butano-butileno, azufre y materia prima para negro de humo (el negro de humo se utiliza en la industria del hule sintético y natural para la fabricación de llantas, etc.

#### *AM 4.2.16. Gas seco*

Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas natural, en refinerías y en plantas de gas después de extraer los licuables. Se compone por metano y pequeñas cantidades de etano. Incluye gas residual y gas seco de refinerías. El gas seco es utilizado como materia prima en la industria Petroquímica de Pemex, en donde se produce principalmente metanol y amoníaco. Por otro lado, se utiliza como combustible en el sector petrolero, industrial (incluido el petroquímico), residencial, servicios y en centrales eléctricas.

#### *AM 4.2.17. Electricidad*

Es la energía transmitida por electrones en movimiento. Este rubro incluye la energía eléctrica generada por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y los Productores Independientes de Energía (PIE).

El SEN es el conjunto de instalaciones destinadas a la generación, transmisión, distribución y venta de energía eléctrica de servicio público en toda la República, estén o no interconectadas. Los PIE son titulares de un permiso para generar energía eléctrica destinada exclusivamente para su venta a CFE.

La autogeneración de electricidad de la industria entregada a la red del SEN, se registra por el momento en la diferencia estadística de electricidad.

### **AM 4.3. Flujos de energía**

#### *AM 4.3.1. Oferta total*

Es la suma de la producción, de las otras fuentes, de la importación y de la variación de inventarios, tanto de energía primaria como secundaria.

##### *AM 4.3.1.1. Producción*

Se define como la energía extraída de reservas fósiles y fuentes de biocombustibles, así como la captación y aprovechamiento de las energías renovables a partir del agua, viento, luz solar, etc., y que es explotada y producida dentro del territorio nacional, y técnica y económicamente utilizable o comercializable.

*AM 4.3.1.2. De otras fuentes*

Se refiere principalmente al gas residual que Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) entrega a Pemex Exploración y Producción (PEP) para ser utilizado en bombeo neumático y sellos en los campos productores de petróleo crudo y gas natural. De igual forma, se incluye al gas de formación empleado por PEP, el cual está compuesto por el gas recirculado de formación y el gas de pozos de alta presión.

*AM 4.3.1.3. Importación*

Incluye las fuentes primarias y secundarias localizadas fuera de las fronteras, que ingresan al país o al estado para formar parte de la oferta total de energía. En el caso de las gasolinas y naftas, se incluyen las importaciones

*AM 4.3.1.4. Variación de inventarios*

Contabiliza la diferencia entre la existencia inicial (1° de enero) y la existencia final (31 de diciembre) de productos almacenados.

Para el Balance Estatal de Energía, un valor positivo en la variación de inventarios es una desacumulación real en los almacenes, en los ductos, en las terminales y/o en cualquier otra modalidad de almacenamiento. De esta forma, una variación de inventarios positiva aumenta la oferta total de energía. Análogamente, un valor negativo en la variación de inventarios genera una disminución en la oferta total de energía, y por tanto, es equivalente a una acumulación en los mismos.

*AM 4.3.2. Oferta interna bruta o consumo estatal de energía*

La oferta interna bruta es igual a la oferta total (3.1) menos la exportación y las operaciones de maquila-intercambio neto. Representa la disponibilidad, en el territorio estatal, de la energía que puede ser destinada a los procesos de transformación, distribución y consumo.

*AM 4.3.2.1. Exportación*

Es la cantidad de energía primaria y secundaria que se destina para su uso fuera del territorio nacional o estatal. En la representación matricial del Balance las exportaciones se expresan con signo negativo, ya que éstas reducen la oferta interna bruta de energía.

*AM 4.3.2.2. Maquila-intercambio neto*

Este rubro registra las negociaciones especiales de México y del estado con empresas extranjeras. Mediante estas negociaciones se entrega petróleo crudo a cambio de productos petrolíferos. En la actualidad se reciben gasolinas y naftas, querosenos y diesel.

*AM 4.3.2.3. No aprovechada*

Es la energía que, por la disponibilidad técnica y/o económica de su explotación, actualmente no está siendo utilizada. Lo más común a tratarse en este rubro son el gas natural y condensados que se pierden en el proceso de extracción (envío a la atmósfera), el petróleo crudo derramado y el bagazo de caña no utilizado.

*AM 4.3.3. Consumo estatal de energía o demanda de energía*

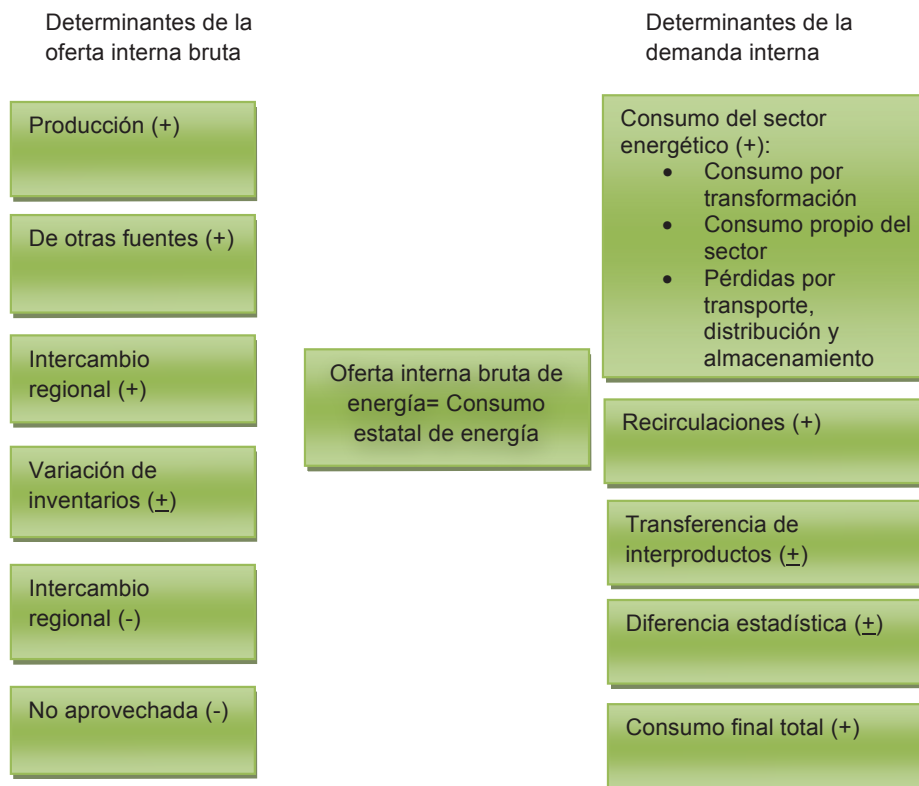
La demanda de energía o consumo estatal de energía está compuesta por el consumo del sector energético, por las recirculaciones, por la diferencia estadística y por el consumo final total.

*AM 4.3.3.1. Consumo del sector energético*

A este apartado pertenecen los centros de transformación, el consumo propio del sector, y las pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento.

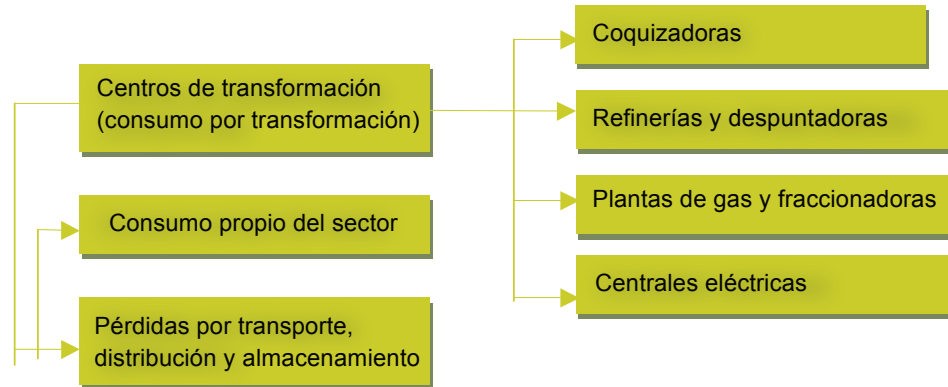
**Esquema AE.1**

Flujo de la oferta interna bruta o consumo estatal de Energía



### Esquema AE.2

#### Consumo del sector energético



#### AM 4.3.3.1.1. Centros de transformación

Se refiere a los centros en donde se procesa la energía primaria para obtener productos secundarios que poseen las características específicas para ser consumidos. En el caso del Balance Estatal de Energía se consideran solamente los siguientes tipos de centros de transformación:

- Refinerías y despuntadoras: plantas de proceso donde se separa el petróleo crudo en sus diferentes componentes: gas de refinerías, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos y coque de petróleo.
- Centrales eléctricas: plantas integradas por un conjunto de unidades de generación, equipos auxiliares, subestaciones y equipos de transmisión de energía eléctrica. Estas centrales se clasifican en cinco tipos, según las fuentes de energía que utilizan para generar electricidad.
- Termoeléctricas: su funcionamiento se basa en la combustión de productos petrolíferos, de gas seco y de carbón para producir vapor de agua, el cual es convertido en energía eléctrica al ser expandido en una turbina;
- Hidroeléctricas: su funcionamiento está basado en el principio de turbinas hidráulicas que rotan al impulso de un flujo de agua y mueven generadores eléctricos;

A partir del año 2000 se distingue el consumo de energía de las centrales eléctricas del Sistema Eléctrico Nacional y el correspondiente a los Productores Independientes de Energía (PIE).

El factor de planta es la relación entre la energía eléctrica producida por un generador o conjunto de generadores, durante un intervalo de tiempo



determinado, y la energía que habría sido producida si este generador o conjunto de generadores hubiese funcionado durante el mismo intervalo a su potencia máxima posible. Se expresa en porcentaje.

*AM 4.3.3.1.2. Consumo propio*

Es la energía primaria y secundaria que el sector energético utiliza para el funcionamiento de sus instalaciones. En el caso del sector eléctrico se incluyen los autoconsumos en generación, transmisión y distribución.

**AM 4.3.3.1.3. Pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento**

Son mermas de energía que ocurren durante la serie de actividades que se dan desde la producción hasta el consumo final de la energía. En el caso de los productos petrolíferos, estas pérdidas se incorporan en los consumos propios.

*AM 4.3.3.2. Recirculaciones*

Gas seco utilizado en bombeo neumático y sellos, el cual se define como un sistema artificial de producción que se emplea para elevar el fluido de un pozo de petróleo mediante la inyección de gas a través de la tubería de producción.

*AM 4.3.3.3. Transferencia interproductos*

Son movimientos entre fuentes de energía debidos principalmente a reclasificaciones o cambios de nombre; por ejemplo, el gas natural directo de campos es inyectado a ductos de gas seco, y por ello se reclasifica. La cantidad transferida se muestra con un signo negativo; en cambio, en la columna de la fuente de energía que recibe la transferencia con signo positivo. De esta manera, la suma de todas las fuentes de energía en este renglón debe ser cero.

*AM 4.3.3.4. Diferencia estadística*

Es una variable de ajuste que sirve para compensar las diferencias entre la oferta y la demanda de energía producidas por la conversión de unidades, la diferencia de mediciones en las instalaciones del sector y la información relativa a otras cuentas no detalladas anteriormente. Como ejemplo de lo anterior, en el caso de las gasolinas, querosenos y diesel, en la diferencia estadística se incluyen las variaciones de los inventarios de las estaciones de servicio y otras a cargo de los particulares y de las cuales no se tiene información específica.

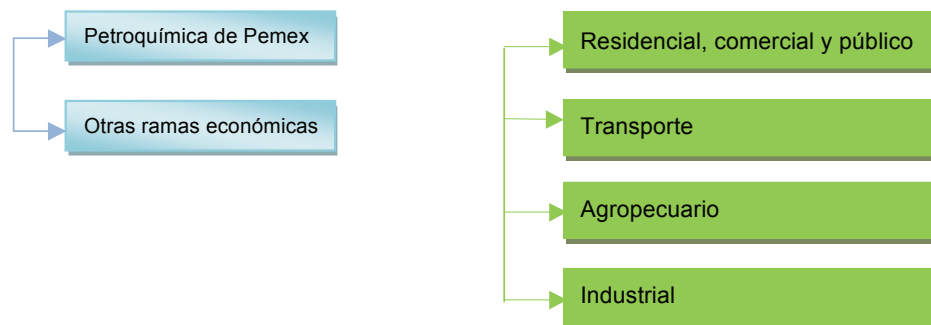
La diferencia estadística en el caso del sector eléctrico comprende los excedentes de autoabastecimiento que se vendieron al SEN y el autoabastecimiento remoto (porteo) que utiliza la red de transmisión y distribución del SEN.

*AM 4.3.3.5. Consumo final total de energía*

Es la energía y la materia prima que se destinan a los distintos sectores de la economía para su consumo. El consumo final de electricidad incluye el porteo.

**Esquema 3**

Consumo final total de energía

*AM 4.3.3.5.1. Consumo final no energético*

Registra el consumo de energía primaria y secundaria como materia prima. Este consumo se da en los procesos que emplean materias primas para la elaboración de bienes no energéticos, por ejemplo: Pemex Petroquímica utiliza gas seco y derivados del petróleo para elaborar plásticos, solventes, polímeros, caucho, entre otros. En otras ramas económicas se incluye el bagazo de caña utilizado para la fabricación de papel, tableros aglomerados y alimento para ganado.

*AM 4.3.3.5.2. Consumo final energético*

Esta variable se refiere a los combustibles primarios y secundarios utilizados para satisfacer las necesidades de energía de los sectores residencial, comercial y público, transporte, agropecuario e industrial.

*AM 4.3.3.5.2.1. Sector residencial, comercial y público*

*Residencial:* es el consumo de combustibles en los hogares urbanos y rurales del país. Su principal uso es para cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, iluminación, refrigeración y planchado;

- *Comercial:* es el consumo de energía en locales comerciales, restaurantes, hoteles, entre otros, y
- *Servicio público:* este sector incluye el consumo de energía en el alumbrado público, en el bombeo de agua potable y aguas negras, así como en la tarifa temporal.

#### AM 4.3.3.5.2.2. Sector transporte

- *Autotransporte*: incluye la energía consumida en los servicios de transporte terrestre para el movimiento de personas y carga;
- *Aéreo*: se refiere al combustible que se consume en vuelos nacionales e internacionales. No se incluyen las compras que las líneas aéreas hacen en el extranjero;
- *Ferrovionario*: se refiere al consumo realizado por los distintos concesionarios particulares del transporte ferroviario en el país, incluyendo los sistemas de transporte colectivo;
- *Marítimo*: incluye las ventas regionales de combustibles, como el diesel marino o el combustóleo que son productos generados en la refinería de Tula y van dirigidos a la marina mercante, la armada nacional, empresas pesqueras y embarcaciones en general;
- *Eléctrico*: es el total de energía eléctrica consumida en el servicio público de transporte eléctrico para la movilización de personas.

#### AM 4.3.3.5.2.3. Sector agropecuario

Energía consumida para desempeñar todas las actividades relacionadas directamente con la agricultura y la ganadería. Ejemplos de este consumo son la electricidad necesaria para el bombeo de agua y riego, los combustibles utilizados en la agricultura mecanizada, en la ganadería, entre otros.

#### AM 4.3.3.5.2.4. Sector industrial

Este rubro comprende el consumo de energía de los procesos productivos del sector industrial en el que destacan las siguientes ramas identificadas: siderurgia, Pemex Petroquímica, química, cemento, minería, celulosa y papel, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, automotriz, aguas envasadas y construcción. Incluye el consumo de combustibles para autogeneración.

### AM 4.4. Metodología de cálculo

La elaboración del balance requiere de una metodología particular que ofrezca datos consistentes con unidades homogéneas de energía. Ello permite la comparación, tanto a nivel nacional como internacional, e integración de las distintas fuentes de energía para su análisis. El presente documento utiliza los criterios metodológicos de la Agencia Internacional de Energía (AIE) de la OCDE, que fueron reportados en sus balances energéticos anuales por la Secretaría de Energía del Gobierno Federal Mexicano.

El primer paso para la integración de las estadísticas del Balance es determinar los flujos de oferta y demanda por fuente energética.

El siguiente paso es identificar las distintas fuentes de información y buscar los mecanismos, canales e instrumentos de captación apropiados para la recopilación de las estadísticas.

Una vez que se recopila la información, ésta es validada para asegurarse que los datos cumplan con los requisitos de robustez, integridad y congruencia aritmética.

En una siguiente etapa, se elaboran los balances por producto en sus unidades originales y finalmente se elaboran los balances en petajoules. Existen algunos procedimientos específicos para algunas fuentes de energía, los cuales se presentan a continuación.

### Electricidad primaria

Anteriormente se utilizaba en “Método de Sustitución Parcial” para estimar la producción primaria. Este método utiliza el valor energético equivalente al monto hipotético del combustible requerido para generar una cantidad idéntica de electricidad de una central termoeléctrica. No obstante, la eficiencia promedio de las termoeléctricas oscila alrededor de 36%. Al momento de obtener la producción primaria, se traduce en un valor energético casi del triple (1/.36) de su contenido energético físico, lo que implica una pérdida por transformación carente de sustento físico.

En esta edición del Balance Estatal de Energía se utiliza el “Método del Contenido Energético Físico”, mismo que es utilizado por la AIE. En este método el valor energético físico en normal de la forma de la energía primaria se usa como cifra de producción, es decir, la cifra de generación bruta por fuente. La información histórica se corrigió para garantizar consistencia y comparabilidad en el tiempo.

### Leña

Para el caso de la leña se considera que toda la producción es consumida, ya que no se dispone e información relativa a sus inventarios, y dicho consumo se asigna en su totalidad al sector residencial. No obstante existe consumo en el sector industrial en micro y pequeñas empresas, especialmente del ámbito rural, dedicadas a la fabricación de ladrillos, alfarería, panaderías, tortillerías, entre otras.

El Balance de Energía del Estado de Hidalgo utilizó los resultados reportados en los balances energéticos regionales de 2005 al 2009 y se asume la metodología reportada en el Balance Energético Nacional del 2009, como la última empleada por esa dependencia federal. Para desagregar la información de la región Centro del país **se utilizaron datos de la superficie forestal y explotable para madera en cada uno de los estados de la región**

**Centro, contabilizando la superficie forestal de la región centro del país y determinando las porciones correspondientes a cada entidad federativa que la compone** con este dato fue posible distribuir la generación de leña combustible en cada entidad federativa y deducir el valor energético correspondiente al estado de Hidalgo.

### Coque de petróleo

A partir del año 2000 se estableció una presentación diferenciada en relación con el coque de carbón. La oferta total y la transformación consideran la información sobre importaciones proporcionada por el INEGI, además de la producción de Pemex. El consumo final total y por sectores se establece en función de las ventas por clientes reportadas por Pemex y a las importaciones realizadas por los particulares.

### AM 4.5. Fuentes de información

Las distintas fuentes de información se pueden clasificar en:

- Industria generadora de energía
- Cogeneradores y autogeneradores
- Consumidores

En nuestro país, la producción, comercio exterior y distribución de las principales fuentes de energía (hidrocarburos y electricidad) están a cargo, en su mayoría, de empresas públicas: Pemex y CFE. Esto permite tener bien caracterizados los flujos de oferta de la industria generadora de energía.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) son las principales fuentes para la integración del balance de energía en los sectores eléctricos y en la construcción de indicadores estatales de energía.

La integración de la información estadística relativa al consumo final de energía es más compleja debido a la heterogeneidad de los sectores que la consumen. Por ello, existen estrategias específicas para cada sector, dadas sus particularidades.

### AM 4.6. Marco metodológico para los balances regionales de energía

Se presentan balances regionales del año 2005 al 2006, reportados por la Secretaría de Energía e integrados de las diferentes fuentes de energía primaria, secundaria y total.

La clasificación por regiones es congruente con la utilizada por las Prospectivas del Sector Eléctrico, Mercado del Gas Natural, Mercado del Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos; que dividen al País en cinco zonas geográficas: Noroeste, Noreste, Centro-Occidente, Centro y Sur-Sureste; siendo la región Centro la de interés para el presente estudio.

Entidades federativas de la región Centro

Centro
Distrito Federal
Hidalgo
México
Morelos
Puebla
Tlaxcala

Los energéticos primarios para los cuales hay información regionalizada son petróleo crudo, condensados, gas natural, nucleenergía, hidroenergía, geoenergía, energía eólica, bagazo de caña y leña, faltando la relativa al carbón mineral y energía solar. En el caso de la energía secundaria se presentan los balances regionales de coque de petróleo, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos, gas seco y electricidad. No se dispone de información regional para el coque de carbón.

En esta edición del Balance Estatal de Energía se incluye por primera vez información regional de gas natural, coque de petróleo y gas seco.

La presentación de la información, para cada región, es en forma matricial, donde las columnas corresponden a las fuentes de energía y las filas a la oferta, transformación y consumo final, como sucede en el Balance Nacional de Energía. Adicionalmente, se incluye en los balances regionales una fila relativa al intercambio regional neto.

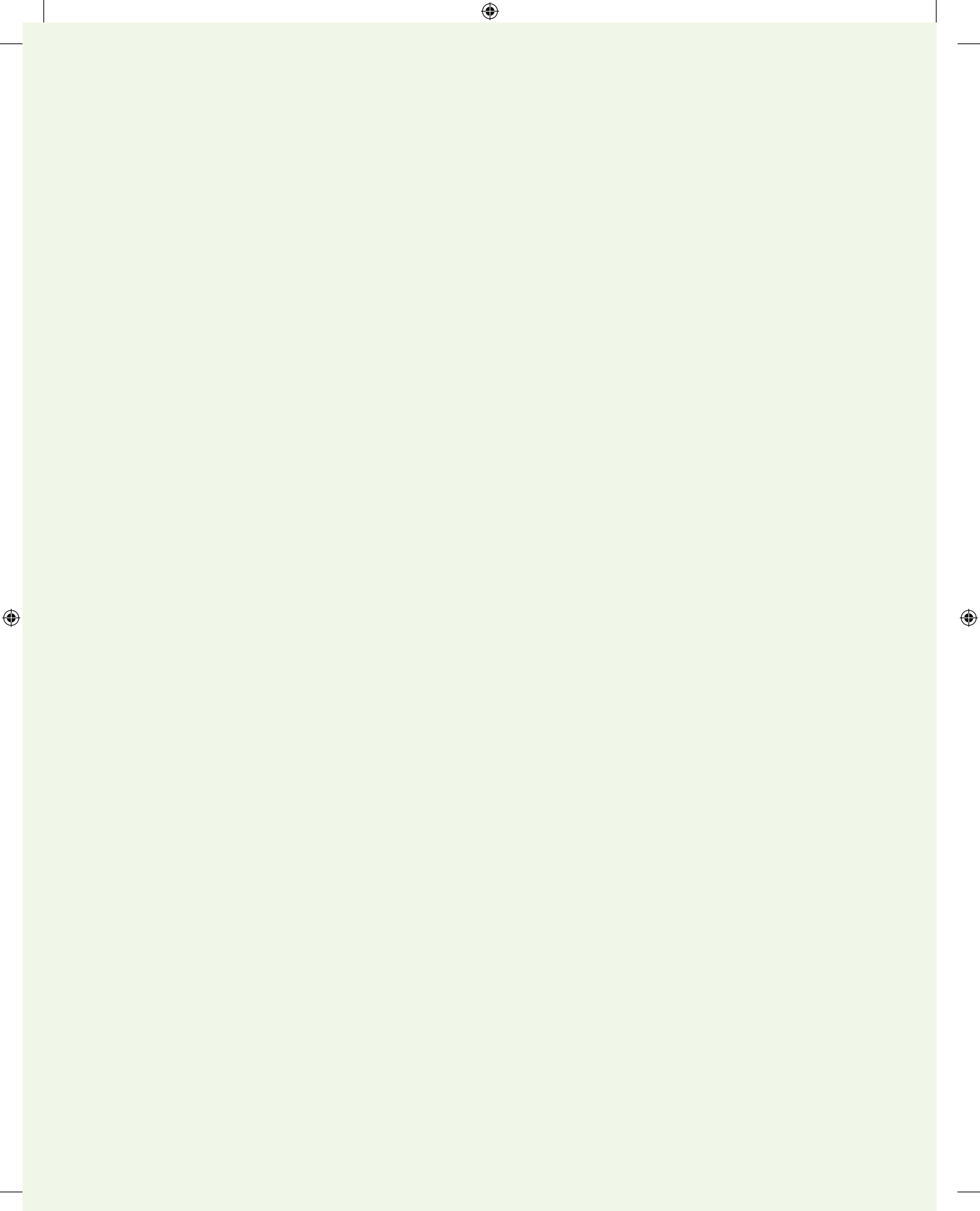
**AM 4.7. Elementos a mejorar del balance estatal de energía**

Existen diversos aspectos que pueden mejorar la calidad de la información presentada, algunos de los cuales no se han llevado a cabo debido a la necesidad de realizar estudios específicos e históricos, con el objetivo de mantener su consistencia en el tiempo. Sin embargo, se requiere diseñar y establecer un Sistema Estatal de Información Energética (SEIE) que logre consolidar la información estatal para la actualización de los datos presentados en el Balance.



Entre otros elementos, se considera conveniente:

- Aplicar una “Encuesta sobre el Consumo de Energía en el Sector Industrial” que tenga una amplia cobertura sectorial y un tamaño de muestra que sea representativo, con el objetivo de mejorar la confiabilidad, robustez y exactitud de la información.
- Profundizar el análisis de la distribución sectorial del consumo final de las diversas fuentes de energía primaria y secundaria, como son el gas natural, el gas licuado de petróleo, las gasolinas y naftas, los querosenos, el diesel, el combustóleo y los productos no energéticos.
- Explotar la información estatal proporcionada por el INEGI para determinar los consumos de energía por uso final.
- Realizar estudios de las principales ramas industriales para conocer más detalladamente los procesos de producción, consumos de energía y políticas para el ahorro y sustitución de energéticos que vienen llevando a cabo las empresas.
- Incorporar los residuos de animales, residuos vegetales (a excepción del bagazo de caña ya considerado), residuos industriales o recuperados y desechos como fuentes de energía, que pueden ser relevantes en la estructura energética del estado de Hidalgo y que podrían coadyuvar a la diversificación de fuentes de energía y a un uso más intensivo de las fuentes de energía renovables.
- Incorporar información sobre autogeneración de electricidad en el balance de electricidad y en la matriz del Balance Estatal de Energía.
- Incorporar información detallada sobre el consumo de energía del sector público a la matriz del Balance Estatal de Energía.
- Impulsar el aprovechamiento de las encuestas y censos que elabora el INEGI para estimar la demanda de energía con un mayor nivel de detalle.
- Los límites o elementos considerados en cada rama industrial para obtener las intensidades energéticas son objeto de mejora, dado que la inclusión o exclusión de ciertas unidades de producción pueden modificar los resultados.



# Capítulo 4

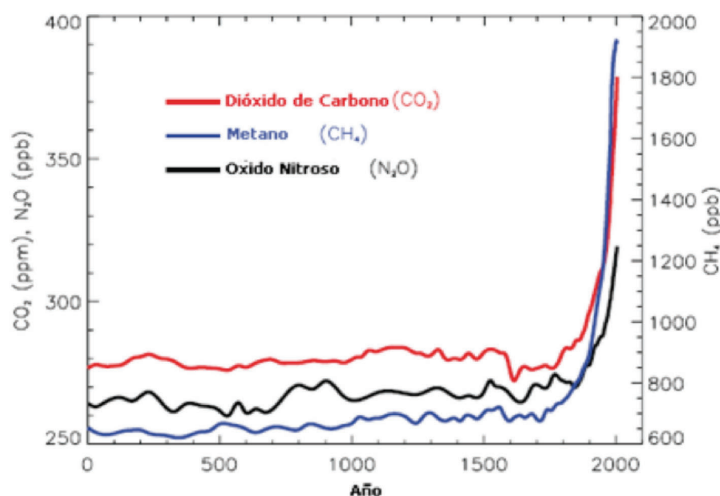


## Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Medidas de Mitigación en el Estado de Hidalgo



### Introducción

Según la CMNUCC, se denomina mitigación a “*la intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero*” (Pachauri y Reisinger, 2007). La mitigación es la única opción para evitar el aumento de las concentraciones de los gases GEI, cuyo comportamiento se muestra en la figura 4.1.



**Figura 4.1**

Concentraciones atmosféricas de GEI en el tiempo.

Fuente: IPCC 2007.

La estrategia para detener o moderar el acelerado aumento del calentamiento global y evitar mayores consecuencias de las alteraciones en el clima, pasa por dos tipos de acciones: a) las que son dirigidas a eliminar los GEI que actualmente existen en concentraciones no convenientes en la atmósfera, como es usual en los procesos de remediación ambiental. Estas tecnologías son costosas y en su mayoría no son sustentables: es decir, utilizan mucha energía y es frecuente que emitan más gases de lo que logran remediar. b) Las acciones dirigidas a disminuir o eliminar en los casos posibles, las emisiones GEI que favorecen el cambio climático. Estas son acciones preventivas y paliativas, de mayores posibilidades de aplicar por su menor costo en comparación con las primeras.

La aparente contradicción entre la limitación de la quema de combustibles en la transformación de energía para lograr la disminución de emisiones GEI y la consecuente desaceleración del desarrollo económico es salvable. Las actitudes catastrofistas no solucionan los problemas. Se acepta que si bien no es posible detener abruptamente las emisiones, existen soluciones para disminuirlas de modo que se mantengan a niveles aceptables para mantener la vida en el planeta, sin abandonar el nivel de desarrollo alcanzado en la sociedad. Por supuesto, esta decisión tiene un costo y hay que asumirlo: el costo sería aun mayor –y no solo en dinero- en caso de no hacer nada. La toma de una conciencia económica ante este problema, el conocimiento acerca de las demostradas causas del mismo y la acción colectiva basada en una educación de la sustentabilidad han sido ampliamente tratadas en publicaciones de altos impactos, como son el Informe Stern (Stern, 2007) y la Economía del Cambio Climático en México (Galindo, 2010), entre otros (ONU, 2010; CEPAL-ONU, 2010).

Estudios recientes sobre la economía del cambio climático coinciden en destacar que la mitigación que pudiera poner un límite razonable al incremento de la temperatura superficial promedio es costeable, se puede emprender con tecnologías ya conocidas, y sus costos serían muy inferiores a los denominados “costos de inacción” es decir, aquellos en los que se tendría que incurrir para atender los impactos económicos, sociales y ambientales resultado de la ausencia de políticas oportunas de mitigación y adaptación al cambio climático (CICC 2009). Además, ha sido ampliamente discutido mediante evidencia científica (IPCC 2007) que en general son necesarios gastos entre los 20-50 dólares por tonelada evitada (US\$/tCO<sub>2</sub>-eq) para estabilizar las emisiones globales. Sin embargo, una reducción de las emisiones más estricto, y consistente con el objetivo de estabilización climática entorno a los 2°C supondrá costos mayores y seguramente superior a los 80-100 US\$ por tonelada evitada (González-Eguino, 2011).

El problema del cambio climático no solamente es científico-técnico. Es un asunto económico y ante los eventos extremos, surgen sus efectos con un gran costo social. No hay otra opción: hay que mitigar las emisiones y de ser posible evitarlas. Y se trata de hacerlo entre todos los países.

Las medidas de mitigación resultan del diagnóstico que brinda el inventario de las emisiones de un país, estado, región o municipio. En este primer paso se detectan las fuentes de emisión más importantes, a las cuales hay que enfocar la atención.

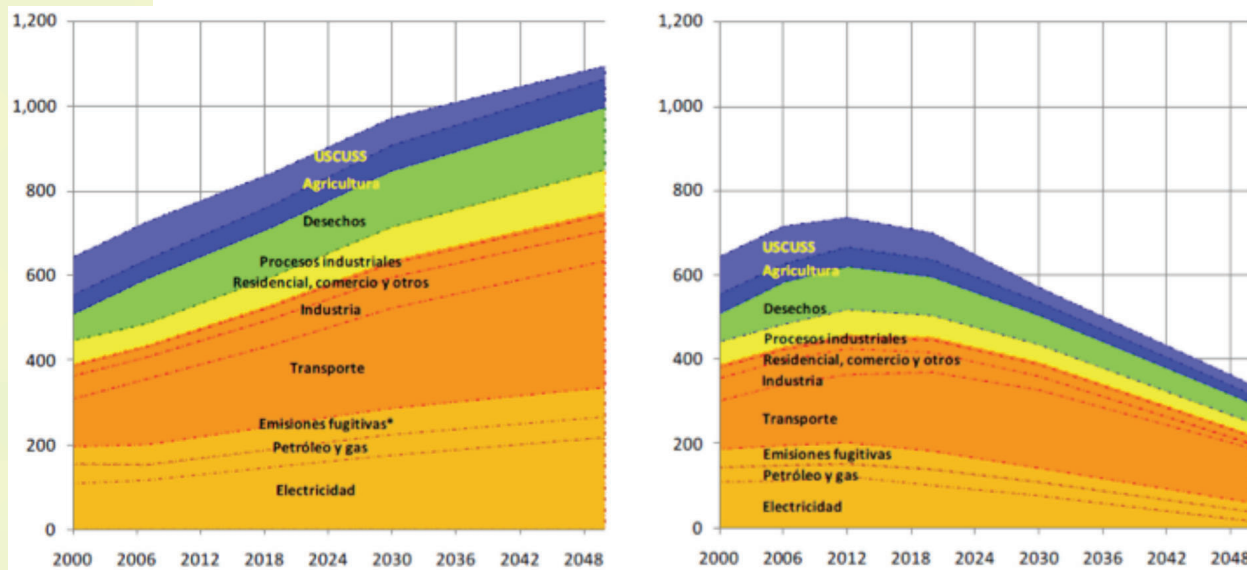
El presente capítulo de este Programa Estatal consiste en las Medidas de Mitigación de las emisiones de GEI para disminuir la intensidad del cambio climático.

De acuerdo con el Artículo 2<sup>do</sup> de la CMNUCC (1992) se estableció como objetivo “*lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible*”. Por lo anterior, México se ha comprometido a realizar acciones que conlleven al cumplimiento de este objetivo. Las acciones de mitigación pueden producir grandes beneficios al cambio climático en áreas ajenas del lugar en donde se aplican. Estas resultan en la reducción de problemas de salud, incremento del empleo, disminución de la contaminación, protección y restauración de los ecosistemas, reducción de las subvenciones e impuestos que intensifican las emisiones de gases de efecto invernadero, inducen el cambio hacia tecnologías limpias y su difusión, lo que contribuye a objetivos más amplios de desarrollo sostenible (IPCC 2001). Por otro lado la evaluación de mitigación se enfoca sobre oportunidades a largo plazo para reducir GEI y la mejora de los sumideros de C (Sathaye y Meyers, 1995). Esto debido a que toma tiempo para que los cambios puedan afectar las emisiones de GEI de una manera significativa. Sin embargo, algunos países podrían querer evaluar estrategias a corto plazo.

Los efectos que generan las estrategias de mitigación son difíciles de expresar en términos monetarios, pero el análisis de la relación costo-beneficio es muy útil para tener criterios en la toma de decisiones. No obstante, deben ser suplementados con evaluaciones cuantitativas y cualitativas de otros criterios: efectos ambientales complementarios, efectos económicos secundarios (creación de empleos) y consideraciones sociales y políticas (el impacto de la equidad social) (Sathaye y Meyers, 1995). Sin embargo, en mitigación de GEI el reto real es reducir la emisión en perspectivas a largo plazo.

La figura 4.2 muestra la concentración de emisiones a nivel mundial en unidades de CO<sub>2</sub> eq para el escenario base A en que no se considere ninguna medida (business as usual, BAU) y el escenario B en que se apliquen medidas para mitigar las emisiones.

Estudios preliminares indican que es factible dirigir las concentraciones hacia una estabilización a 450 ppm CO<sub>2</sub>eq, si se logran para el 2020 reducciones globales en el planeta del orden de 17 Gt CO<sub>2</sub>eq/año (reducción de 28% respecto al escenario tendencial), con tecnologías ya disponibles y a costos comprendidos entre -80 y +60 €/ton CO<sub>2</sub>eq, todo ello sin perjuicio para el crecimiento económico.



**Figura 4.2**

Trayectorias tendenciales de emisiones por sector clave para contribuir a la meta global de 450 ppm de CO<sub>2</sub>eq. A) Escenario actual; B) Escenario hacia 2050.

Fuente: CICC 2009.

La cantidad estimada adicional de inversión y de flujos financieros necesarios en 2030 para tratar el cambio climático es mayor comparado con la financiación actualmente disponible bajo la Convención y su Protocolo de Kioto, pero pequeña en relación al Producto Interno Bruto Global estimado (GDP) (el 0.3-0.5 %) y a la inversión global (el 1.1-1.7 %) en 2030. Se ha estimado que para el 2030 se requerirá de una inversión global adicional y de flujos financieros de **200 a 210 billones de dólares** para volver a las emisiones de gases de efecto invernadero a niveles actuales. Este cálculo fue reportado por Stern (2007) y sus conclusiones (Martínez, 2007) fueron las siguientes:

- *Las pruebas científicas son hoy día incuestionables: el cambio climático constituye una seria amenaza mundial, que exige urgentemente una respuesta asimismo mundial.*

- *El informe **Stern** concluye enfáticamente que los beneficios de la adopción de medidas prontas y firmes superará con creces los costes económicos de la pasividad.*
- *Utilizando los resultados de modelos económicos formales, el Informe ha calculado que, de permanecer inactivos, el coste y riesgo total del cambio climático equivaldrá a la pérdida de un mínimo del **5% anual del PIB global**, de ahora en adelante. Teniendo en cuenta una gama de riesgos y consecuencias más amplios, los cálculos de los daños que se producirían aumentarían a un mínimo del **20% del PIB**.*
- *Por el contrario, el coste de la adopción de medidas –reducción de las emisiones de gases invernadero para evitar las peores consecuencias del cambio climático-- puede limitarse al **1%, aproximadamente**, del PIB global cada año.*

Los métodos “top-down” asumen una perspectiva macroeconómica donde el costo de la mitigación se da en términos de pérdidas en los resultados económicos. El supuesto de esta aproximación se basa en que el escenario base representa el equilibrio económico, con todos los factores de producción empleados eficientemente resultan en precios actuales. Los métodos “bottom-up” se enfocan a las modificaciones de procesos individuales tales como el consumo de energía, producción de cultivos y manejo forestal. En cualquier caso el objetivo clave de una evaluación de mitigación es identificar aquellas opciones que maximicen los beneficios económicos y minimicen los costos de reducir las emisiones de GEI.



### Estrategias de mitigación en el país.

México suscribe la Convención Marco de las Naciones Unidas en 1992 y la ratifica en 1993. La Convención entra en vigor para México el 21 de marzo de 1994. México firmó el Protocolo de Kioto el 9 de Junio de 1998 y el Senado aprobó su ratificación el 29 de Abril de 2000.

Las emisiones de México en unidades de bióxido de carbono equivalente en 2006 fueron de 709,005 Gg (Ver Figura 2.3). La contribución por categorías también se muestra en el capítulo 2 (figura 2.1), en donde se evidencia el gran aporte de emisiones debidas a la categoría energía y dentro de ella, la propia industria generadora de energía y el transporte. Las emisiones de GEI por cada gas, medidas en unidades de CO<sub>2</sub> eq fueron: CO<sub>2</sub>, 492,862.2 Gg (69.5%); CH<sub>4</sub>, 185,390.9 Gg (26.1%); N<sub>2</sub>O, 20,511.7 Gg (2.9%); y el restante 1.4% de 9,586.4 Gg de HFCs, y 654.1 Gg de SF6.

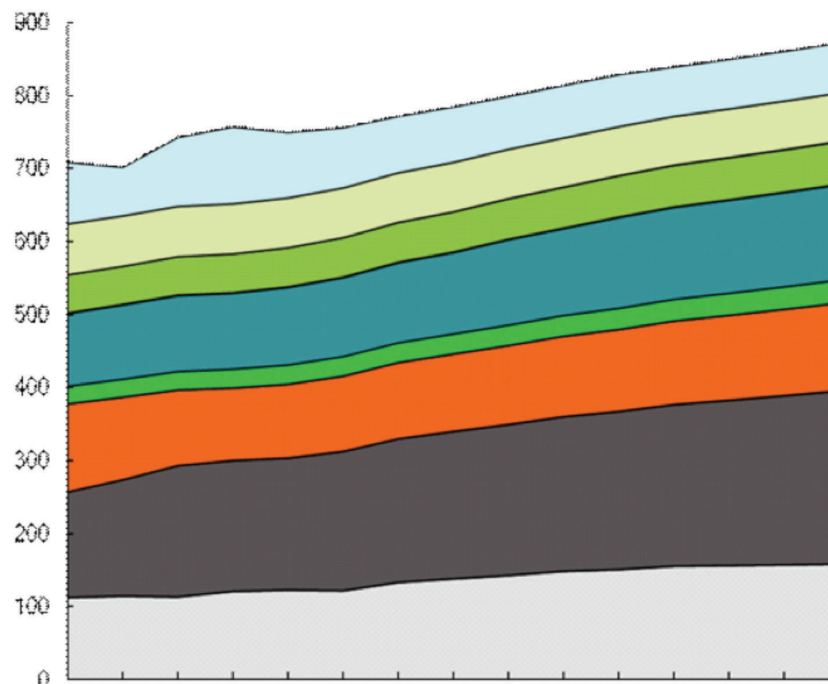


El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC) estableció el compromiso de realizar acciones de mitigación sin comprometer el desarrollo. A la fecha se han realizado diversas acciones que han generado reducciones importantes de emisión de GEI con la cual se pretende alcanzar la meta de una reducción anual de 50 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq en 2012. Sin embargo, a largo plazo (para 2050) se estableció como meta disminuir 50% de sus emisiones de GEI en relación con el año 2000, y una convergencia flexible hacia un promedio global de emisiones per cápita de 2.8 toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

Como resultado de éstos análisis se estimó que México podría reducir por lo menos en un **10%** (probablemente hasta un 12-13%) sus emisiones en 2020 con respecto al escenario en que no se aplique ninguna medida (“business as usual” o BAU) básicamente con sus propios recursos y capacidades, aunque para ello deberá introducir en el corto plazo algunos cambios en leyes e instituciones clave)

Adicionalmente, si se cuenta con apoyos internacionales a fondo perdido se podrían incrementar un **20%** más los esfuerzos de mitigación al 2020, para llegar a un total de 30% y ante ello, México se agregó al contexto mundial de metas de reducción de emisiones al 2020 y al 2030.

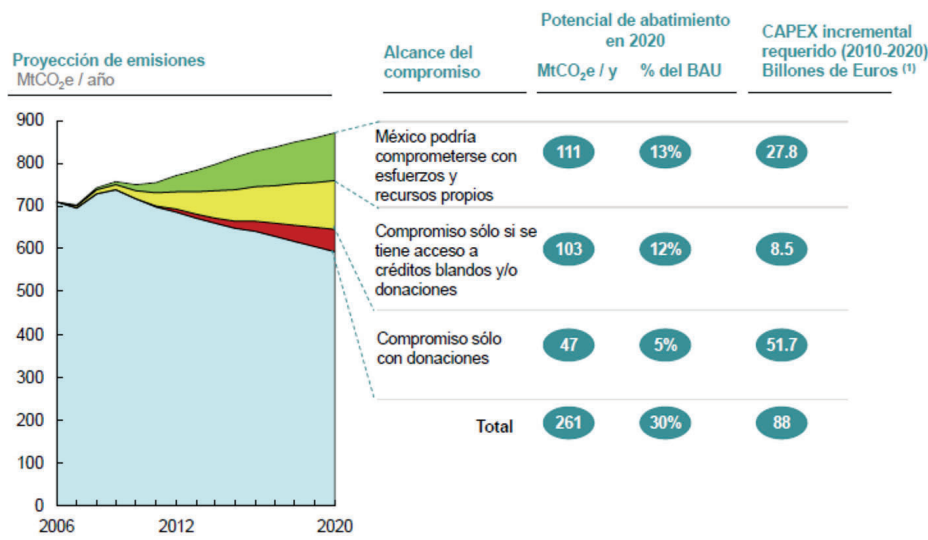
Las emisiones en un escenario base, sin aplicar medidas, (BAU) tienen un crecimiento como el observado en la figura 4.3. Las potencialidades de mitigación de GEI estimadas para México se muestran en la figura 4.4.



**Figura 4.3**

Línea base para México al 2020 (BAU). Emisiones por sector. Expresadas en Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>e).

Fuente INE 2010.



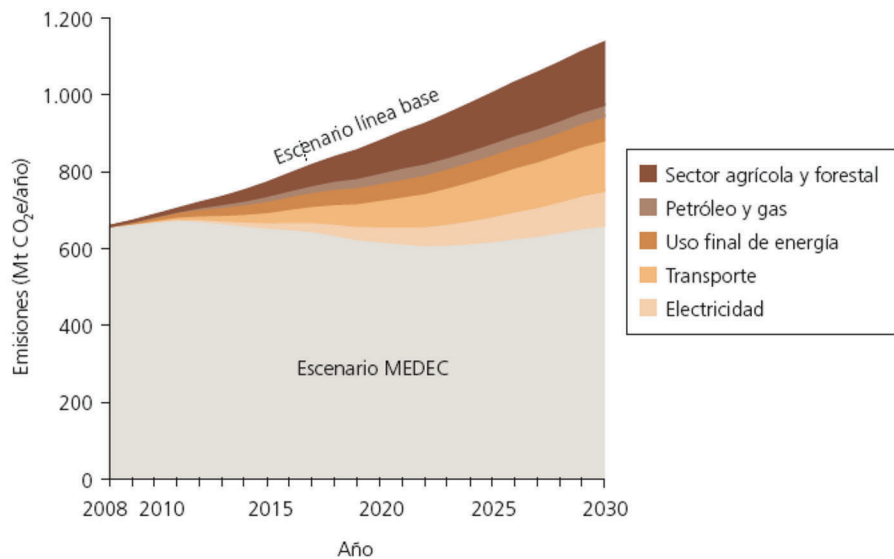
1 Incrementales al gasto de capital requiros en el escenario BAU in BAU

**Figura 4.4**

Financiamiento requerido para las medidas de mitigación de México al 2020.

Fuente: INE, 2010

El cambio climático tiene y tendrá impactos significativos, crecientes y no lineales en el tiempo en la economía mexicana. Se reporta que los costos económicos de los impactos climáticos al 2100 son al menos tres veces superiores que los costos de mitigación del 50% de nuestras emisiones. Por ejemplo, en uno de los escenarios considerados, con tasa de descuento del 4% anual, se estima que los impactos climáticos alcanzan, en promedio, el 6.22% del PIB actual mientras que los costos de mitigación del 50% de las emisiones representan el 0.70% y 2.21% del PIB, a 10 y 30 dólares la tonelada de carbono respectivamente.



**Figura 4.5**

Línea base (BAU) y emisiones de GEI proyectadas aplicando las medidas de mitigación según el escenario MEDEC, por sector, 2008-30 para México al 2030. Expresadas en Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>e).

Fuente: Johnson et al.

El Programa Especial para el Cambio Climático (PECC) establece las siguientes estrategias:

- Mitigación directa:
  - Eficiencia energética: térmica, eléctrica, motriz
  - Cogeneración
  - Eliminación quema de gas
  - Emisiones fugitivas, recuperación de vapores
  - Sustitución de combustibles
  - Captura y secuestro de carbono con recuperación mejorada de petróleo: en análisis 5P
- Mitigación indirecta
  - Conservación de la cobertura vegetal/reforestación (mitigación y adaptación simultáneas): integración de expedientes para ejecución en ANPs de influencia petrolera
  - Pago por servicios ambientales de captura de carbono
- Mitigación en la cadena de suministros y en el consumo
  - Huella de carbono en criterios de adquisiciones en la cadena de suministros
  - Iniciativas de apoyo al consumo eficiente de combustibles fósiles

A nivel federal se han establecido políticas para la medición, reporte y verificación de la mitigación de emisiones en sectores estratégicos para definir Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés). Se han realizado estimaciones de disminución de emisiones y de costos que se muestran en las figuras 4.3. y 4.4. Partiendo de ellas, se han asignado recursos económicos importantes:

- USCUS. Programas como Pro-Árbol, que se ha utilizado para apoyar esquemas de pago por servicios ambientales para la conservación y el desarrollo forestal comunitario; el establecimiento de plantaciones forestales comerciales; la protección contra incendios, plagas y enfermedades forestales; la restauración de ecosistemas y el incremento en la competitividad de las actividades silvícolas. Esto en cumplimiento de los objetivos de La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en sus acciones de incrementar el potencial de los sumideros forestales de carbono; y estabilizar la frontera forestal-agropecuaria.
- Sector agrícola. Programas encaminados a la conservación de suelo y reconversión productiva; la cosecha en verde de caña de azúcar; el fomento a la utilización de energías renovables; y el establecimiento, rehabilitación y conservación de las tierras de pastoreo. En el sector

ganadero se ha procurado la conservación y recuperación de la cobertura vegetal en áreas de pastoreo, y el secuestro y aprovechamiento del metano proveniente de explotaciones ganaderas, mediante el establecimiento de biodigestores.

- Transporte. Se continúa con el programa de verificación en la zona centro, que se extendió a otros estados. Se promueven investigaciones en la obtención y el uso de biocombustibles en el sector, en especial la aviación. Han dado resultados los esfuerzos para ampliar las líneas de metro y la implementación del Metrobus en el DF, junto con la racionalización de trayectos de servicios públicos y disminución de unidades de pequeño volumen.
- Energía. Existen programas por parte de PEMEX y CFE para disminuir las emisiones y fugas debidas a la industria energética, que es la fuente de mayor impacto en GEI. En general las medidas son: uso de energías alternativas como la eólica y la solar, aumento de las capacidades de generación de actuales hidroeléctricas, fomento del uso del gas natural en sustitución del combustóleo y otros, propiciar la cogeneración en las refinerías. Los programas especiales de ahorro de energía en subsectores industriales con aceptación y participación de la empresa privada, en especial las cementeras y la industria química.

Se ha calculado que para México que el valor del daño a la economía resultante del cambio climático podría ser entre 3.5 y 4.2% del PIB como consecuencia de la pérdida de la producción agropecuaria, de menor disponibilidad de agua, de la deforestación, por efectos negativos en la salud y la pérdida de biodiversidad. En contraste, se reporta que el costo necesario para el cumplimiento de las metas de mitigación representaría sólo el 0.56% del PIB (Galindo-Paliza 2010). Por lo que es evidente que desde un punto de vista económico es más cara la inacción ante el CC que el realizar acciones de mitigación a corto y mediano plazo. Desde un análisis de costo-beneficio, existen medidas de mitigación por sectores cuyos costos son exigüos y los beneficios significativos, lo que en conjunto podría contribuir a cumplir la meta de mitigación del país.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es de suma importancia realizar acciones de mitigación en el estado de Hidalgo. Actualmente el Estado de Hidalgo aporta el 1.5% del PIB del país, además de ser uno de los proveedores de energéticos secundarios más importante del país. En este documento se consideraron los diferentes sectores que se evaluaron en el inventario estatal de emisiones de GEI y se describen algunas de las estrategias de mitigación identificadas como viables de implementarse en Hidalgo. Para los análisis de costo-beneficio se consideraron los costos por tonelada de carbono mitigada que fueron propuestos para México por McKinsey (SEMARNAT, 2009).



## Metodología para la proyección de escenarios de emisiones y los efectos de las acciones de mitigación en el estado de Hidalgo

Para la realización de los análisis de mitigación de GEI por sectores y su comparación con el escenario base (BAU) se utilizó el software “Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo” (LEAP: Long-range Energy Alternatives Planning System). Este programa es una herramienta para modelar escenarios energéticos y ambientales. Sus escenarios se basan en balances integrales sobre la forma en que se consume, convierte y produce energía en una región o economía determinada, según una gama de hipótesis alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, precios, y otras características. Con LEAP, el usuario puede ir más allá de la realización de balances energéticos y construir sofisticadas simulaciones y estructuras de datos, evalúa los efectos de cambios en el consumo de combustibles en el tiempo y calcula las emisiones en función de las inversiones en tecnologías y acciones energéticas.

**Tabla 4.1**

Tasa de crecimiento de sectores al 2020.

Industria y sector	Crecimiento al 2020 (%)
Manufactura <sup>2</sup> (Otros no contemplados en	-1.50%
Construcción <sup>2</sup> (Incluye cemento y cal)	5.20%
Transporte <sup>2</sup>	7.70%
Siderúrgica <sup>1</sup>	-1.4%
Química <sup>1</sup>	-1.9%
Pemex (incluye refinación, manejo, extracción y fugas) todos los combustibles.	-6
agropecuario y ganadería <sup>1</sup>	+2.0
USCUSS	-5.0
residencial y servicios <sup>1</sup> (mismo valor que el crecimiento de vivienda)	+1.73
Electricidad <sup>1</sup>	+3.2
Aguas residuales industriales (Mismo valor que industria química por der mayoritario)	-1.9
aguas residuales municipales del estado (Mismo valor que población del estado)	+2.78
Aguas de las presas <sup>1</sup> (tasa de crecimiento poblacional de la ZMVM)	1.6
Desechos sólidos <sup>1</sup> (Mismo valor que población del estado)	+2.78
otras industrias <sup>1</sup>	+1.7

Fuente: SEMARNAT 2009. 2: Fuente: INEGI 2011.

Para los datos de crecimiento del PIB se tomó el dato de 2.1% anual reportado por INEGI (2011). Los datos para las tasas de crecimiento poblacional y de viviendas se tomaron del Consejo Nacional de Población (2009) Tasa de crecimiento de la población del estado: 2.78%. Tasa de crecimiento de viviendas: 1.73%. Ocupación: 4.02 hab/vivienda. Para la tasa de crecimiento por sectores y subsectores, estos se muestran en la tabla 4.1.

Para el análisis de Costo-Beneficio, LEAP calculó los costos de cada medida de mitigación en el sistema energético: los costos de capital, operación y mantenimiento en las tecnologías de los sistemas de Demanda y Transformación; los costos de la generación de energía, de la importación de combustibles primarios y de los beneficios de la exportación de energía y combustibles secundarios. Para trabajos de investigación posteriores se introducirán a los cálculos de costo-beneficio otras consideraciones ambientales, asignando costos a la emisión de contaminantes y a cualquier otro impacto social y ambiental del sistema energético. El análisis de costo-beneficio se basa en los costos sociales de los recursos, no en los precios finales de la energía para los consumidores. Los datos de costos por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada se muestran en la tabla 4.2.

El análisis de costo-beneficio de LEAP ayuda a identificar dentro de una gama de escenarios política y socialmente aceptables, cuáles son también económicamente aceptables.

**Tabla 4.2**

Datos útiles para el cálculo de la relación costo / beneficio en la industria eléctrica mexicana.

Tecnología	Costo en el 2010 (Pesos Mex/KWh)
Ciclo combinado	0.90
Vapor (Combustóleo)	1.79
Geo-termoeléctrica	0.47
Eoloeléctrica	1.02
Hidroeléctrica	0.44

Fuente: CFE. <http://www.cfe.gob.mx/Paginas/PreguntasFrecuentes.aspx>



### Evaluación de la potencialidad de mitigación de GEI en el estado de Hidalgo

El objetivo de las medidas de mitigación es reducir las emisiones de GEI, generados en los diversos sectores económicos y sociales que fueron analizados en para el inventario de GEI. Por otro lado, se considera también como

mitigación el incremento de los sumideros y reservorios capaces de almacenar CO<sub>2</sub>. Teniendo como base el “Sistema de Planeamiento de Alternativas Energéticas de Largo Plazo” la producción de emisiones puede analizarse considerando el área energética y la no energética.

Las acciones se ordenan según el Eje rector en que se clasifica su efecto y se resumen en la tabla 4.2. Posteriormente se priorizan o categorizan, considerando los siguientes criterios:

- a) Sectores con mayor emisión de GEI en el estado, considerando el IGEIH
- b) Nivel de reducción potencial de GEI al aplicar la medida de mitigación.
- c) Costos acumulados incurridos vs toneladas de CO<sub>2</sub> eq reducidas acumuladas al 2020 y al 2030.

Es importante resaltar que esta metodología evalúa un potencial técnico. El potencial real de mitigación deberá incluir la factibilidad de su implementación, considerando las barreras legales, económicas, presupuestales, sociales, etc. Por ello, los datos presentados en este trabajo son indicativos y preliminares, ya que se requiere un trabajo de investigación mucho más profundo y detallado.



**Emisiones correspondientes al sector energético: consumo de combustibles por sector industria de la transformación energética, procesos industriales de la manufactura, sector residencial, comercial, institucional, servicios y transporte.**

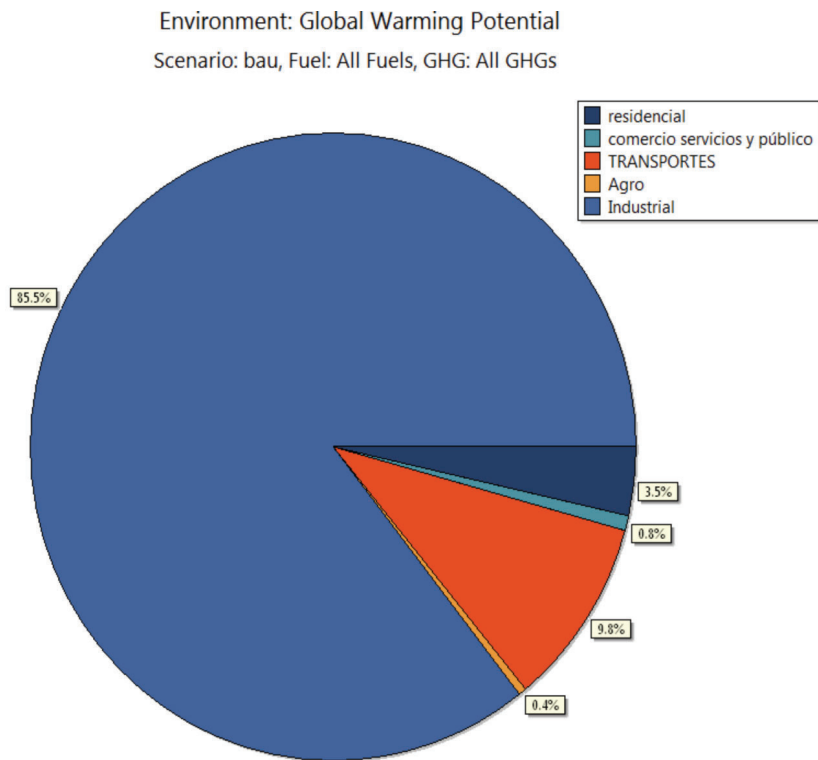
### Sector Energía

Tomando la base del inventario energético se destacan los siguientes sectores: Industrial (incluye la industria de la transformación energética) en un primer lugar, el transporte en segundo lugar, seguido del residencial o de vivienda, y por último, la energía utilizada en los sectores de comercio y servicio público y agropecuario. Para el año base 2005 el sector que tiene una mayor aportación de CO<sub>2</sub>e es el industrial con 85.5%, seguido por el de transporte (9.8%) y el residencial (3.5) (Figura 4.6). En la figura 4.6 se incluye la industria energética dentro del sector industrial

Las principales fuentes de energía que se usan en estos sectores son el combustóleo, el diesel, el gas LP, la gasolina y el gas natural. En la figuras 4.7



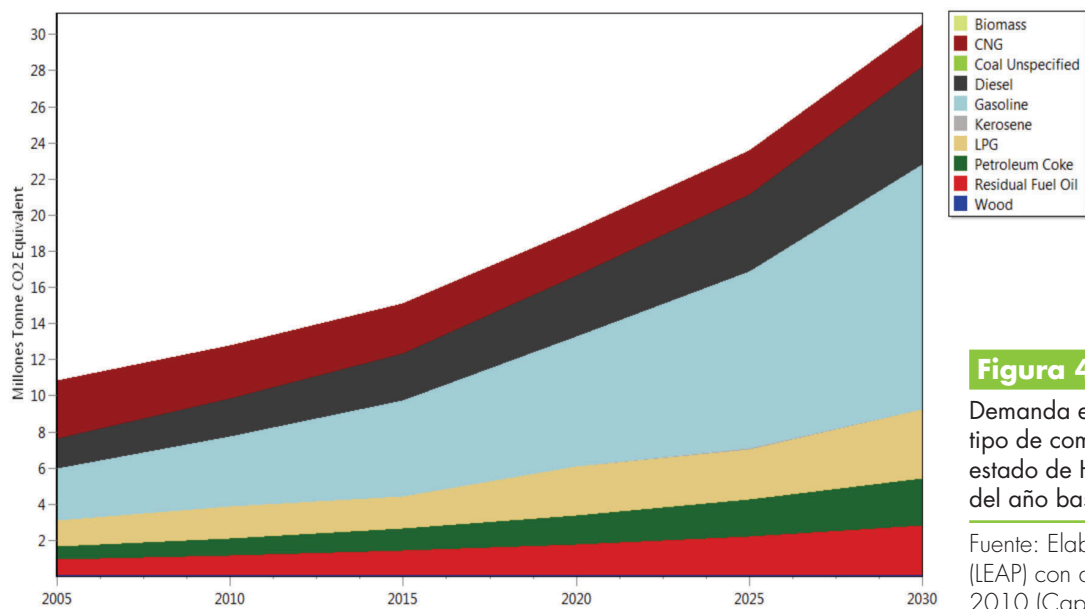
se aprecia las tendencias en el escenario base en la subdivisión de demanda de combustible, calculada según los datos del inventario GEI de Hidalgo para las emisiones (IGEIH) detallado en el Capítulo 2.



**Figura 4.6**

Demanda energética por sector para el estado de Hidalgo, en el año base 2005.

Fuente: Elaboración propia (LEAP) con datos del Balance Energético Estatal. 2010 (Capítulo 3)



**Figura 4.7**

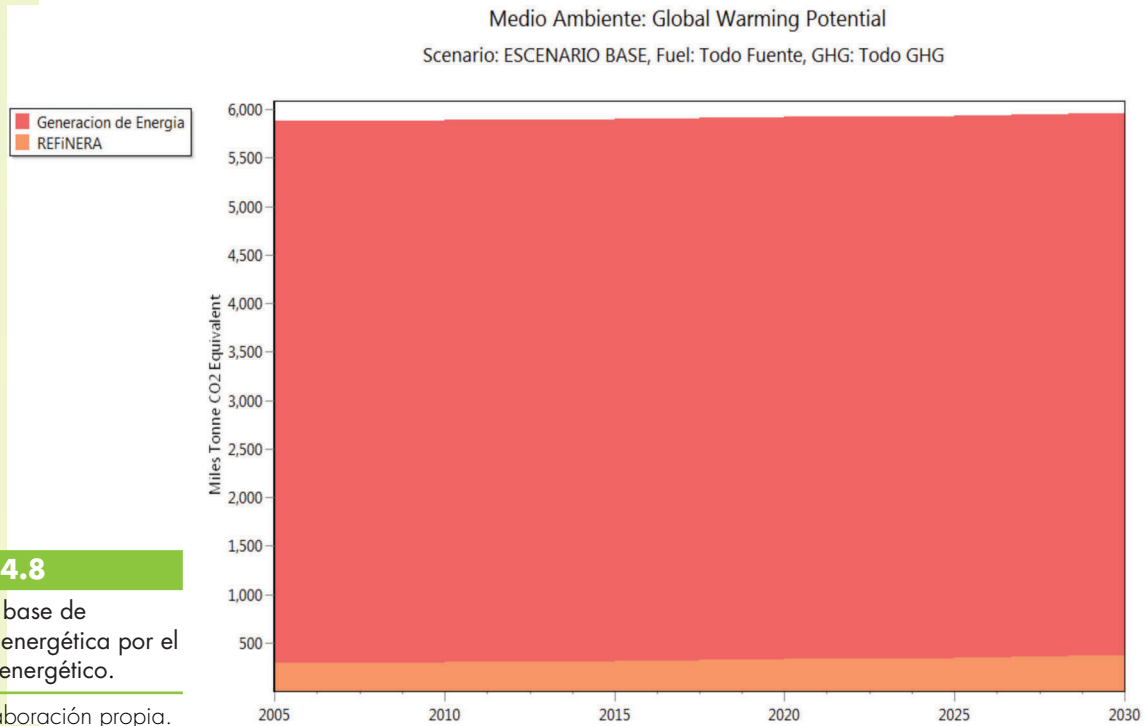
Demanda energética por tipo de combustible para el estado de Hidalgo, a partir del año base 2005.

Fuente: Elaboración propia (LEAP) con datos del IGEIH. 2010 (Capítulo 2).



## Industria de la transformación de energía.

La distribución de emisiones correspondiente al sector de generación de energía se muestra en la figura 4.8.



**Figura 4.8**

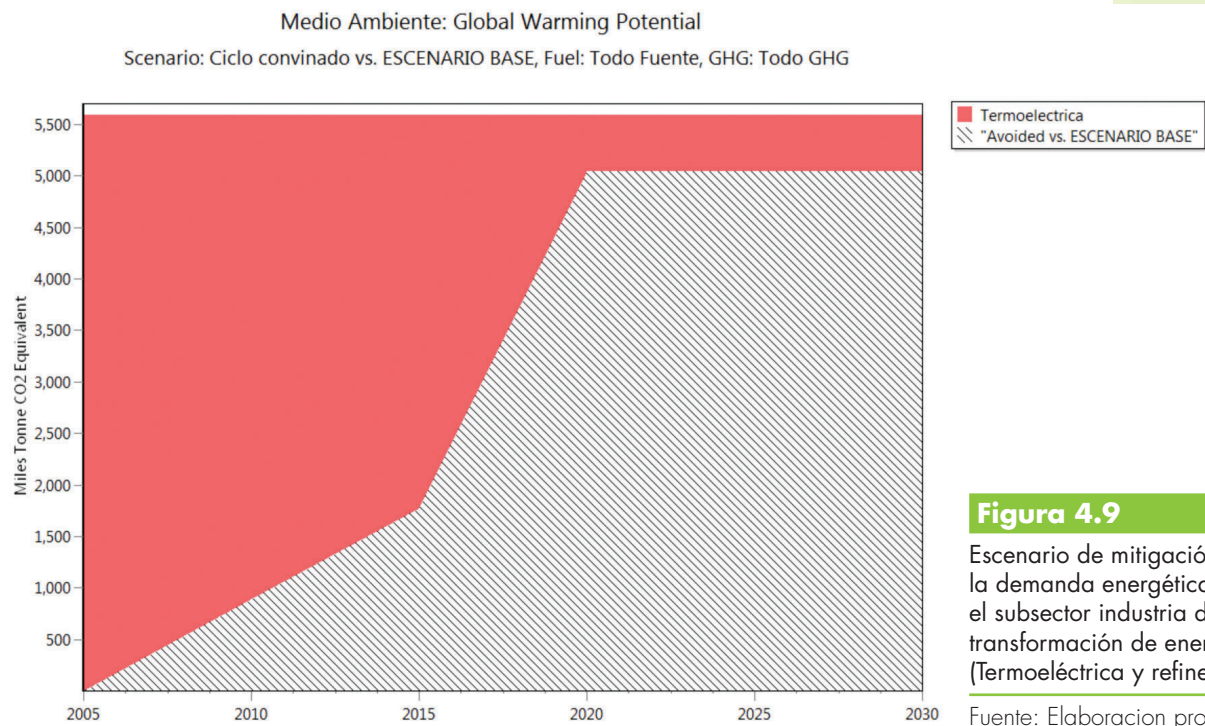
Escenario base de demanda energética por el subsector energético.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la figura 4.8 considera la producción de combustibles y no es representativa del verdadera emisión de la refinería. La primera fuente de emisión de GEI es la industria termoelectrica. La quema de combustibles de la industria de la refinación de petróleo corresponde realmente al 7mo lugar en importancia del estado.

El ciclo combinado con nueva tecnología de generación (CC/NTG) será implementado gradualmente, aumentando el consumo de gas natural en la termoeléctrica de Tula y eliminando el combustible totalmente a partir del año 2023:

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Tula CC/NTG (MW)	601	1,761	1,761	2,341	2,921	2,921



### Escenarios de mitigación en la industria generadora de energía eléctrica.

Por la importancia de este subsector industrial, se incluye como primera acción dentro del Eje rector 1 con las medidas de mitigación que actualmente están en programas federales de prospección energética (SENER, 2010). En 2009, la electricidad de cogeneración representó sólo 6.5% de la capacidad instalada para generación de electricidad, en este tipo de centrales. Se calcula que en México existe un potencial de cogeneración cercano a los 11,000 MW, de los cuales se ha capturado el 30%.

La medida que se tiene contemplada es la sustitución de la actual tecnología, ya obsoleta, por la de ciclo combinado basada en gas natural y con captura de CO<sub>2</sub>, la cual no emitirá este gas a la atmósfera. Esta tecnología TNG será la única existente en Tula a partir del año 2025.

Estas medidas, aunque son implementadas y previstas a nivel federal, se incluyen en el presente documento para contabilizar estos efectos por ser de interés estatal. Las acciones planeadas en los programas de SENER y PEMEX se adicionan al programa estatal como apoyo a las mismas y éstas se presentan en la Tabla 4.2.

## Escenarios de mitigación en la refinería como productora de energéticos

Pemex ha identificado 8 proyectos de generación de energía eléctrica posibles en las refinerías de Nuevo Pemex, Salamanca, Cadereyta, Salina Cruz, Tula; y en las petroquímicas Cangrejera, Morelos y Atasta. La sumatoria de dichos proyectos, representan una capacidad de generación de 2,900 MW). Según datos revelados por Pemex, la utilización al máximo de la cogeneración de energía puede llevar a la autosuficiencia energética. El programa de cogeneración de PEMEX (2010). tiene previsto el inicio de cogeneración de Tula en el año 2015 con una capacidad de 1160 MW, con el objetivo de disminuir los costos energéticos e incluso venderlos al Sistema Eléctrico Nacional.

**Aclaración:** En el presente estudio no se incluye el cálculo de emisiones que serán producidas por la nueva refinería Bicentenario en Tula. Se reporta que la licitación para la tecnología a emplear deberá concretarse en el año 2012 y comenzará la producción en el 2016. El proyecto de Tula, todavía está en la etapa de conceptualización. El Instituto Mexicano del Petróleo desarrolla la ingeniería conceptual y se han finalizado los trabajos de diseño, revisión del esquema integral de la refinería, incluyendo escenarios críticos de operación y de cumplimiento con la normatividad en materia ambiental y de seguridad industrial. También se inicia el proyecto de cogeneración de la nueva planta en coordinación con la CFE. Por estos motivos, no se tienen datos de producción ni de tipo de tecnología aún para esta refinería.

Por lo tanto, este escenario deberá recalcularse cuando se reporten los datos y tipo de tecnología de esta nueva planta, necesarios para la aplicación de LEAP.

En total, se calcula un potencial de mitigación en el subsector de para el año 2020 de 776.3 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> y para el año 2030 de 1,552.5 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente



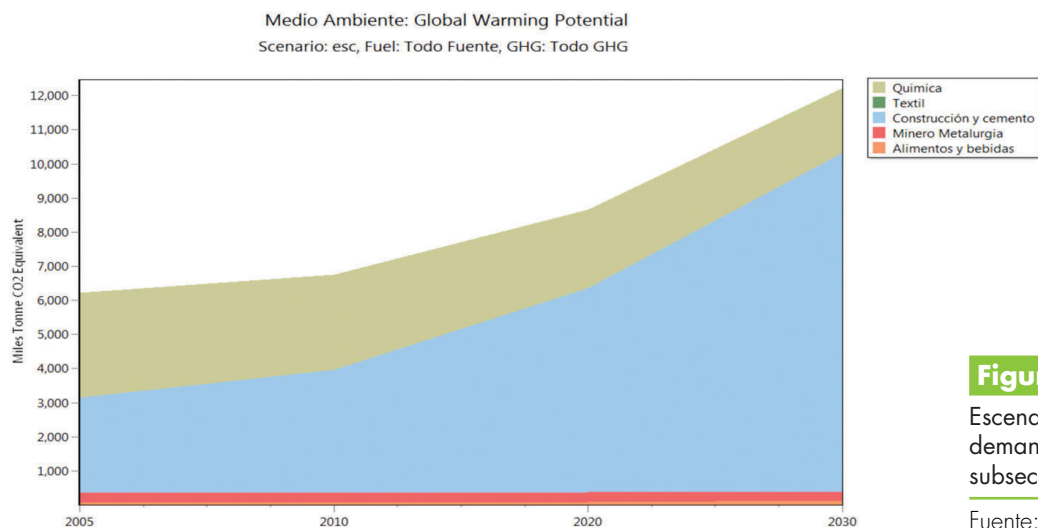
## Industria de la manufactura

### Escenarios de mitigación por quema de combustibles en la industria

En este sector se definen escenarios de emisiones en donde la línea base está constituida en primer término por la quema de combustible en la producción

de cemento, seguida de la industria química. En la zona sur del Estado de Hidalgo (parques industriales de Tula, Atitalaquia y Tepeji de Río) se encuentra una cantidad importante de industrias y es ahí donde a su vez ocurre la mayor demanda energética. Los escenarios base se presentan en la figura 4.10. Para el cálculo de los mismos se utilizó la tasa de crecimiento de cada tipo de industria, reportada por SEMARNAT (2009). Las tasas de crecimiento para cada subsector y sector reportadas para el 2020 que fueron utilizadas se muestran en la tabla 4.2. Se mantuvo esta tasa de crecimiento para el 2030, por carecer de ese dato.

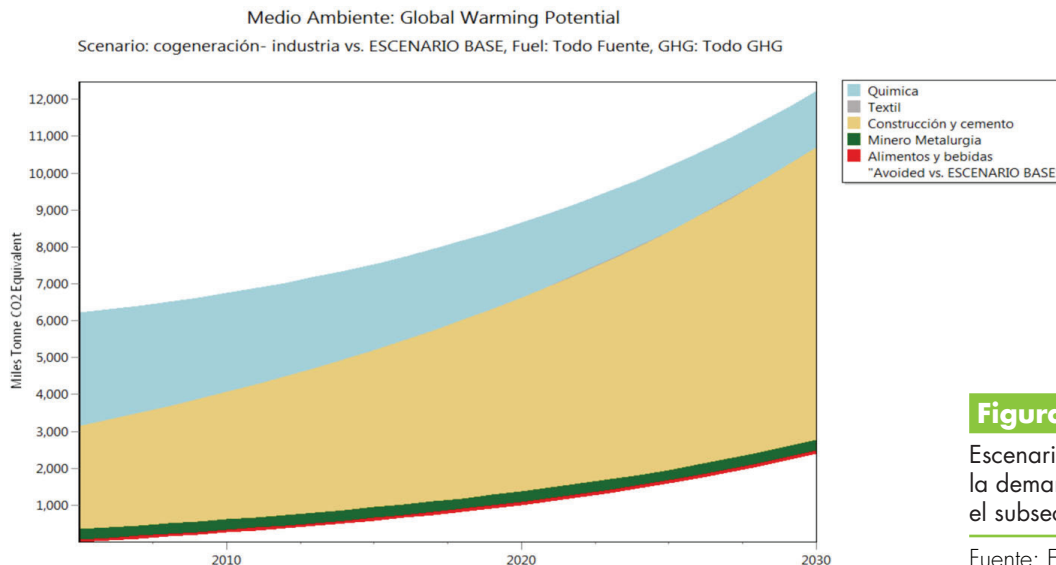
Los escenarios obtenidos con la introducción de las medidas de mitigación se presentan en la figura 4.11. Estas medidas se detallan en la tabla 4.2.



**Figura 4.10**

Escenario base (BAU) de demanda energética por el subsector industria.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.11**

Escenario de mitigación en la demanda energética por el subsector industria.

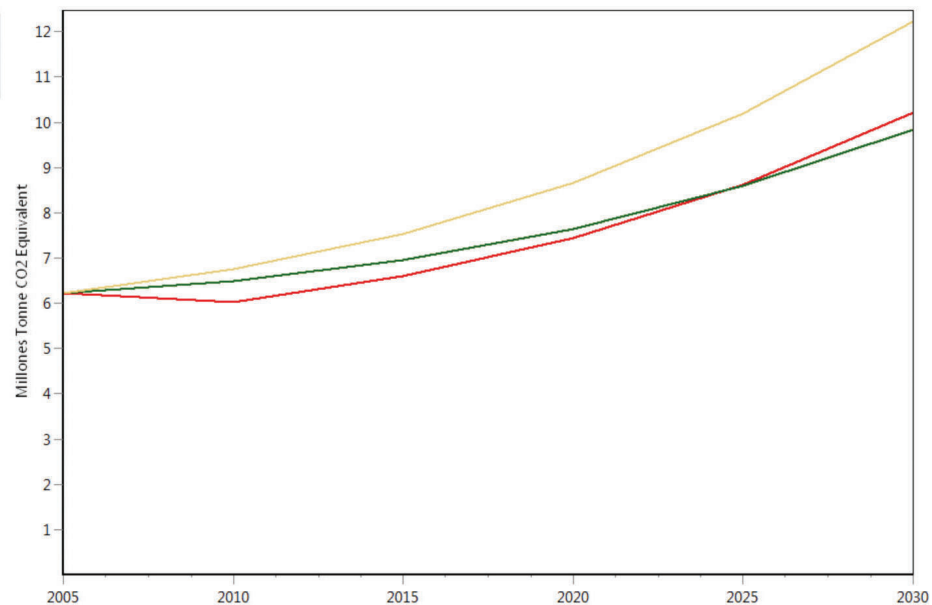
Fuente: Elaboración propia.

## Consideraciones especiales en la industria de la manufactura.

**Cogeneración y uso de calor residual:** Con una mayor cogeneración industrial y mediante la cascada térmica de calor sobrante, hay grandes posibilidades de reducir los GEI de los combustibles fósiles. Por ejemplo, la industria que utiliza carbón puede reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> a la mitad, sin necesidad de cambiar combustibles mediante cogeneración. La cascada térmica que comprende la captura y reutilización secuencial de calor a menos temperatura para fines apropiados, requiere un enfoque ecológico industrial en el que se vinculen varios procesos industriales y las necesidades de acondicionamiento de espacio y agua (Dobermann 2003). La mitigación por cogeneración se muestra en la figura 4.12

**Uso de energías alternativas.** En el sector de producción de cemento se menciona la quema de llantas de provenientes de los residuos sólidos que no contribuye a la reducción de GEI y provoca una gran contaminación del aire. Se destaca el uso de energía eólica en las empresas cementeras hasta en un 25% en alguna de sus industrias, aunque no se obtuvo el dato concreto de Tula. Estas acciones reducen considerablemente el uso y costo de gas natural.

— ESCENARIO BASE  
— cogeneración- industria  
— Energía alternativa industria  
— INDUSTRIA



**Figura 4.12**

Escenario de mitigación por las acciones de la cogeneración y de uso de energía alternativa en la demanda energética por el subsector industria.

Fuente: Elaboración propia.

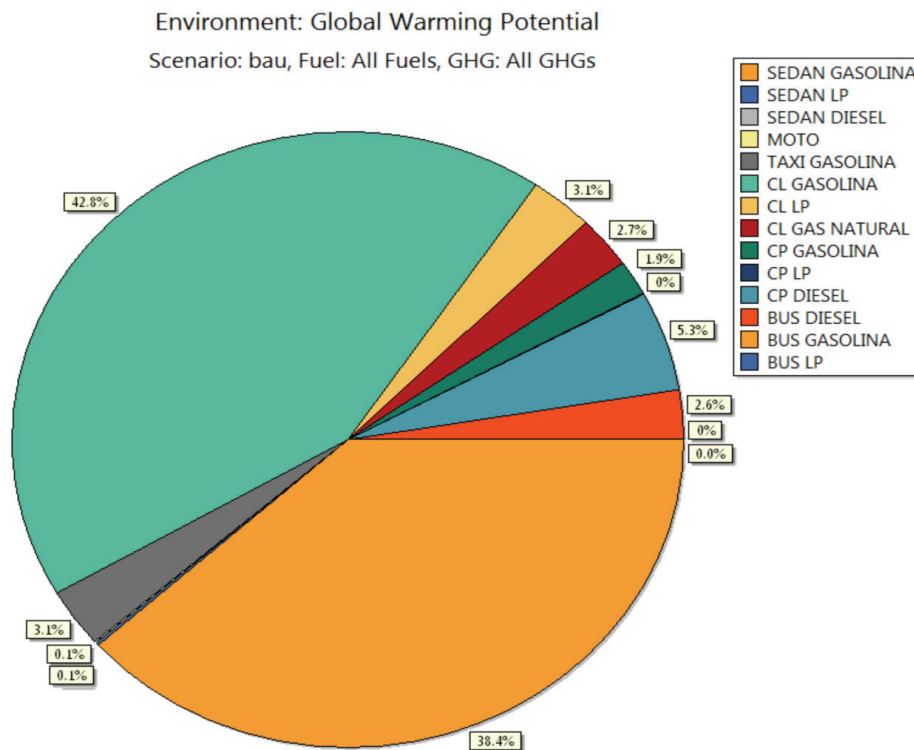
El sector transporte presenta un potencial de mitigación de 2041 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> eq para el año 2020 y de 3998 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> eq para el año 2030.



## Transporte

El transporte es un sector estratégico del desarrollo para la movilidad de las personas y el abasto de productos. A nivel mundial constituye la segunda fuente de emisiones con el 13.5%; mientras que en México representa el 18% de las emisiones de GEI y en el Estado de Hidalgo representa el 9.8%. Este sector tiene la mayor tasa de crecimiento en la demanda de energéticos respecto de los otros sectores consumidores, así como la mayor dependencia de combustibles fósiles. En este rubro el sector de autotransporte moviliza el 56% de la carga y el 98% del pasaje y el turismo; sin embargo, dispone de un parque vehicular que supera los diez años de vida, lo que implica baja eficiencia, mayor consumo de combustibles y mayores emisiones de CO<sub>2</sub>.

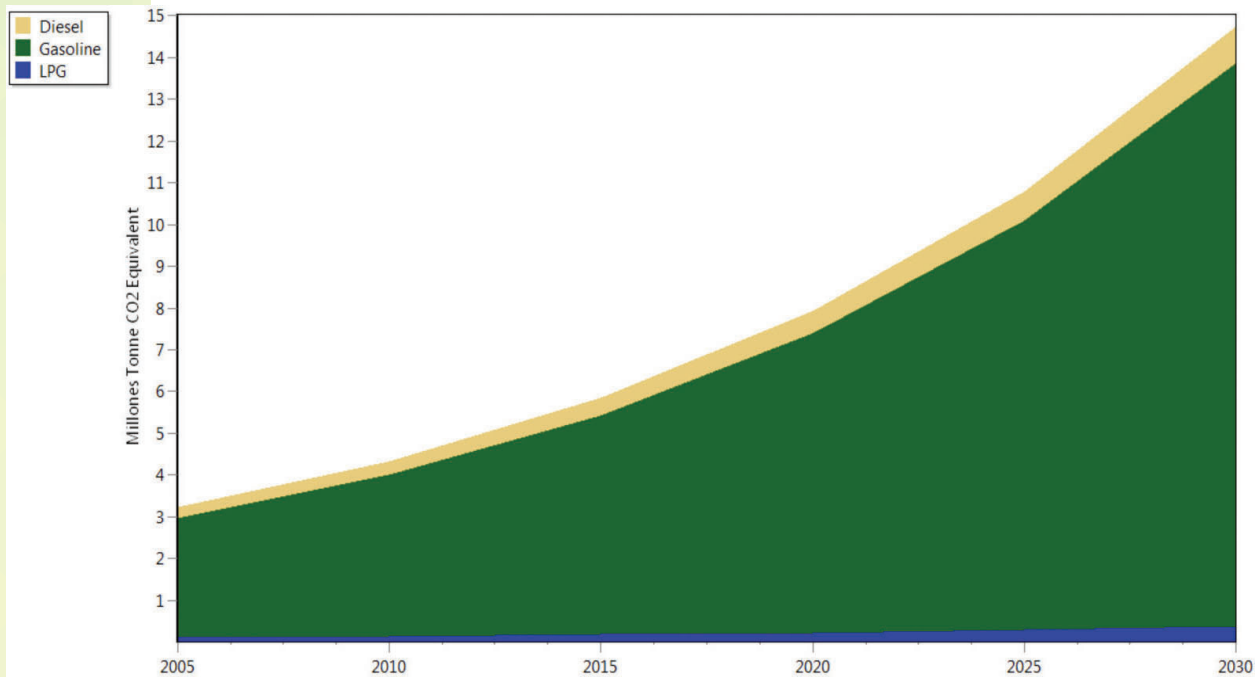
En el Estado de Hidalgo, los combustibles demandados son gasolina, diesel y combustóleo. Sin embargo, la mayor aportación de demanda energética se considera en el sector de carga ligera de gasolina y de autobuses de gasolina. En las figuras 4.13 y 4.14 se muestran las tendencias de las demandas energéticas hacia el 2030.



**Figura 4.13**

Sector transporte. a) Proporción de la demanda energética por tipo de auto en el año base 2005





**Figura 4.14**

Tendencias de las emisiones tipo de combustible en el sector transporte hacia el 2030.

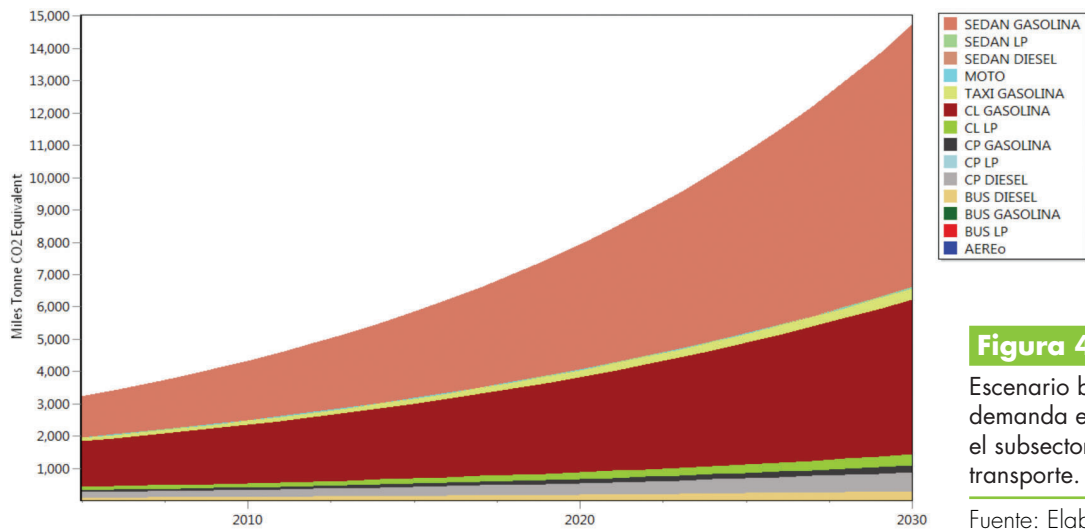
Fuente: Elaboración propia.

### Escenarios de mitigación en el sector del transporte terrestre y aéreo

En este sector se definen escenarios de emisiones en donde la línea base está constituida en primer término por el transporte terrestre a gasolina, tanto del tipo Sedan como de camiones ligeros (CL). Los camiones de tipo pesado ni el transporte a diesel tienen tanto efecto en las emisiones. Tampoco es importante el transporte aéreo como fuente de emisión. Por ello las medidas de mitigación se enfocan al transporte sedan y camiones ligeros de gasolina. En la figura 4.15 se muestra el escenario base para el sector transporte, obtenido mediante los datos de la existencia del parque vehicular del estado reportado por INEGI para el año 2005 (INEGI, 2005).

Este sector tiene un potencial de mitigación calculado de 1529 y de 3338 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> eq para los años 2020 y 2030 respectivamente.

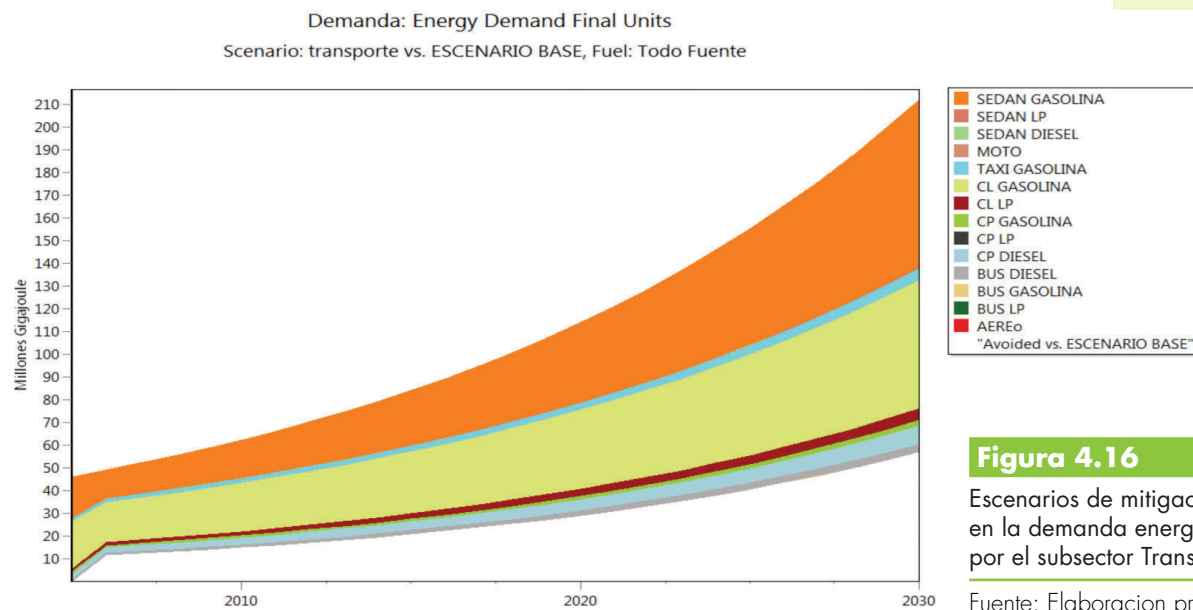
Los escenarios obtenidos al aplicar las medidas de mitigación se muestran en la figura 4.16 y se detallan en la tabla 4.2.



**Figura 4.15**

Escenario base (BAU) de demanda energética por el subsector, por tipo de transporte.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.16**

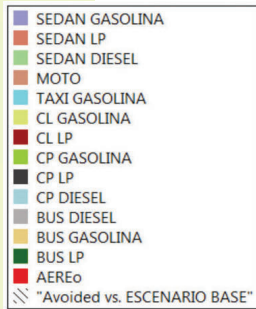
Escenarios de mitigación en la demanda energética por el subsector Transporte.

Fuente: Elaboración propia.

### Medidas de mitigación en el transporte terrestre

- a) Continuar y reforzar programa de verificación vehicular con mayor énfasis en zona metropolitana y en ciudades con mayores concentraciones de habitantes en el Estado. Además, se debe contemplar a futuro la implementación del programa hoy no circula. (No cuantificable)
- b) Cambio de autos de gasolina a gas LP. Una de las medidas de mitigación que podría tener éxito en la reducción de GEI a corto y me-

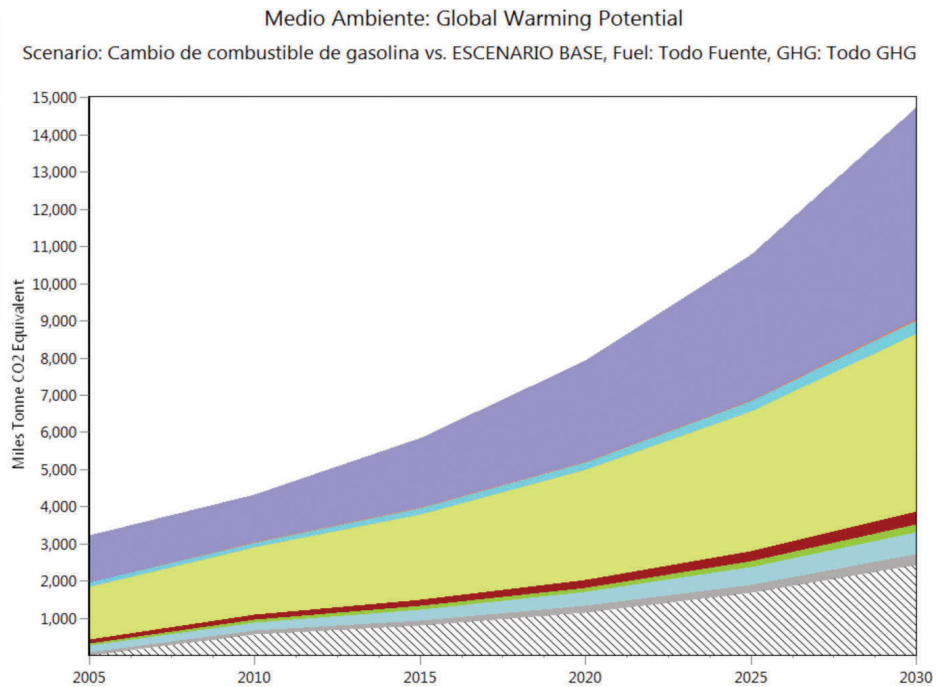
diano plazo es el cambio de uso de gasolina a gas LP por una reducción obvia de uso de gasolina para transporte. Esto al considerar las mayores emisiones por este combustible (Figura 4.17). Esta medida influye notablemente en la mitigación del transporte terrestre.



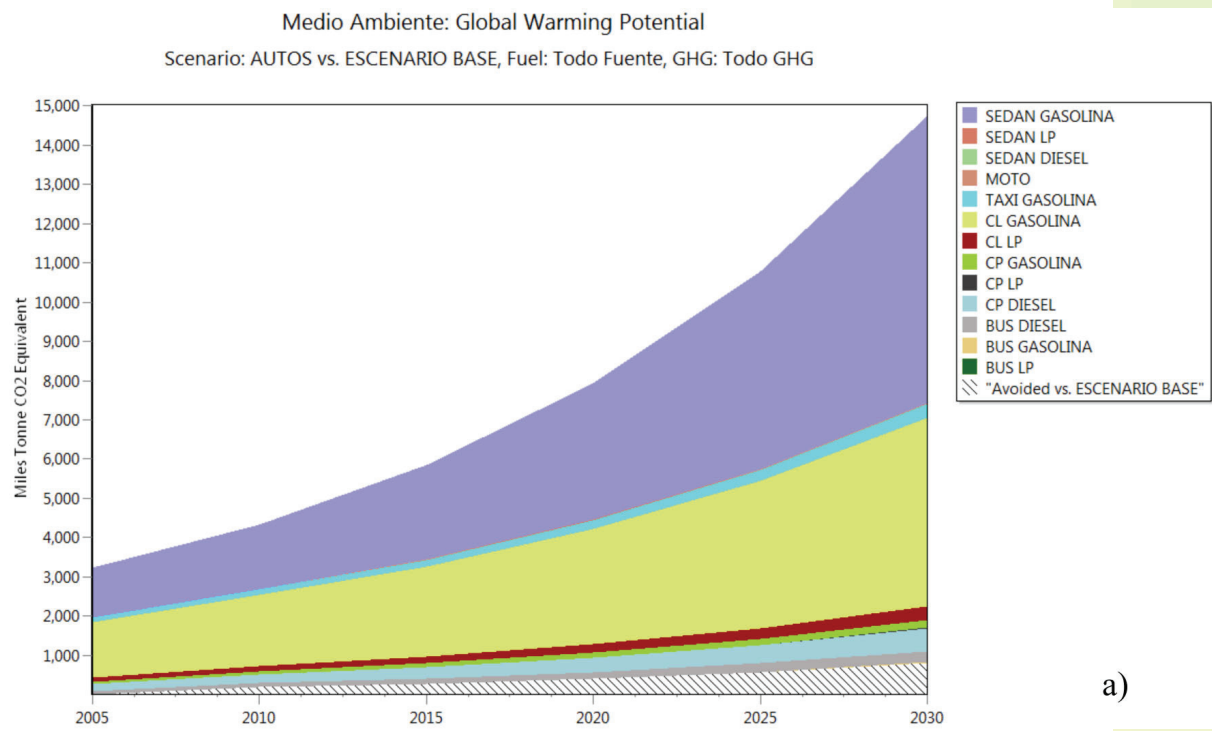
**Figura 4.17**

Tendencias de las emisiones en el sector de transporte considerando cambio de autos de gasolina a gas LP.

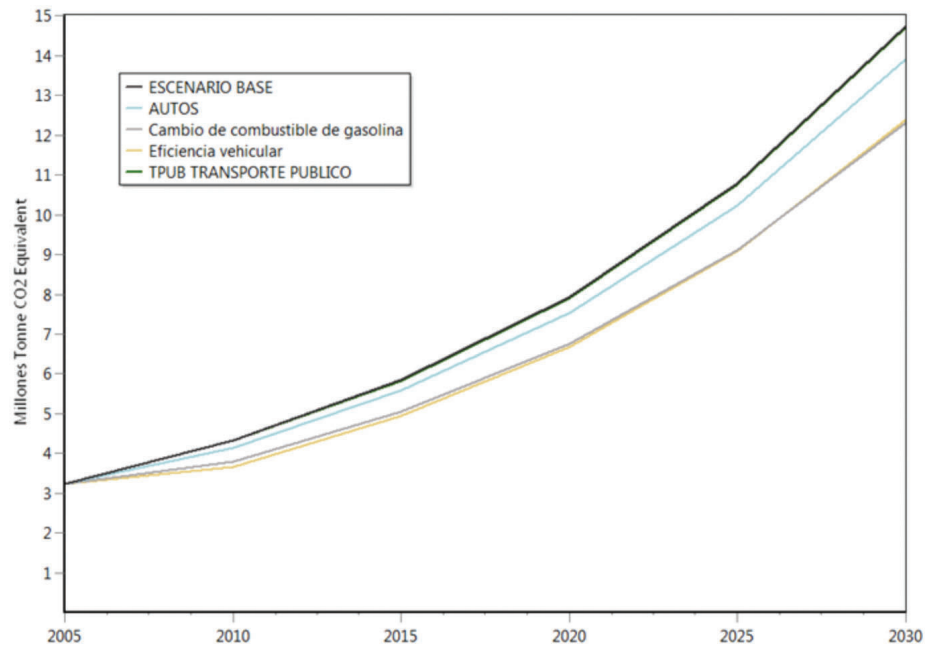
Fuente: Elaboración propia.



- c) **Reducir el uso de auto.** Se considera como una medida, con la cual se pretende lograr una reducción de uso del auto en un 10% para el 2030. Para lo cual es necesario establecer campañas de concientización entre la ciudadanía y por otro lado el mejoramiento del transporte público. En la figura 4.18 se observan las proyecciones de emisiones por la disminución en el uso de vehículos.
- d) **Optimización de rutas de transporte público.** Rediseñar las líneas de transporte público masivo y efectuar cambios requeridos para disminuir la distancia de recorridos y aumentar la eficiencia lo cual puede reducir hasta un 34% las rutas recorridas.
- e) **Programa de eficiencia vehicular.** El objetivo de este programa es mejorar la eficiencia de los automóviles en el país, acción que se verá reflejada en Hidalgo. Considera la publicación de estándares de eficiencia por producción de vehículos en México la aplicación de lineamientos para la eficiencia de la flota de vehículos de los proveedores. Esta medida considera una reducción del 18% de emisiones en el sector.



a)



b)

**Figura 4.18**

En total, se calcula un potencial de mitigación en este subsector de 36.825 millones toneladas de CO<sub>2</sub>e para el año 2020 y 68.085 para el año 2030.

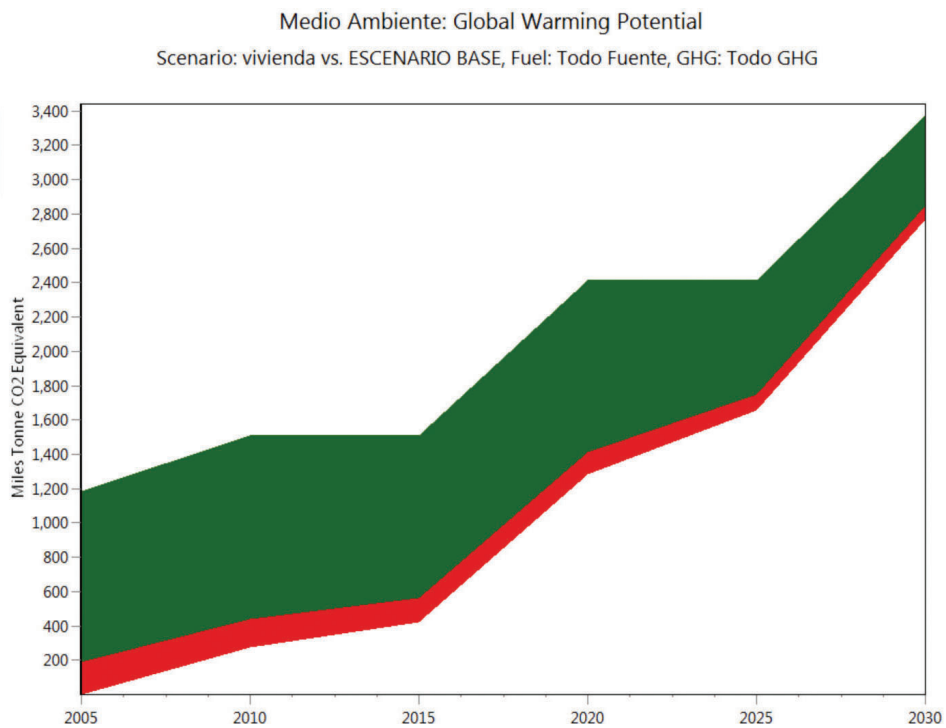


## Sector residencial, comercial, institucional y servicios.

### Escenarios de mitigación en los anteriores sectores.

Las medidas consideradas se basan en el ahorro de leña, electricidad y de gas LP: el uso de lámparas eficientes para el alumbrado público y residencial mediante la sustitución de lámparas incandescentes por ahorradores, el uso de calentadores solares, la introducción de cocinas de inducción magnética, de mayor rapidez de calentamiento y 50% de ahorro en la eficiencia comparadas con el gas LP y ausencia de peligros a la salud, la introducción de cocinas ahorradoras de leña de tecnología mexicana con un ahorro del 30% de la leña. El estado de Hidalgo presenta un 46% de viviendas que utilizan leña para cocinar y calentar agua. Los escenarios de mitigación y el escenario BAU se muestran en la figura 4.19.

iluminación  
calentamiento de agua  
cocción de alimentos  
"Avoided vs. ESCENARIO BASE"



**Figura 4.19**

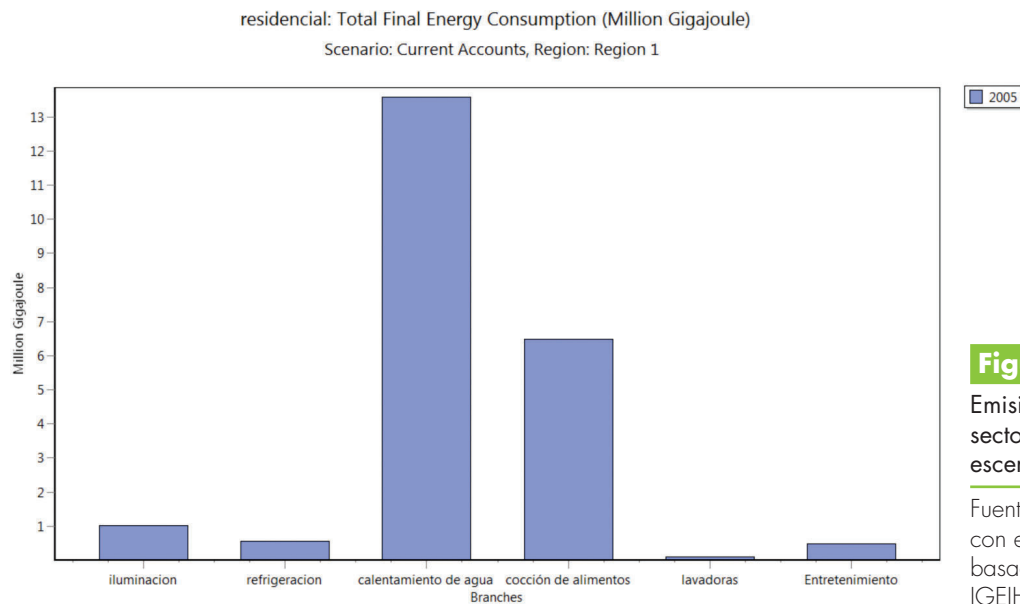
Escenarios de mitigación en la demanda energética por los sectores residencial, comercial, servicios e institucional.

Fuente: Elaboración propia.

### Mitigación en el sector de vivienda y edificación

Este sector aporta el 3.5% de las emisiones energéticas. En este sector se consideran las emisiones generadas por iluminación, por calentamiento de

agua, por uso de aparatos electrodomésticos (planchas, refrigeradores, etc.) y de entretenimiento (televisión, radio, etc.). En la figura 4.20 se muestran las emisiones del sector residencial calculadas con el software LEAP para el año 2005. En la figura 4.21 se muestra el escenario base (BAU) describiendo el aporte de cada aspecto cotidiano energético dentro del sector residencial.



**Figura 4.20**

Emisiones generadas en el sector de vivienda, para el escenario base año 2005.

Fuente: Elaboración propia con el software LEAP, basado en los datos del IGEIH.

La mayor demanda energética de este sector se encuentra en el área de calentamiento de agua y de cocción de alimentos, para lo cual se utilizan estufas y calentadores de agua con gas LP o leña. Se propone introducir en el estado el uso de las cocinas de inducción, lo cual no ha sido considerado en ningún plan federal. No obstante, se proponen ya que están siendo consideradas por varios países por las bondades ambientales, la ausencia de peligros y el ahorro sustancial de combustible.

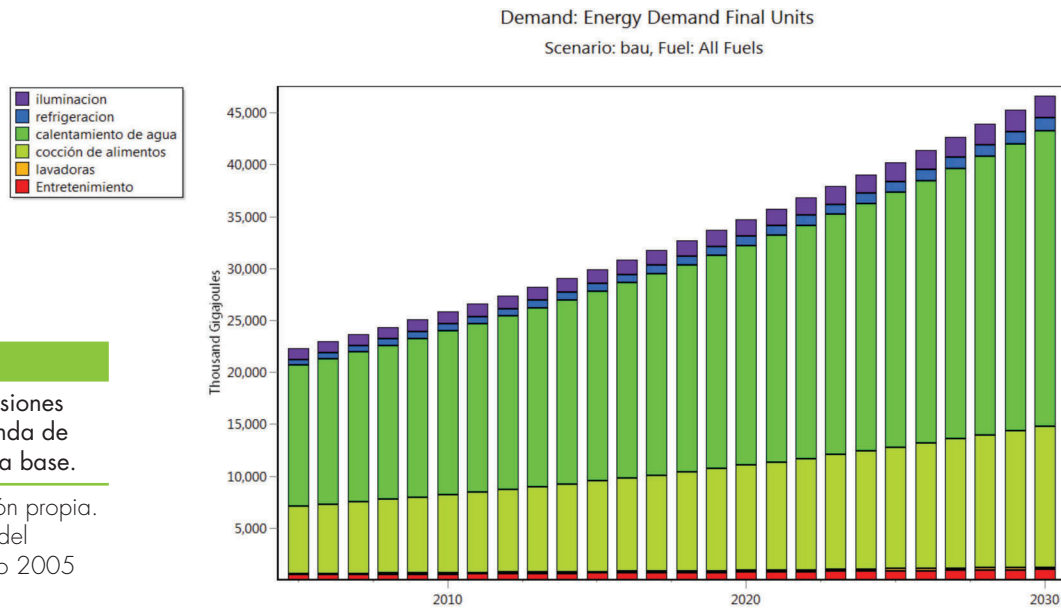
Este sector tiene un potencial de mitigación calculado de 1529 y de 3338 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> eq para los años 2020 y 2030 respectivamente.

Posteriormente se describen algunas medidas consideradas.

**Figura 4.21**

Escenario de emisiones en el sector vivienda de acuerdo a la línea base.

Fuente: Elaboración propia. Basado en datos del Anuario estadístico 2005 del INEGI.

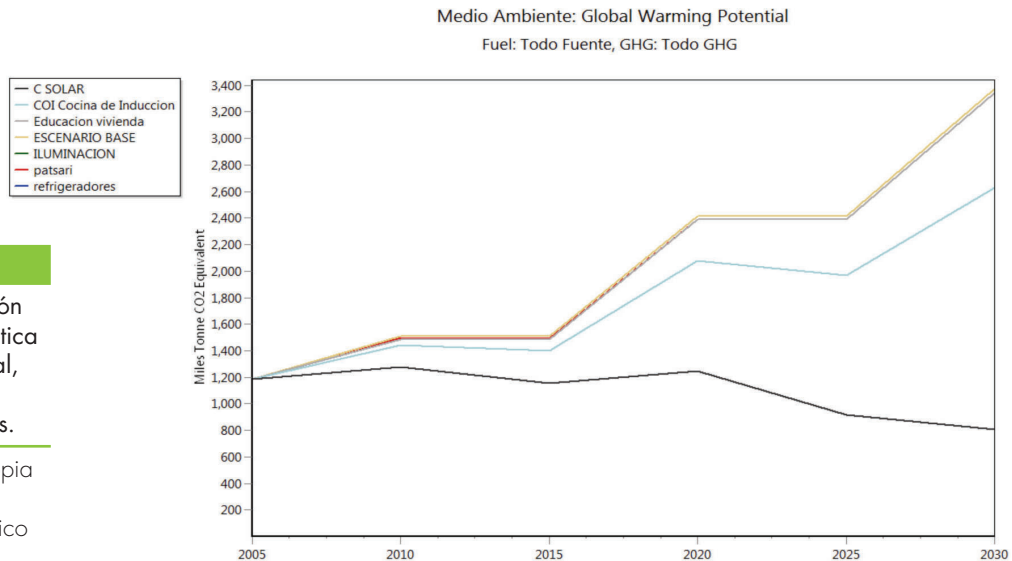


Las medidas de mitigación descritas más abajo, para la demanda energética del sector residencial (basado en el crecimiento de viviendas del estado) se muestran en la figura 4.22 en colores ocres y naranjas sin considerar medidas de mitigación en este sector y en blanco, con las medidas de mitigación implementadas. Los escenarios de mitigación al 2030 muy importantes en el uso de gas LP y leña para la cocción de alimentos a nivel rural como urbano. Esto resultados son esperados por un cambio en las tecnologías mediante el uso de cocinas de inducción y estufas patsari.

**Figura 4.22**

Escenarios de mitigación en la demanda energética por el sector residencial, tomando en cuenta solamente las viviendas.

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INEGI. Anuario estadístico del estado 2005.





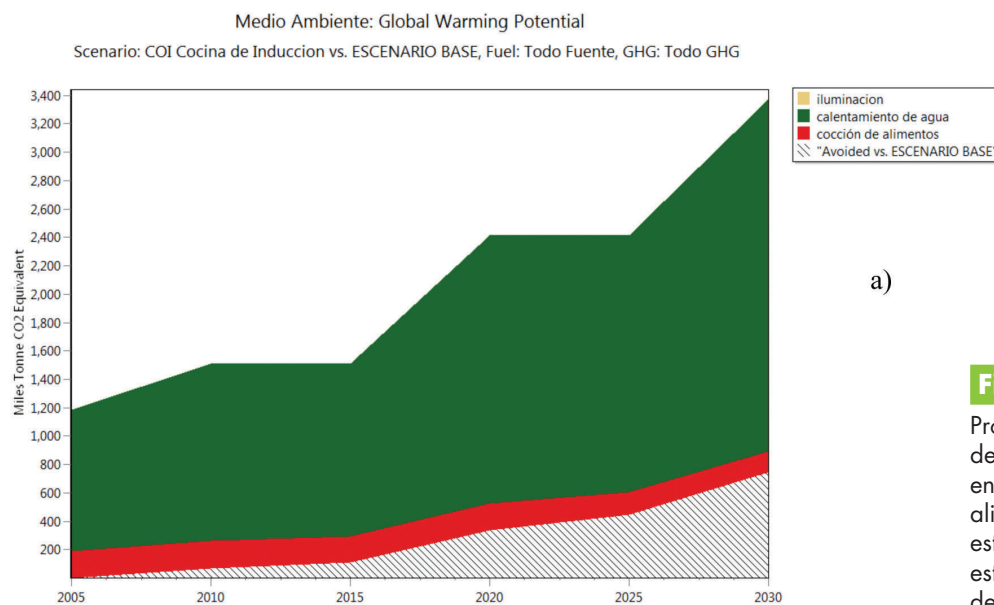
## Cocina de alimentos

Las medidas de mitigación al respecto de esta actividad residencial se muestran en la figura 4.23.

### Cocinas de inducción

Se propone el uso de la cocina de inducción con estrategia para la reducción del uso de gas LP en la elaboración de alimentos. Estas cocinas funcionan mediante una bobina que es un conductor enrollado, que al pasar corriente por él se induce un campo magnético, haciendo que se caliente el recipiente que se coloque en el quemador (los recipientes deben ser de metal con hierro para que esto suceda). Es un tipo de cocina vitrocerámica que calienta directamente el recipiente en vez de calentar la vitrocerámica y luego transferir el calor al recipiente. Estas cocinas utilizan un campo magnético alternante que magnetiza el material ferromagnético del recipiente en un sentido y en otro. Este proceso tiene pérdidas de energía que, en forma de calor, calientan el recipiente. Los recipientes deben contener un material ferromagnético al menos en la base, por lo que los de aluminio, terracota, vidrio o cobre no son utilizables con éste tipo de cocinas.

En la mayoría de los casos, las cocinas de inducción se sitúan con un ahorro energético cercano al 30% respecto a una cocina convencional vitrocerámica y al calentar alimentos, de esta forma el agua se puede calentar casi el doble de rápido en una cocina de inducción que en una “vitro” tradicional. La medida de mitigación considera un cambio del 75% de las estufas de gas LP a estufas de inducción para el 2030.

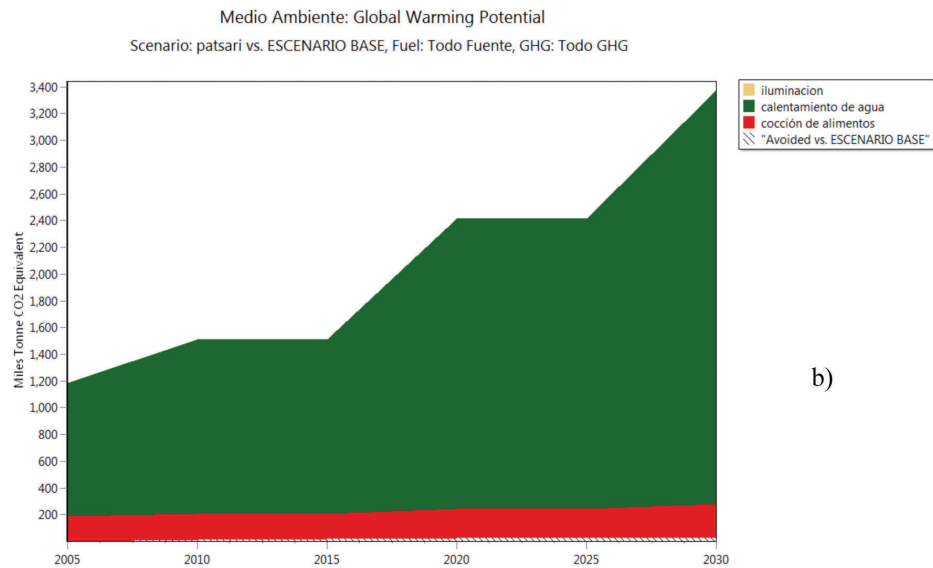


**Figura 4.23**

Proyecciones de medidas de mitigación en vivienda en el sector de cocción de alimentos. A) Mediad de estufa de inducción y b) estufa patsari o ahorradora de energía.

**Figura 4.23**

Continuación

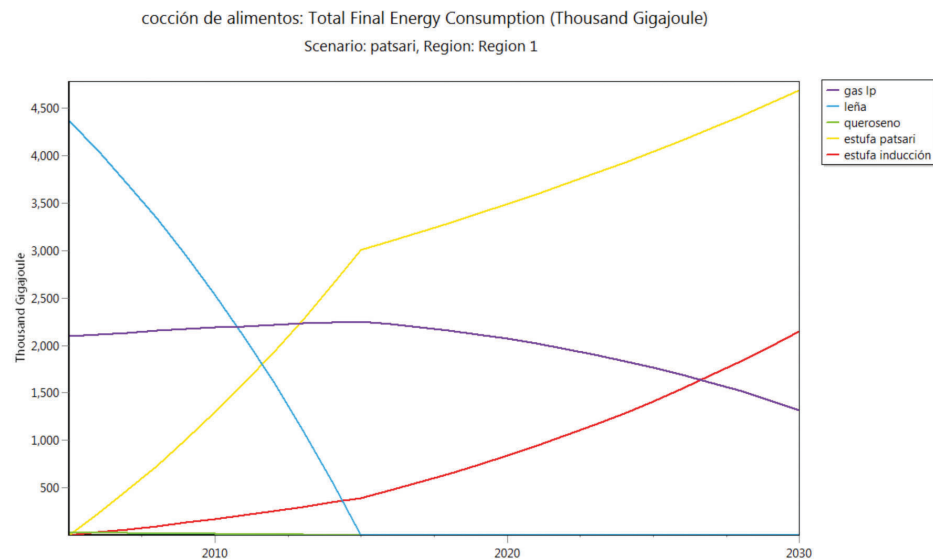


### Estufas patsari

En zonas rurales se aconseja el cambio del uso de fogones por las estufas patsari. Se supone que la penetración de este tipo de equipos para el estado de Hidalgo en el 2030 alcanzará el 100% de los hogares rurales que usan los tradicionales fogones abiertos y el 100% de los hogares que usan queroseno. Las estufas o cocinas mejoradas reducen el consumo de leña y mejoran la eficiencia de la combustión, y por ende reducen tanto las emisiones netas de CO<sub>2</sub> vinculadas con la fracción no renovable de la biomasa como las emisiones de otros GEI distintos al CO<sub>2</sub>, vinculadas con la combustión incompleta (Johnson *et al.* 2009)

**Figura 4.24**

Proyecciones de medidas de mitigación en vivienda en el sector de cocción de alimentos



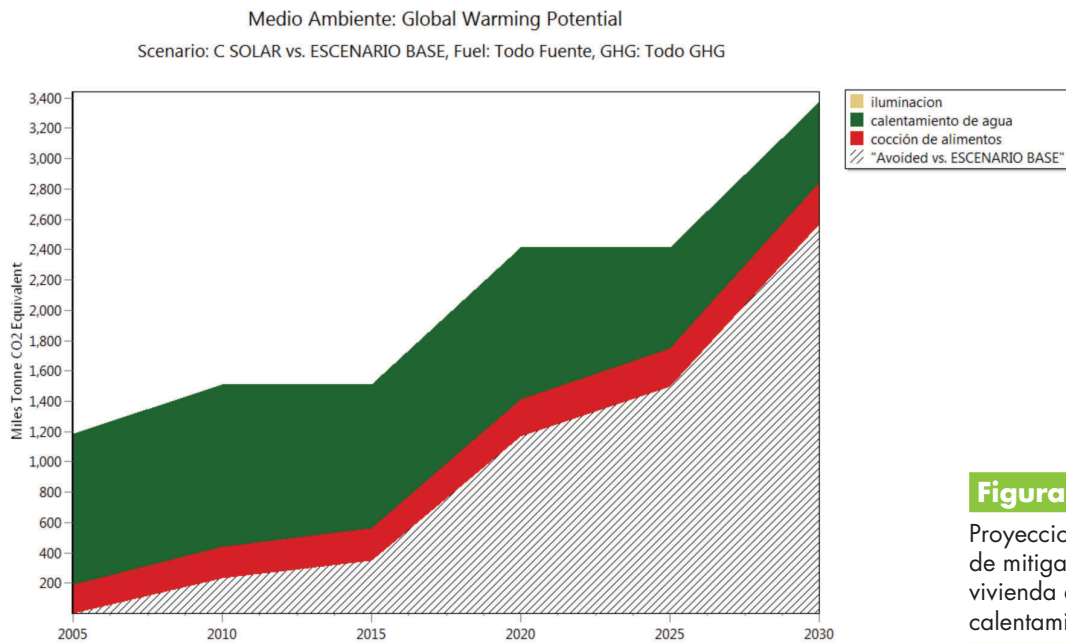


## Calentamiento de agua

### Calentamiento solar de agua

El calentamiento de agua en zonas urbanas es uno de las necesidades que consumen mayor cantidad de combustible, principalmente gas LP y por consiguiente que contribuyen en mayor cantidad a la emisión de GEI. Una de las opciones más aceptadas es el uso del calentador solar, el cual es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere al agua, y ésta, una vez caliente, se almacena en un tanque o depósito térmico.

Esta medida implica el aumento de la penetración de calentadores solares de agua para reducir el consumo de gas LP o gas natural, tanto en las casas actualmente existentes como en las nuevas. Se espera que para 2030, el 80% de las viviendas nuevas y el 60% de las viviendas existentes en 2008 tengan instalados calentadores solares. Con esto se observa una reducción de uso de leña y gas LP bajo escenarios de mitigación de GEI (Figura 4.25).



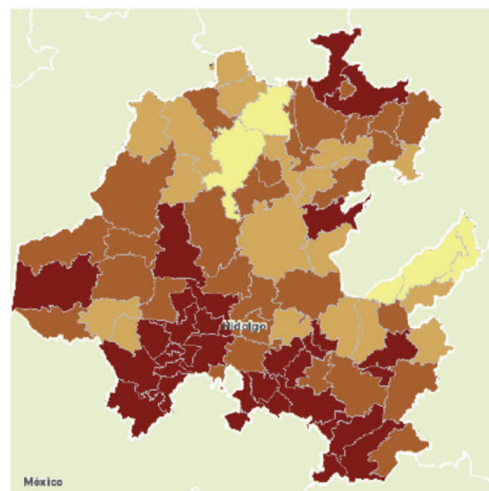
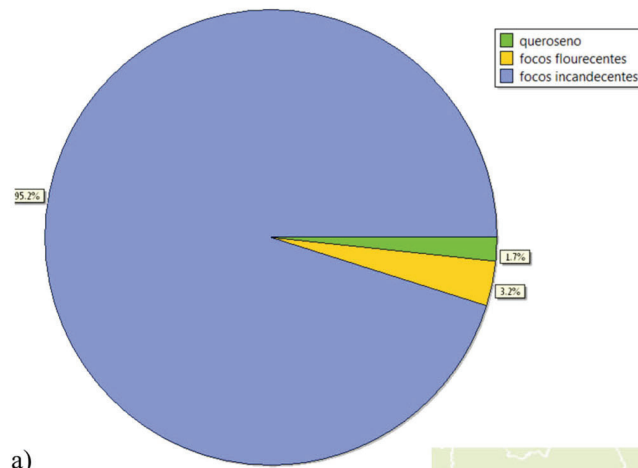
**Figura 4.25**

Proyecciones de medidas de mitigación en vivienda en el sector de calentamiento de agua.

Por otro lado el gobierno federal está implementando diferentes medidas de mitigación, que aunque no tienen una inversión estatal están teniendo un impacto en el Estado de Hidalgo, por lo cual es importante mencionarlas y recomendar su apoyo para que su ejecución se exitosa. Entre estas medidas se

destacan el remplazo de focos comunes por lámparas fluorescentes, ahorradoras de electricidad. El uso de energía para iluminación es de lo más importante en el Estado, donde el uso de focos incandescentes representan más del 90% de la iluminación y gran parte del Estado cuentan con el servicio (Figura 4.26. a y b). En el Programa Luz Sustentable con el cambio de tipo de foco se llevará a cabo entregando a cada familia, 4 lámparas ahorradoras a cambio de 4 focos incandescentes. Los focos incandescentes que se entreguen pueden ser de cualquier potencia (Watt), siempre que no estén rotos. El Programa prevé una reducción a nivel nacional 2.78 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Por consiguiente el impacto en el Estado de Hidalgo a su vez será importante, en la figura 4.26 se observa una importante reducción a corto plazo.

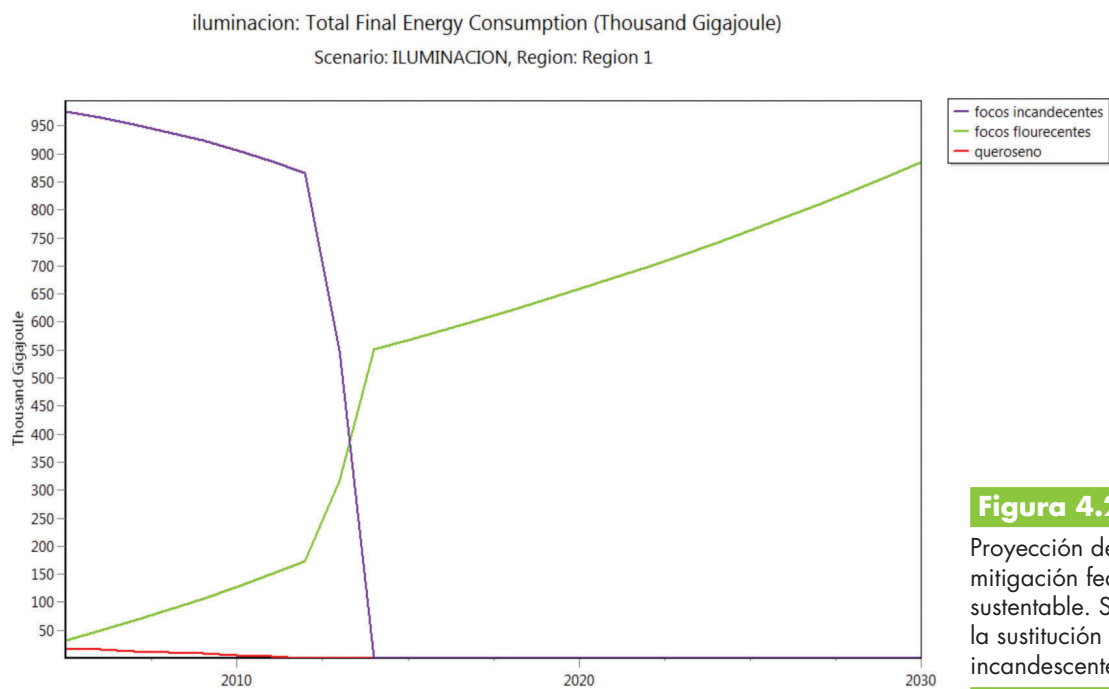
iluminacion: Total Final Energy Consumption (Thousand Gigajoule)  
 Scenario: Current Accounts, Region: Region 1



Color	>	<	Límite superior	Municipios
Dark Red	>	<	99.50	33
Red	>	<	96.98	29
Orange	>	<	94.47	17
Yellow	>=	<=	89.43	5

**Figura 4.26**

a) Proporción de estrategias de iluminación en el estado de Hidalgo.  
 b) porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica



**Figura 4.27**

Proyección de medida de mitigación federal de luz sustentable. Se representa la sustitución de focos incandescentes.



## Otras medidas no cuantificadas que se pueden realizar

### Promover el desarrollo de vivienda sustentable el diseño integrado de edificaciones

Promover la edificación que contempla reducción de uso de energía, tratamiento integral de residuos, uso de materiales ecológicos en su construcción, son estrategias que en conjunto representarían reducción de GEI de manera significativa. Además, se contempla la promoción de uso de equipos de bajo consumo de energía y tecnologías de energía renovables para uso doméstico.

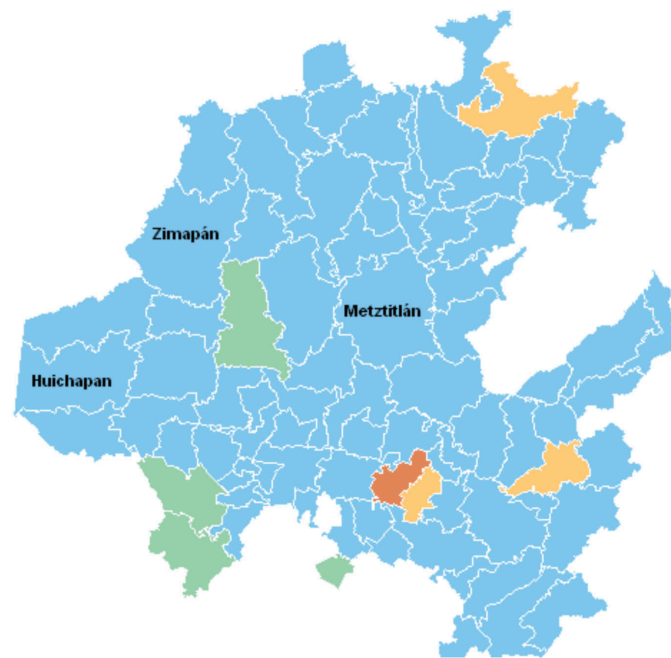
El consumo de energía y la energía incorporada en los edificios podría reducirse mediante una mayor utilización de las tecnologías actuales, como el diseño solar pasivo, sistemas de ventilación, enfriamiento y calentamiento de mayor rendimiento, aislamientos, materiales de construcción de alta reflectividad, ventanas selladas múltiples y el tratamiento integral de residuos, entre otras.

Lo anterior puede lograrse al establecer una política de incentivos, que permita motivar a los propietarios de edificios comerciales, industriales e instalaciones existentes a mejorar la eficiencia del uso de energía y otros recursos en estas construcciones.

## Desarrollo urbano y planeación territorial “El Crecimiento Inteligente”

Mientras que la reducción de las emisiones de GEI es la principal acción en contra del cambio climático, en una perspectiva de mediano y largo plazo, el ordenamiento territorial incorpora medidas de adecuación de corto y mediano plazo, referidas a la protección del capital natural.

El crecimiento Inteligente considera el desarrollo de unidades habitacionales con fácil acceso (a menudo a corta distancia) de comercios, escuelas, y lugares para entretenimiento y recreación, incorporando elementos de diseño eficiencia energética y energía renovable en edificios, compartiendo instalaciones energéticas entre edificios (por ejemplo, sistemas de calefacción de distritos), y conservando espacios abiertos. Estas medidas se pueden orientar a los sitios con mayor número de habitantes, tales como Pachuca, Mineral de la Reforma y Tulancingo (Figura 4.28).



**Figura 4.28**

Distribución de la población total en el Estado priorizando las acciones de planeación urbana en áreas con una mayor concentración poblacional.

Población total

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Notas:

La información es censal y está referida al 12 de junio de 2010.

Frecuencia

1	214,849 hasta 267,862
0	161,837 hasta 214,848
3	108,825 hasta 161,836
4	55,813 hasta 108,824
76	2,800 hasta 55,812

**Clasificación de unidades con igual tamaño de clase:** el recorrido de la variable (mayor valor-menor valor) se divide entre el número de grupos predeterminado (5) para obtener el tamaño, y a partir de éste se construyen los límites de clase.



**Tabla 4.2**

Opciones de mitigación por sector, acciones, respnsables, cronograma de aplicación, cantidad de CO<sub>2</sub> potencial a mitigar en el 2020 y 2030 y estimado reportado para el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada.

Sectores/Opciones de mitigación (Fuente)	Acción / Actor	Cronograma de aplicación	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2020 (miles de toneladas)	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2030 (miles de toneladas)	Costo USD/ t CO <sub>2</sub>
1, Generación de energía y eficiencia eléctrica (Pronase, 2009) (SENER 2010) (CFE, POISE, 2011)	Plan de sustitución a ciclo combinado (573 t CO <sub>2</sub> /GWh) y eliminación del combustible (802 tCO <sub>2</sub> /GWh) / Actor: CFE	2021. CC: 1160 MW en 50% de sustitución del combustible 2022. CC: 580 MW 2023: se retiran 489 MW de TC 2024: 580 MW 100% de sustitución (Modernización de CT Tula)	0	97.6	-145
	Ahorro en la eficiencia de la transmisión Actor: CFE	No disponible	No estimado	No estimado	No disponible
	Aumento de la capacidad de la Hidroeléctrica (Jiliapan) Actor: CFE	2020. Aumento de la generación eléctrica en 706 GWh/año Sustituye otra tecnología	0	2,534.5	-5.3
2, Uso de energía renovable en industria del cemento. CEMEX, 2011)	Reducción del combustible con energía eólica Actor: Empresas productoras de cemento	2020: Reducción del 25% 2030: Reducción del 50%	776.3	1,552.5	En estudio
	Eliminar el uso de neumáticos como sustituto de combustible	2020:Reducción al 100%	No aplica	No aplica	No disponible



3, Cambios tecnológicos Refinería de Tula (PEMEX, 2010)	Cogeneración: Potencialidad de 1160 MW en Refinería de Tula Actor: PEMEX Instalación del economizador de la caldera CB-5 en el sector No.5 de la Planta Catalítica No. 1 Actor PEMEX	2015: -1160MW/año 2020: 3.5% acumulado 2030: se mantiene	282.7	2,827.5	-29
		2020: -49,632 tCO2/año	0	496.3	+17
4, Ahorro en el sector residencial (Se requiere de subvencionar el costo de inversión y la aceptación pública)	Recuperación de hidrocarburos enviados a desfogue	2020: -35,824 tCO2/año	0	358.2	+17
	Modernización de la caldera recuperadora 101-U en la Planta Catalítica No. 2	2020: -67,139 MWh/año	0	671.4	+17
	Cambio de focos incandescentes por fluorescentes compactos / (Pronase)	2025: 71.7% de ahorro.	1.1	1.3	-23
	Uso de calentadores solares	75% de calentadores del estado ya son sustituidos a calentadores solares en el 2030	1166.1	2565.5	-13.8
5, Ahorro en el transporte	Uso de cocinas de inducción	Sustitución de cocinas de gas LP a inducción 2015 20% 2020 40% 2025 60% 2030 75 %	337.6	745.1	21
	Uso de cocinas ahorradoras de leña Patsari	2015 todas las estufas de leña y keroseno serán sustituidas	24.7	24.7	-2.3
	Cambio de gasolina a gas LP	2020: reducir los recorridos hasta un 34% 2020: Cambiar el 30% de autos de gasolina a gas LP	20	32	-97
6, Desarrollar e implementar campañas de educación	Optimizar el uso doméstico del gas y electricidad	2020: 10% de ahorro energético	1,2	2,4	En estudio
			24.9	28.0	0



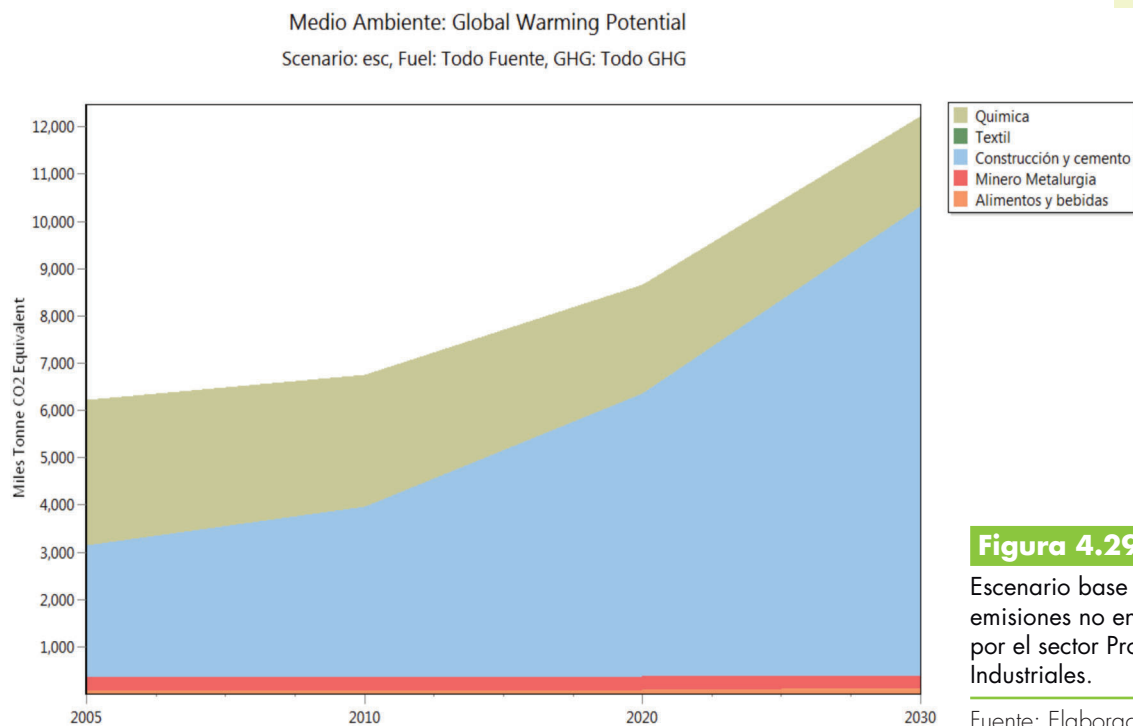
## Emisiones correspondientes al sector no energético: desechos, agricultura USCUSS y procesos industriales

### Sector Procesos Industriales

Las medidas de mitigación se presentan en la tabla 4.3, que muestra las medidas propuestas para los procesos industriales concentradas en el Eje Rector 2, así como los datos de costos y mitigación potencial de cada una de ellas. Los escenarios base (BAU) y de mitigación de este sector dedicado a las emisiones no energéticas (debidas solo a los procesos) se muestran en la figuras 4.29 y 4.30.

Este sector tiene un potencial de mitigación calculado de 635 y de 1,054 miles de toneladas para el año 2020 y 2030 respectivamente.

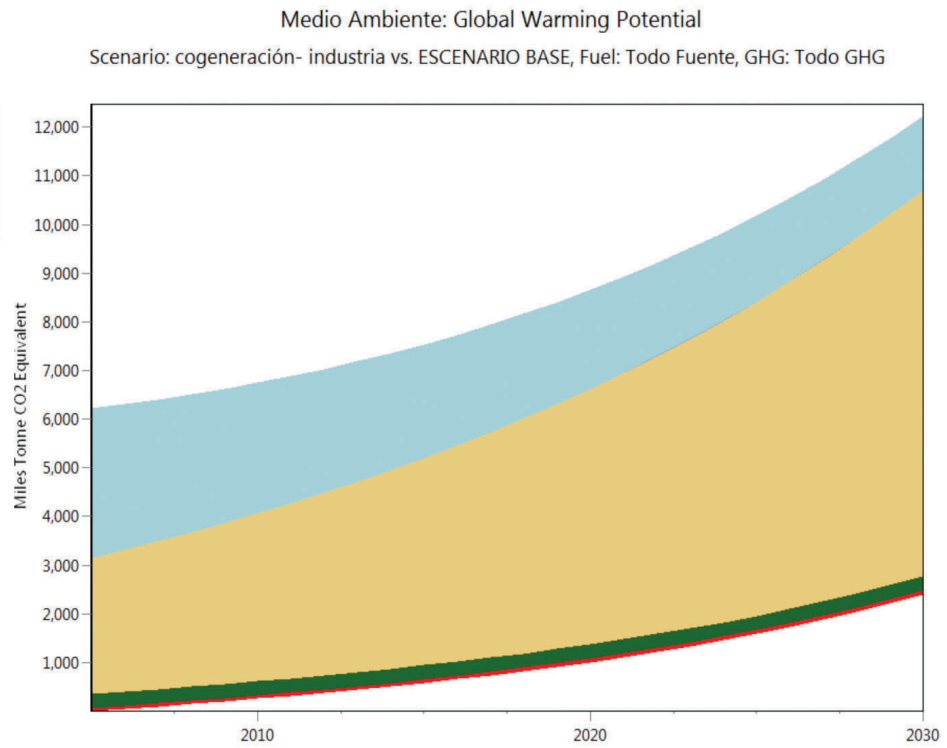
Posteriormente se describen algunas medidas consideradas.



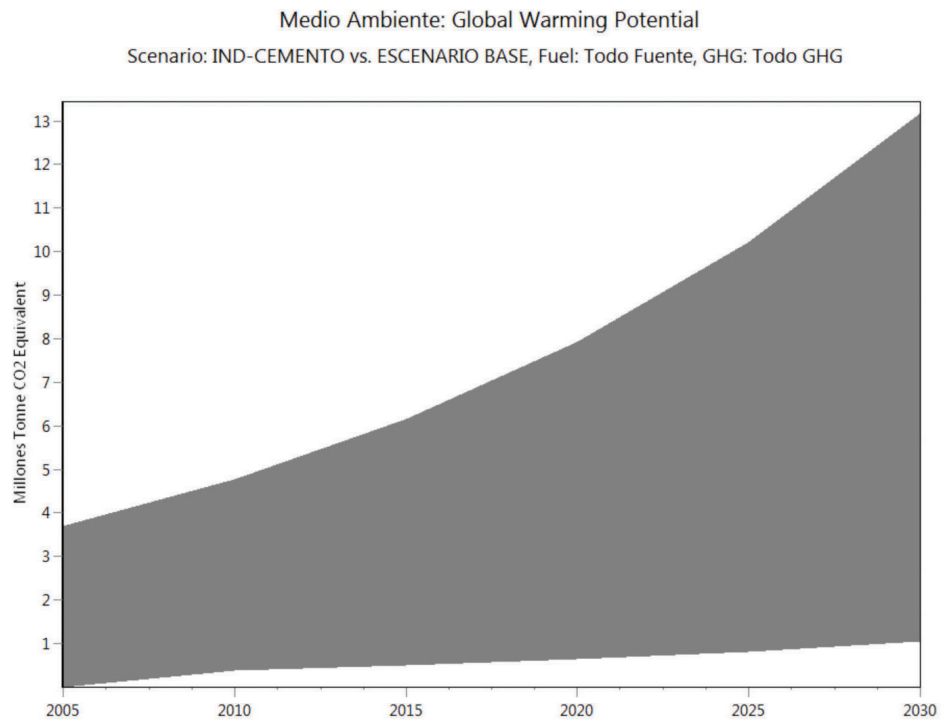
**Figura 4.29**

Escenario base (BAU) de emisiones no energéticas por el sector Procesos Industriales.

Fuente: Elaboración propia.



a)



b)

**Figura 4.30**

a) Escenarios de mitigación de emisiones no energéticas por el sector Procesos Industriales. b) Escenarios de mitigación la industria del cemento

Fuente: Elaboracion propia.

## Producción de cemento

La utilización de una mayor cantidad de materiales cementantes alternos, como las cenizas volantes pulverizadas, un subproducto de las estaciones termoeléctricas; y la escoria de altos hornos, un subproducto de la industria del acero. Con esto la industria del cemento ha disminuido el uso de materiales convencionales en las operaciones en México, hasta el punto de aportar en un 8.75% de materia prima alterna para las operaciones de cemento en el país.

## Industria química y de alimentos

**Pavimentación asfáltica.** Las emisiones de metano y compuestos volátiles diferentes al metano son las mayores emitidas por esta actividad. Por ello se recomienda sustituir o disminuir el asfalto en las carreteras. Asimismo, eliminar la impermeabilización de techos con el asfalto en las casas y valorar otras opciones con mejores y más duraderos materiales que no emiten tal cantidad de GEI.

**Tabla 4.3**

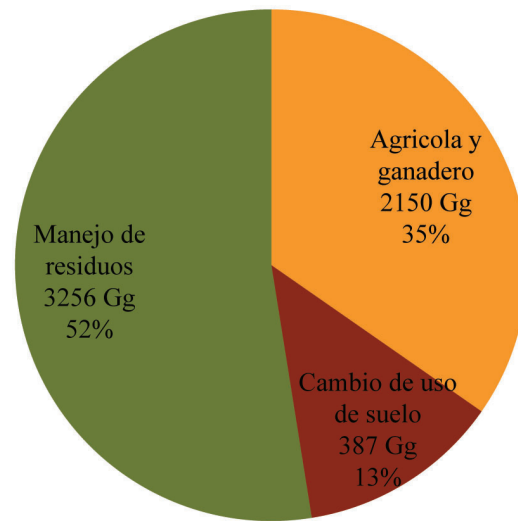
Opciones de mitigación del Eje Rector 2 por subsector, acciones, responsables, cronograma de aplicación, cantidad de CO<sub>2</sub> potencial a mitigar en el 2020 y 2030 y estimado reportado para el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada.

**Eje Rector 2:** Emisiones de GEI en el sector procesos industriales, que incluye la sustitución de materias primas y cambios en tecnologías en los sectores de industria del cemento, química y de alimentos.

Sectores/ Opciones de mitigación	Acción / Actor	Cronograma de aplicación	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2020 (miles t)	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2030 (miles t)	Costo USD/ t CO <sub>2</sub>
1. Proceso de producción de cemento	Nuevas Materias primas: cenizas pulverizadas de las estaciones termoeléctricas y escoria de altos hornos Actor: Empresas cementeras	2020: 8.75% de sustitución del clinker	635	1054	+40

## Sector Desechos

En la agrupación no energética, se consideran los sectores de: manejo de residuos sólidos, agricultura, actividades ganaderas y el cambio de uso de suelo. Estos sectores aportan 6198.5 gT de CO<sub>2</sub>eq. Considerado que el manejo de residuos es el que tienen una mayor aportación (Figura 4.31).



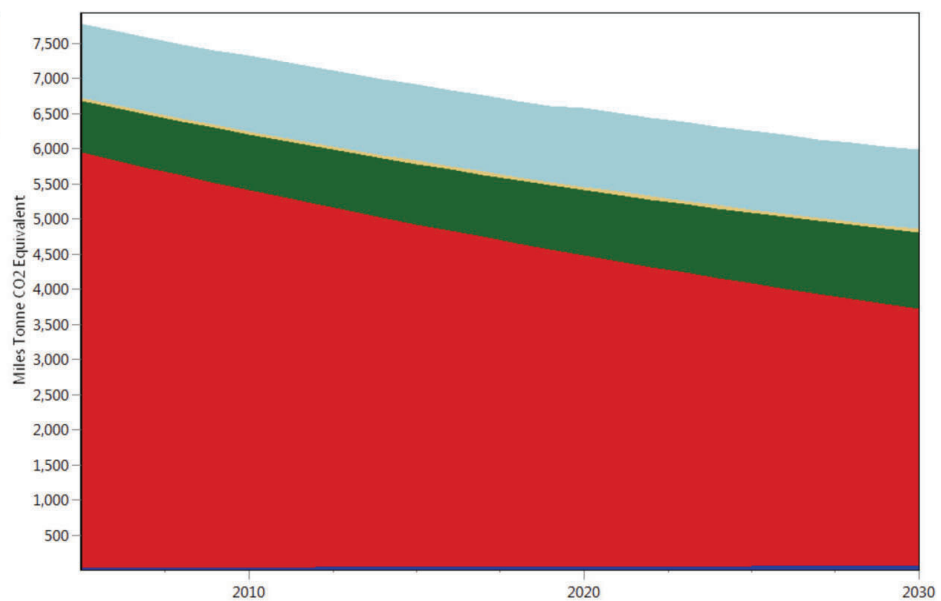
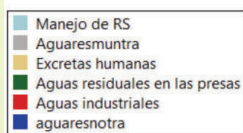
**Figura 4.31**

Aportación del sector no energético y no industrial.

Fuente: IGEIH

Este sector muestra la mayor emisión en las aguas residuales industriales. El escenario base y los escenarios con las medidas de mitigación (BAU) obtenidos con el software LEAP se muestran en la figura 4.31 y 4.32. Las medidas de mitigación para este sector se concentran en el Eje Rector 3 y se muestran en la tabla 4.4 junto con los cronogramas, costos, cantidad a mitigar y responsables.

Medio Ambiente: Global Warming Potential  
Escenario: ESCENARIO BASE, Fuel: Todo Fuente, GHG: Todo GHG



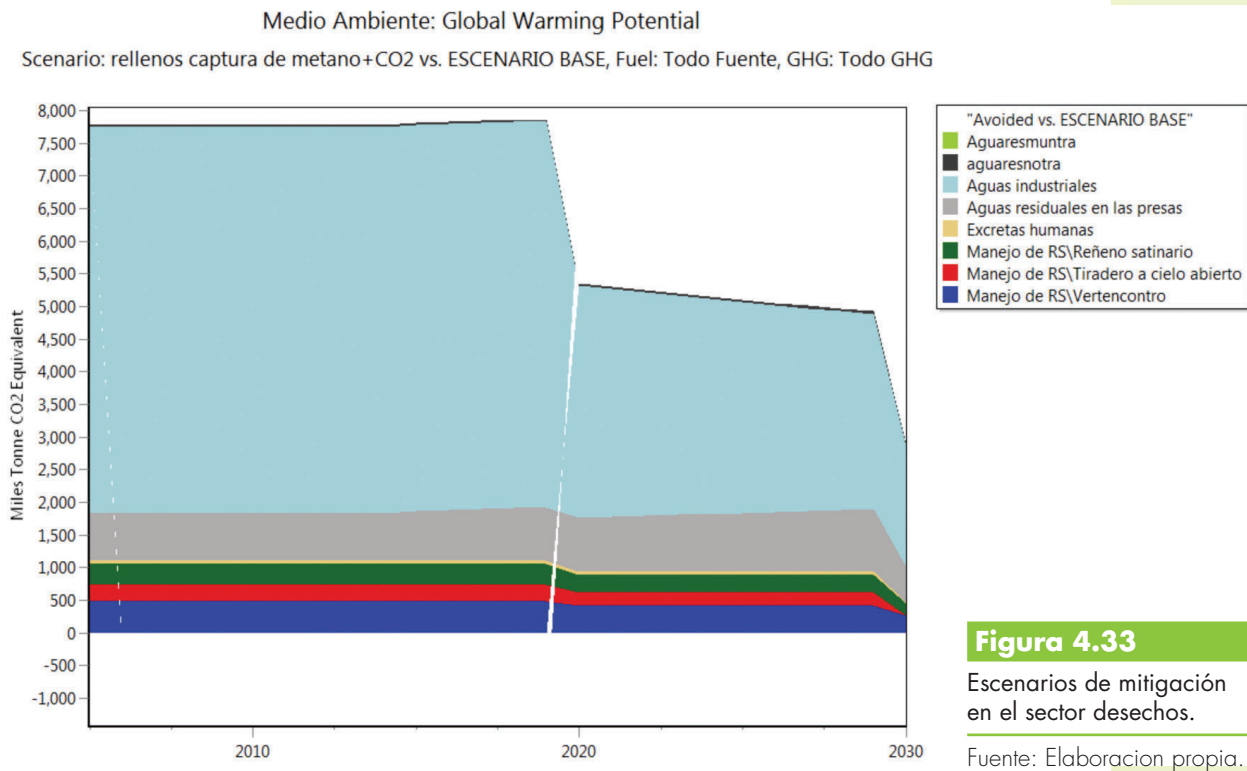
**Figura 4.32**

Escenario base en el sector desechos.

Fuente: Elaboración propia.

Este sector tiene un potencial de mitigación calculado de 896 y 1861 miles de toneladas para el año 2020 y 2030 respectivamente.

A continuación se describen algunas medidas consideradas.



**Mitigación de emisiones generadas por** agua residual doméstica, comercial, industrial y manejo de lodos.

Las aguas residuales domésticas procedentes de zonas de vivienda y de servicios son generadas principalmente por las actividades domésticas cotidianas. Comúnmente las aguas residuales domésticas se mezclan con aguas de escorrentía pluvial, lo cual es una práctica no recomendada ya que el agua de lluvia debe almacenarse para posterior utilización o inyectarse a los acuíferos como forma natural de su recarga.

En el estado está programada la puesta en marcha de una planta de tratamiento en Atotonilco de Tula que tratara las aguas residuales que alimentan las presas Endhó y Requena y por tanto, se generarán aguas limpias para el estado.

Las aguas residuales pueden ser fuente de metano y también pueden ser fuente de emisiones de óxido nitroso. El tratamiento de agua residual, no solo puede generar agua para riego agrícola y biosólidos para fertilizar áreas de cultivo, también generan biogás. El biogás puede usarse directamente o para cogeneración de electricidad, lo cual aporta beneficios económicos, tecnológicos y ambientales que como resultado reducen la generación de GEI.

Los lodos que se generan en estas plantas están destinados a una planta de biogás que será utilizado para el calentamiento o para la generación de energía eléctrica. Esta medida, implementada como está planeada a partir del año 2018, causa una disminución importante en las emisiones de esta categoría y esto se aprecia claramente en la figura 4.34.

### Mitigación en aguas industriales

Por otro lado, las aguas residuales industriales: son aguas vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad industrial. Esta normado que antes de ser vertidas a cuerpos de agua o el sistema de alcantarillado municipal, las aguas sean tratadas por variados métodos que dependen del tipo de industria, casi siempre destructivos, que generan lodos y otros residuos. Y los métodos destructivos son la oxidación química, incineración, oxidación húmeda catalítica y no catalítica, oxidación húmeda supercrítica, procesos avanzados de oxidación y los más utilizados son los tratamientos biológicos (aerobio y anaerobio) (Fernández-Alba *et al.* 2006). Esos lodos también son una fuente de metano importante que puede ser utilizado para la generación de calor o la cogeneración de energía eléctrica. Por otra parte, el sector industrial genera a su vez residuos que por lo regular son contaminantes que comprenden una amplia gama de materiales y que no son deseados por los fabricantes.

### Promover el desarrollo o/y conversión de parques industriales ecológicos

El hecho de concentrar la infraestructura de la industria en un fraccionamiento o parques tiene muchas ventajas para los usuarios del parque como para las autoridades. Algunas de las ventajas que pueden sobresalir son la concentración de los esfuerzos en llevar los servicios necesarios tales como la línea de transmisión, el agua del parque, el sistema de protección contra incendios, las tuberías especiales, los hidrantes, el sistema de seguridad y la construcción de vías de comunicación que deben ser ágiles, rápidas y amplias. Por otro lado se facilita el acceso a líneas de teléfono, internet, alumbrados público, gas natural, drenaje y tratamiento de agua dentro de una misma zona (GENL *et al.* 2010). Con lo anterior se facilita a su vez el

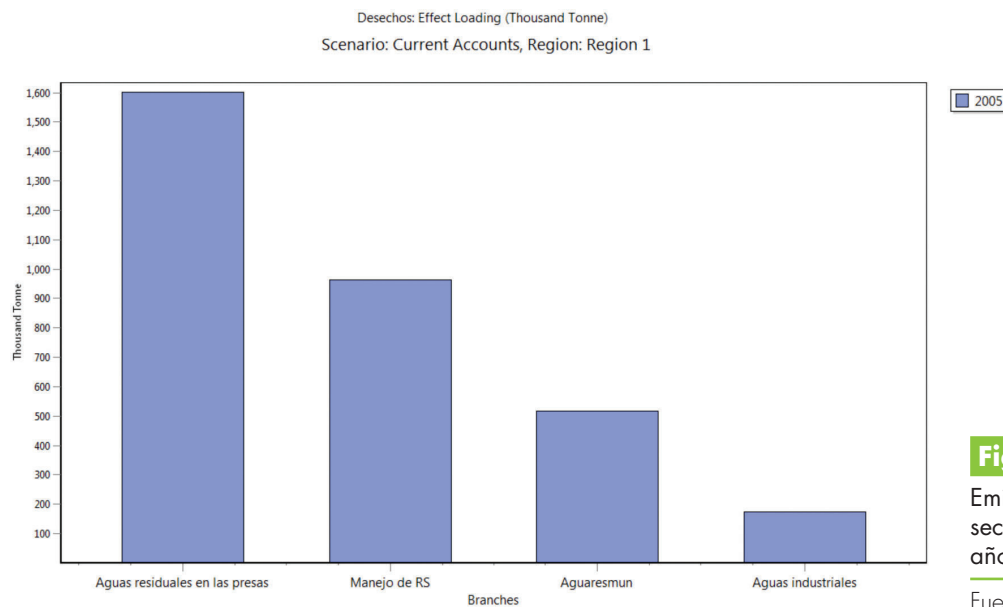


manejo de residuos, tanto sólidos como líquidos; además de facilitar la disposición y producción de energías renovables.

### Mitigación en residuos sólidos (RS)

Las emisiones de los residuos se muestran en la figura 4.34 calculados mediante el software LEAP sobre la base del crecimiento de la población de Hidalgo.

La descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos en los rellenos sanitarios produce metano que puede utilizarse en la generación de calor. Además, la incineración de residuos a cielo abierto malgasta un potencial energético y emite dióxido de carbono. Por otro lado, el transporte de los residuos a las instalaciones de reciclaje, tratamiento y disposición genera emisiones de carbono relacionadas con la quema de gasolina y diesel. Los desechos industriales pueden ser utilizados para generar energía alternativa. Esta medida está contemplada en el PECC y debe ser implementada a nivel estatal.



**Figura 4.34**

Emisiones generadas en el sector de residuos para el año base 2005.

Fuente: IGEIH

### Mitigación en el sector de gestión integral de residuos sólidos

Los desechos derivados del consumo constituyen casi el 5% del total de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. La tecnología puede reducir directamente las emisiones recuperando los gases que emiten

los vertederos, pero también esto se puede lograr mediante una mejora de las prácticas de vertimiento y el tratamiento. El manejo integral residuos sólidos, considera minimizar la disposición y evitar la generación del gas metano, reemplazo de materias primas por materiales secundarios y ahorro de energía. Además, de la utilización de la composta producida y el reemplazo del fertilizantes químicos y el aprovechamiento energético de los residuos.

### **Establecimiento de rellenos sanitarios adaptados para captura GEI**

Los rellenos sanitarios son responsables de entre el 8 y el 12 % del total de emisiones antropogénicas del metano en todo el mundo. El potencial de reducción de emisiones a partir de quema del metano procedente de rellenos sanitarios puede representar un 8% del total de CERs en el mundo. Implementar rellenos sanitarios eficientes para el aprovechamiento de subproductos, los cuales pueden captar los gases generados para su posterior combustión o para generación de electricidad. Con esta medida se pretende reducir un 50% de las emisiones de este sector.

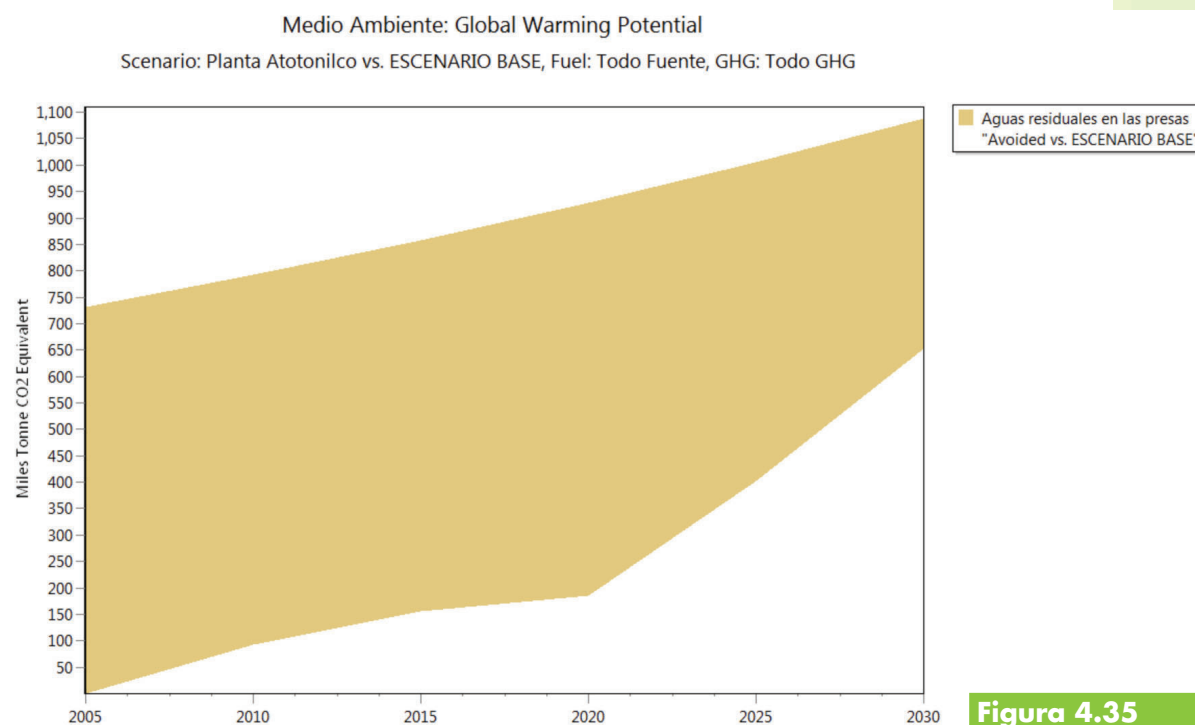
### **Establecer estrategias recolección, separación y reutilización de basura**

Esta estrategia, reduce la cantidad de residuos depositados en los rellenos sanitarios, o directamente al medio ambiente, lo que a su vez reduce la cantidad de GEI emitido.

Para esta estrategia es básico implementar sistemas de recolección adecuado a las necesidades y oportunidades de los municipios, para lo cual se debe implantar y fortalecer una cultura de reducción, de reusó y reciclado de residuos. Lo anterior permitirá la reducción de la contaminación de suelos y agua, así como el consumo de materias primas y energía.

### **Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco**

La planta de tratamiento de aguas residuales más grande del país, se construirá en el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo. Tendrá capacidad para tratar 23 metros cúbicos por segundo durante el estiaje (mediante proceso convencional) y un módulo adicional (mediante proceso físico-químico) para tratar 12 metros cúbicos por segundo en época de lluvias.



**Figura 4.35**

**Tabla 4.4**

Opciones de mitigación del Eje Rector 3 por subsector, acciones, responsables, cronograma de aplicación, cantidad de CO<sub>2</sub> potencial a mitigar en el 2020 y 2030 y estimado reportado para el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada.

**Eje Rector 3:** Emisiones de GEI en el sector desechos, que incluye los residuos sólidos, las aguas residuales municipales y aguas residuales industriales.

Sectores/ Opciones de mitigación	Acción / Actor	Cronograma de aplicación	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2020 (miles t)	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2030 (miles t)	Costo USD/ t CO <sub>2</sub>
1. Planta de tratamiento de Atotonilco de Tula	Tratamiento de aguas y planta de biogás a partir de lodos generados Actor: CONGUA y CEAA	2020: funcionamiento en un 50% 2030: funcionamiento en un 100%	185.722	653.013	No disponible
2. Aprovechamiento de metano en los sitios de disposición final de residuos sólidos	Implementación de una planta de biogás en cada relleno sanitario. Cumplimiento de normas Actores: SEMARNATH y municipios y empresarial	2020: establecer en un 50% rellenos sanitarios pantas con bogas 2030: reducción a cero los tiraderos a cielo abierto.	223.37	688.121	1

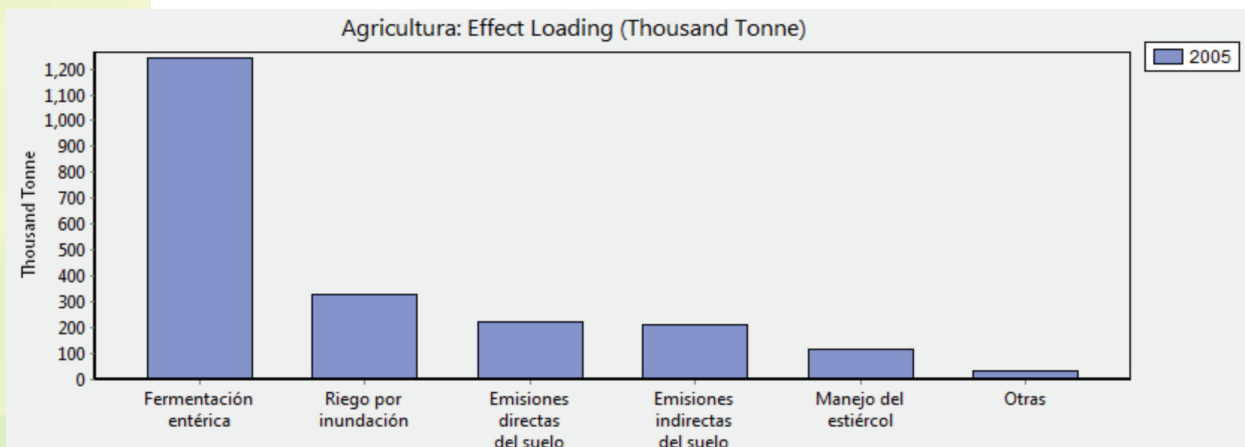
<p>3. Cumplimiento de la norma de emisiones para descargas industriales a cuerpos de agua y sistema de alcantarillado municipal.</p>	<p>Reducir el los contaminantes emitidos a las aguas residuales municipales e industriales. Actores: Sector empresarial Público municipal</p>	<p>2030: Lograr una reducción del 50% de las emisiones</p>	<p>896.728</p>	<p>1861.215</p>	<p>0</p>
--	---	--	----------------	-----------------	----------



## Sector Agricultura, ganadería y USCUSS

### Sector agrícola y sector ganadero

El sector agricultura es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero en el Estado de Hidalgo, especialmente en la emisión de metano y óxido nitroso (Figura 4.36). Las emisiones de metano del ganado y riego por inundación, durante el año 2005, son del orden de 1239.63 y 327.18 Gg de CO<sub>2</sub>eq, lo cual representa un 57.6% y 15.2% respectivamente del total de esta categoría. Este sector aporta 2150.1 CO<sub>2</sub>eq. Solamente las emisiones de la fermentación entérica ocupa el octavo lugar de todas las emisiones.

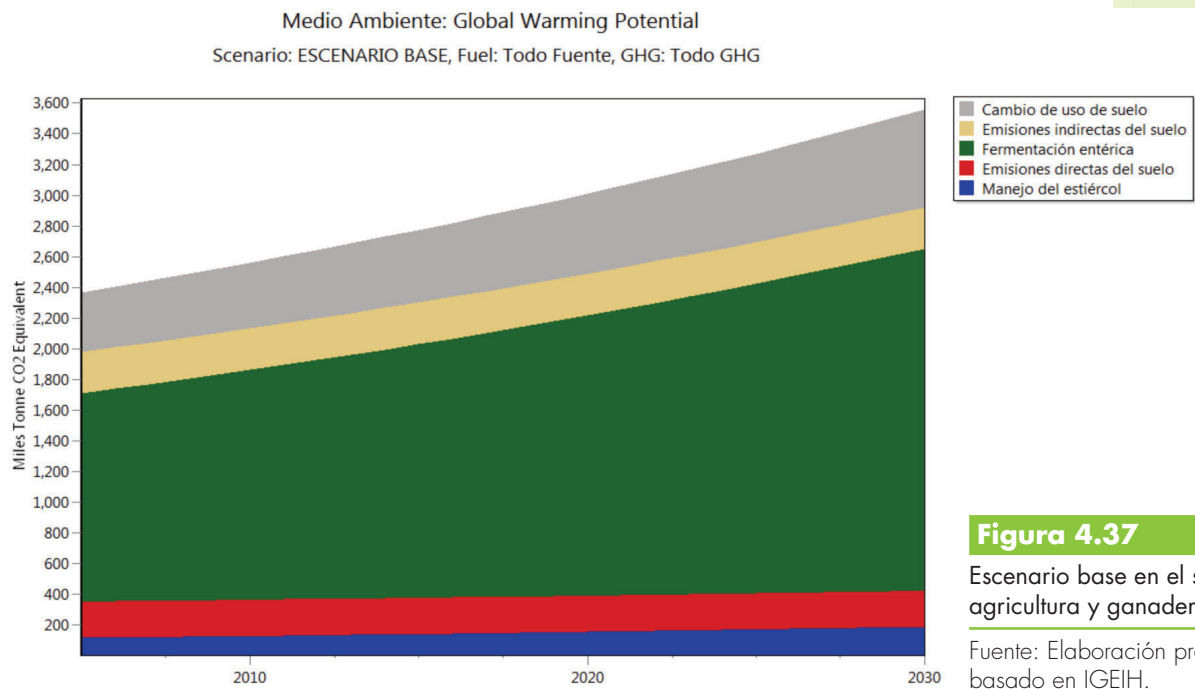


**Figura 4.36**

Emisiones generadas en el sector de agrícola y ganadero, para el escenario base año 2005.

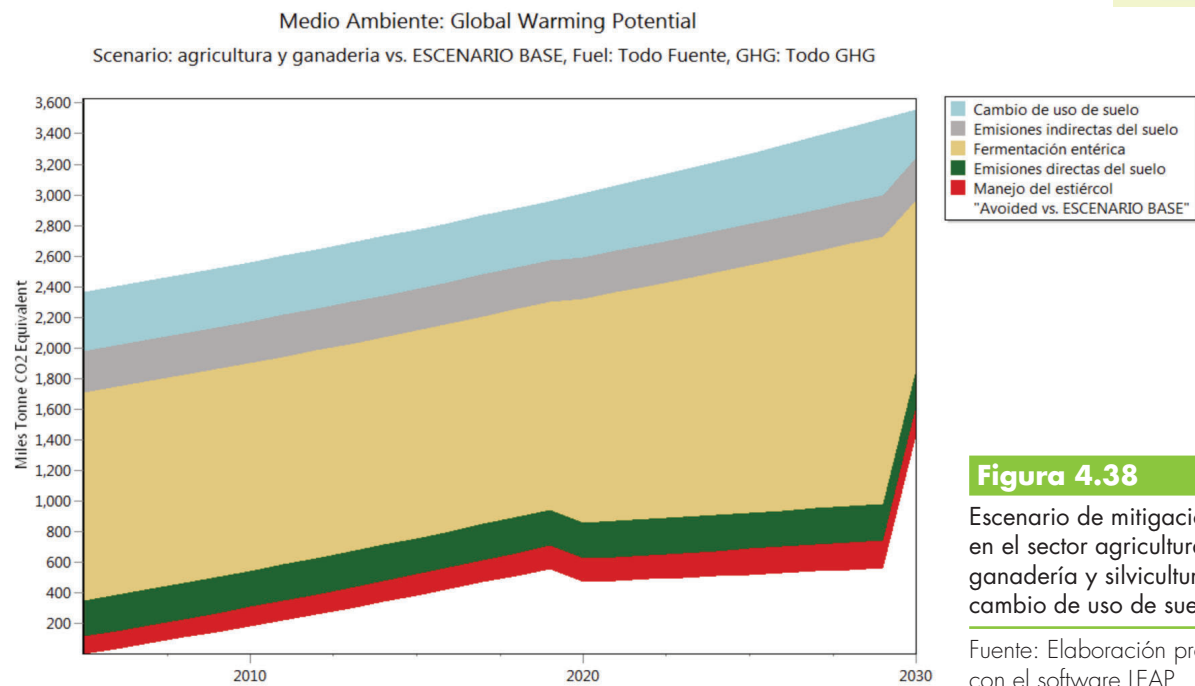
Fuente. Elaboración propia. Basado en los datos de IGEIH

Las principales medidas de mitigación aplicables al sector agrícola tienen como objetivo un manejo sustentable de los recursos y reducir las emisiones de GEI generadas en este sector. Estas se describen más abajo y se muestran en la tabla dentro del Eje Rector 4 junto con los costos, actores, cronogramas y cantidades de CO<sub>2</sub> mitigadas.



**Figura 4.37**  
 Escenario base en el sector agricultura y ganadería.

Fuente: Elaboración propia basado en IGEIH.



**Figura 4.38**  
 Escenario de mitigación en el sector agricultura, ganadería y silvicultura/cambio de uso de suelo.

Fuente: Elaboración propia con el software LEAP.

El sector agropecuario tiene un potencial de mitigación calculado de 496.6 y 1458.3 miles de toneladas para los años 2020 y 2030 respectivamente.

Más adelante se describen algunas medidas consideradas.



## Escenarios de mitigación en el sector agrícola y ganadero

### Conservación e incremento y sumideros de carbono

El concepto de sumidero, en relación con el cambio climático, fue adoptado en la Convención Marco de Cambio Climático de 1992. Un sumidero de gases de efecto invernadero, según la Convención, es cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera uno de estos gases o uno de sus precursores, o bien un aerosol y que lo almacena. Por ejemplo, la creación de nuevos bosques, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas, entre otras, lo cual se traducen en una captura del CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera y su almacenamiento posterior en forma de materia vegetal. Esta captura de Carbono contribuye a reducir la concentración de los GEI de la atmósfera, y por lo tanto, a mitigar el cambio climático.

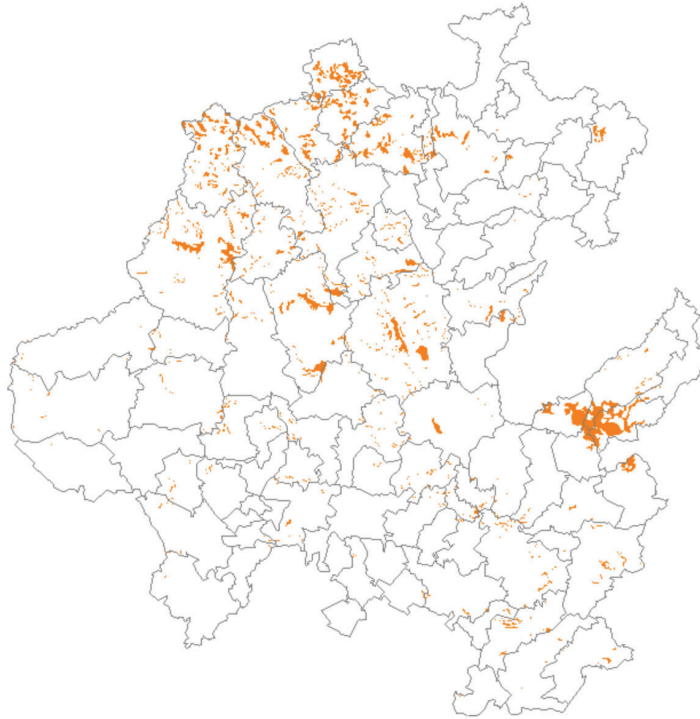
Los bosques y matorrales, en particular, juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono ya que almacenan grandes cantidades en su biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas y raíces) y en el suelo (mediante su aporte orgánico), y por tanto son sumideros (transferencia neta de CO<sub>2</sub> del aire a la vegetación y al suelo, donde son almacenados). Cuando se favorece su crecimiento y desarrollo ofrecen productos que ahorran la energía que requiere la fabricación de productos parecidos a la madera, además de considerarse como una fuente de combustible, que evita el empleo de carbón fósil en forma de hidrocarburos (Gutiérrez del Olmo 2004).

### Reforestación y restauración

La forestación de terrenos desarbolados supone, un incremento de la capacidad de fijación de GEI del ecosistema en el que se actúa. La acumulación, se produce tanto en la biomasa de la repoblación, como en la mejora del suelo lo cual incrementa los sumideros de carbono.

Promover cubiertas forestales y reservas de carbono asociado para la regeneración o establecimiento de bosques en áreas con poco o no cubierta forestal o en suelos que no han sido históricamente forestados debido a las actividades humanas (ej. suelo agrícola, sitios mineros); a estas práctica se le llama reforestación (CEC 2011). Entre los efectos directos de la reforestación se encuentra el incremento de la infiltración del agua en el suelo, la recarga de los mantos acuíferos, la disminución de la velocidad de los

escurrimientos superficiales y con ello, del potencial erosivo del agua, y la reducción de la pérdida paulatina de la fertilidad del suelo (SEMARNAT-INE 2009). En la figura 4.39 se pueden observar las áreas catalogadas como degradadas en donde se podían realizar acciones de restauración.



**Figura 4.39**

Áreas catalogadas como degradadas, las cuales son susceptibles a realizar restauración.

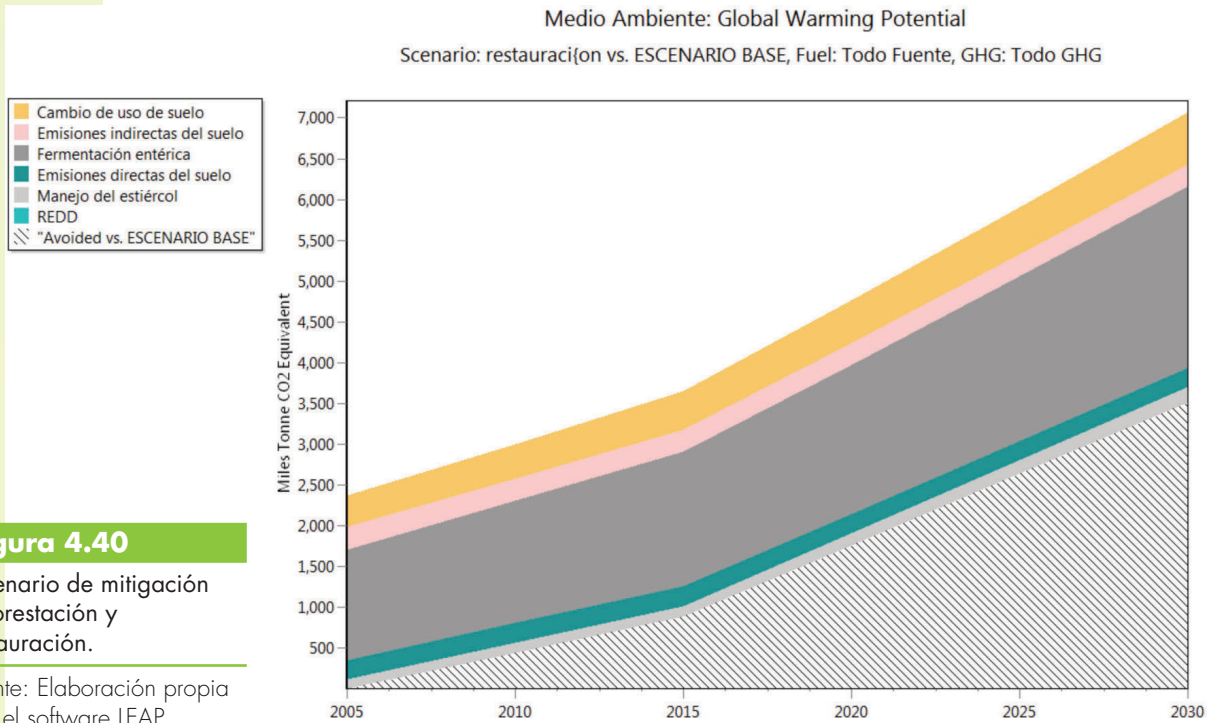
Fuente: SAGARPA

En este sector se encuentra la reforestación de cuencas (en partes altas y bajas) lo cual reduce erosión, azolvamientos, sedimentación, y fomentar la captación y la infiltración de lluvia. Restablecer árboles en espacios apropiados en suelos forestales manejados los cuales actualmente se encuentran desabastecidos, minimizando la perturbación del suelo o plantar árboles jóvenes entre arboles viejos los cuales actualmente son más delgados que su capacidad para incrementar la biomasa y diversifica las clases de edad (CEC 2011, SEMARNAT-INE 2009).

La reforestación y restauración incrementan las reservas forestales de carbón, si estas acciones se realizan con especies nativas apropiadas para los tipos de hábitat y adaptadas a las condiciones locales del clima. Así como con especies no vulnerables, con mayor capacidad para adaptarse y prosperar ante el cambio climático y promoviendo los policultivos lo cual permite minimizar el riesgo de plagas y enfermedades. Estas acciones promueve la duración de los sumideros a largo plazo.



En Hidalgo existen 1411160.00 ha. que podrían ser restauradas, si solo consideramos un 50% como meta para el año 2030 se tiene un potencial de reducción de CO<sub>2</sub>e de 3512 miles de toneladas. Este valor fue extrapolado del potencial de reducción por ha. a nivel nacional.



**Figura 4.40**

Escenario de mitigación Reforestación y restauración.

Fuente: Elaboración propia con el software LEAP.

### Manejo sustentable de la biodiversidad

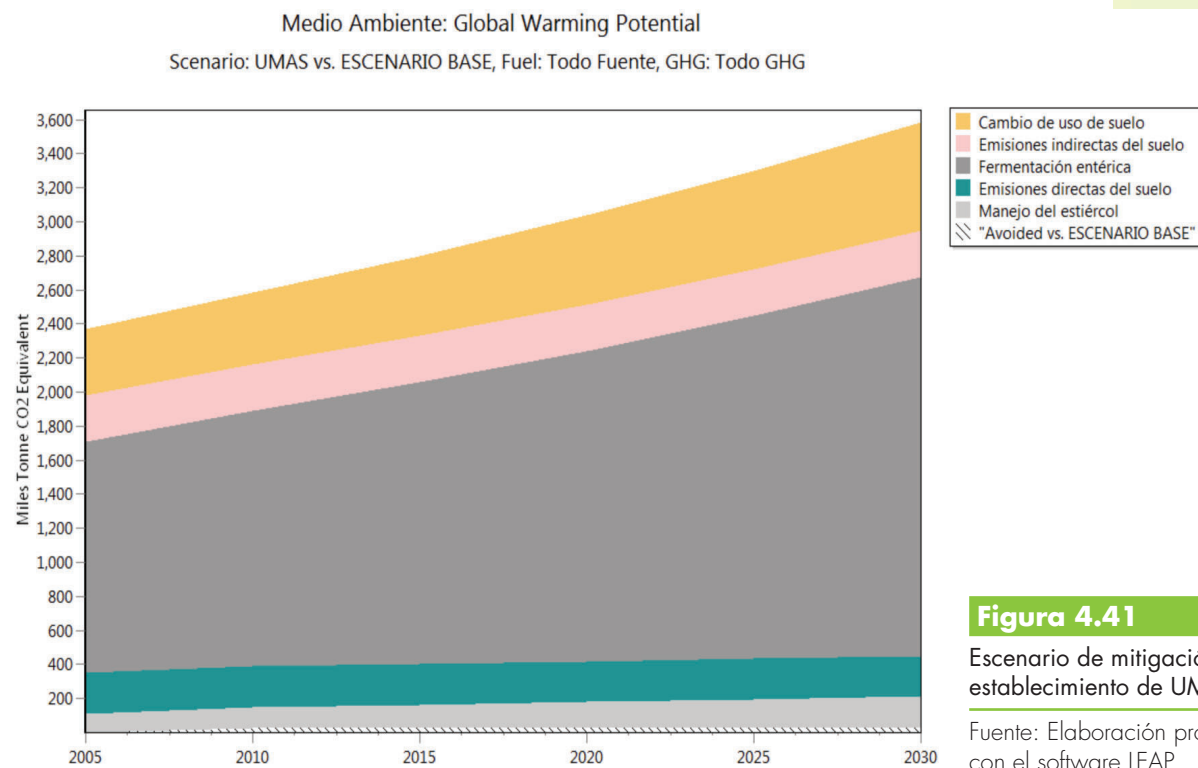
La definición más repetida y difundida sobre el concepto es que el desarrollo sustentable es aquél que “es capaz de cubrir las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD 1992). En este sentido las áreas forestales son sistemas importantes capaces de secuestrar GEI, además de ser elementos de gran importancia en el desarrollo económico y social, por lo cual es indispensable fomentar su aprovechamiento a través de planeación sustentable y técnicas que permitan mantener los recursos a largo plazo.

### Fomento de creación de Unidades de Manejo Ambiental.

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (conocidas por su abreviatura UMA). Las UMAs tienen como principal objetivo el

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de estos se pueden generar cadenas productivas que tiene como base la vida silvestre y la conservación de su hábitat.

Si se considera una meta al 2030 para establecer de establecer 30000 ha. como UMAS o se considera una reducción al 2030 de 27 mil toneladas de CO<sub>2</sub>.



**Figura 4.41**

Escenario de mitigación establecimiento de UMAS.

Fuente: Elaboración propia con el software LEAP.

### Integración al programa REDD+. Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal “más”

Esquema internacional de reducción de las emisiones ocasionadas por deforestación y degradación de los bosques, considerando el papel de la conservación, el manejo sustentable de los bosques y el mejoramiento de inventarios de carbono La Visión de México sobre REDD+ se enmarca en tres grandes ejes de la política nacional, suscritos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) y en la Visión 2030: corresponsabilidad internacional, preservación de servicios ambientales y disminución de riesgos y calidad de vida y sustentabilidad (CONAFOR 2010).



## Otros medidas de mitigación en el sector agrícola y ganadero, que pueden aplicarse, para las cuales es necesario generar mayor información

### Fomento de creación de Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP), son actualmente el sistema más importante para integrar sistemas regionales de la biodiversidad. En Hidalgo estas pueden considerarse como un instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica, constituyendo una de las estrategias más importantes en las de conservación *in situ* (COEDE 2004).

Uno de los objetivos de las ANP's es generar instrumentos de planificación para la conservación, uso de suelo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Sin duda estas áreas ayudan conservar los sumideros de carbono, además de ser sitios en los se pueden implementar con mayor facilidad diversas medidas de mitigación.

### Reducción de las emisiones por deforestación

Las prácticas de manejo de la vegetación emiten gases de efecto invernadero entre estas prácticas se destaca el proceso de deforestación se genera principalmente al realizar la conversión de los ecosistemas naturales a tierras productivas, ya sea para tierras de agrícolas ganaderas o urbanas los incendios forestales, también incidir en el proceso de deforestación.

### Mitigación de emisiones debidas a suelos inundados por riego

Como se menciona en el inventario de GEI, en el estado de Hidalgo existe el manejo de riego por inundación especialmente en al Valle del Mezquital, en donde se encuentran tres distritos de riego. Los sistemas de desagües que genera el Valle de México aportan 80 m<sup>3</sup>/s de aguas negras utilizadas en el riego. Este sector aporta un 15.58 Gg de metano ó 327.18 Gg de CO<sub>2</sub>e. Aunque se consideró la metodología del inventario de GEI del sembradío de arroz para este sector, esta fue la primera aproximación y se considerando una de las mayores aportaciones en el sector agrícola, por lo que se sugieren las siguientes medidas de mitigación.

Modificación y mejora en la eficiencia de las prácticas de riego, por ejemplo realizar inundaciones a menor altura disminuyen las emisiones de metano (Oyhantçabal 2007). Proponer sistemas de riego por goteo o subterráneo o por aspersión. Es importante considerar que anudando a las emisiones ge-

neradas por el sistema de riego, se encuentran las emisiones y contaminantes generados por el agua residual que se utiliza.

### Mitigación de emisiones generadas por fertilizantes

El uso de fertilizantes nitrogenados es uno de los principales factores que aportan gases de efecto invernadero dentro del sector agrícola (Snyder *et al.* 2007). En el estado de Hidalgo este factor contribuye con el 0.0013 Gg de CO<sub>2</sub>eq.

El rol de los fertilizantes en el cambio climático tiene doble función. Por un lado, pueden contribuir a mejorar la productividad y con ello al aumento de las reservas de carbono en el suelo. Por otro lado, el uso inadecuado o excesivo de fertilizantes nitrogenados incrementa las emisiones de óxido de nitrógeno y lleva a una eutrofización de las aguas. Para aproximarse a la primera contribución, es necesario hacer un buen manejo del fertilizante, que tiene como base la utilización de la fuente, cantidad, época y localización correcta (Snyder 2007), lo cual ayuda a evitar las emisiones de óxido de nitrógeno, a amentar los niveles de material orgánico y al mismo tiempo, reducir los gastos de insumos (GTZ 2010).

Los fertilizantes orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal o vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico, mejora sus características físicas, químicas y biológicas (CP-SAGARPA 2009). El fertilizante natural mejora la capacidad del suelo para atrapar carbono. El incremento de la materia orgánica en los suelos podría provocar otros efectos de reducción de gases de efecto invernadero, como más retención de agua, menos necesidad de fertilizantes minerales y pesticidas, y menores emisiones de óxido nitroso (CP-SAGARPA 2009, Favoino y Hogg 2008).

### Reducción de emisiones directas e indirectas de suelos agrícolas.

El cálculo de emisiones directas de GEI considera fertilizantes sintéticos, residuos animales, el nitrógeno fijado en los cultivos y los residuos de cosechas agrícolas. Mientras que las emisiones indirectas del suelo consideran, como se observa en la sección IGEEI, emisiones por fertilizantes, la excreción de nitrógeno generada por el ganado, fracción de N y NO lixiviado.

En el estado de Hidalgo, las emisiones directas e indirectas del suelo, aportan 223.2 y 213.9 Gg de CO<sub>2</sub>e, respectivamente; las cuales son generadas por la emisión de N<sub>2</sub>O.

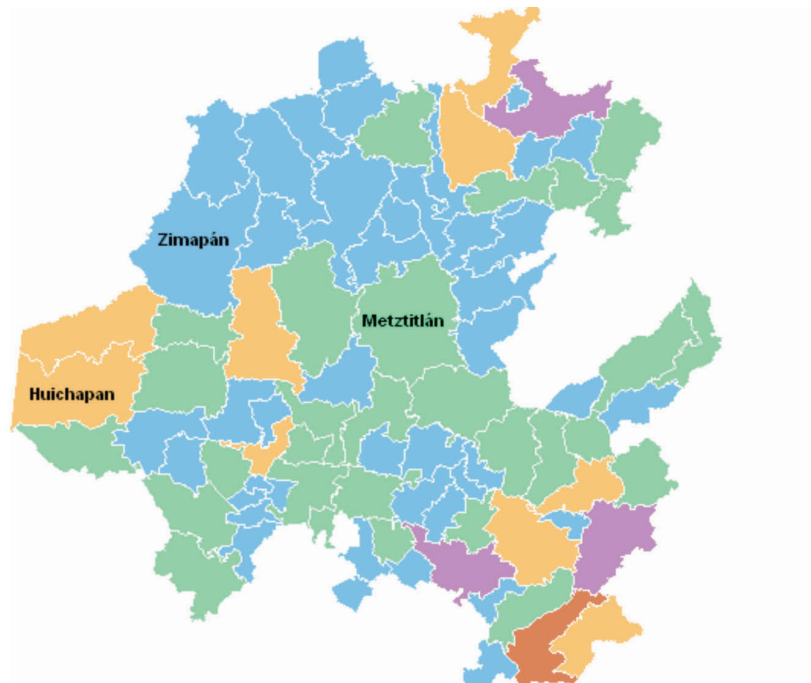
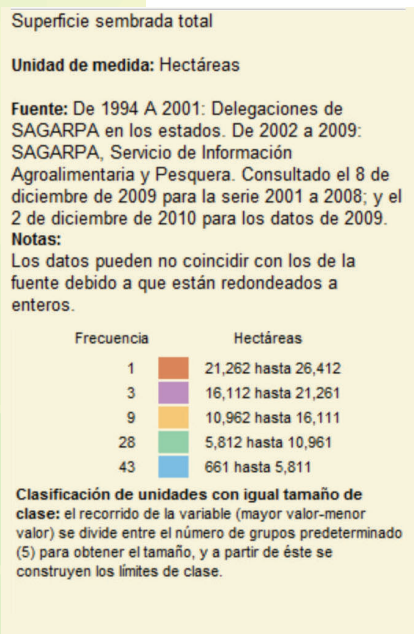
Algunas medidas de mitigación consideran, un mejor tratamiento de las tierras de cultivo y pastoreo (por ejemplo, mejores prácticas agronómicas, uso de nutrientes, labranza y tratamiento de los residuos), la rehabilitación de los suelos orgánicos, la recuperación de tierras degradadas, ordenación y optimización de los recursos hídricos y de los arrozales; implementación de prácticas de agrosilvicultura, mejora en la ganadería y el aprovechamiento del estiércol, entre otros, algunas de estas acciones se describen en esta línea de acción, otras se mencionan en otros apartados de este escrito, ya que están relacionadas con otras estrategias y líneas de acción (Smith 2007, Smith 2008).

Una de las medidas de mitigación viable a implementar es la implementación de la labranza cero. Esta se define como un sistema de labranza que conserva al menos el 30% de la superficie cubierta con residuos de la cosecha, cobertura vegetal o basura después de la siembra. La acumulación y descomposición de los residuos de las plantas provoca un incremento en el secuestro de carbono orgánico en el suelo y la disminución del consumo de diesel debido a la menor utilización de maquinaria agrícola.

En el Estado de Hidalgo existen varias zonas donde las anteriores propuestas de mitigación podrían ser implementadas, principalmente en la zona del Valle del Mezquital, la Vega de Metztitlán, el Valle de Tulancingo (Fig. 4.42).

**Figura 4.42**

Distribución de las zona cultivadas en Hidalgo, se muestran las áreas en donde se pueden enfocar esfuerzos para realizar acciones de gestión de fertilizantes, mejora de prácticas de riego y gestión de sistemas agropastoriles.



### **Fomentar sistemas agro-pastoriles y silvo-pastoriles**

En este esquema se propone el incremento de los sistemas agro-pastoriles y silvo-pastoriles que manejen especies vegetales con mayor capacidad de captura de carbono y que a su vez no sean vulnerables al cambio climático.

### **Fomento de Cercos Vivos y arborización de pastizales inducidos**

Impulsar el uso de cercos vivos y el manejo de baja intensidad puede transformar a los primeros en pequeños corredores biológicos que contribuyan con múltiples servicios ambientales y de conservación

Impulsar la siembra de árboles en franjas paralelas entre pastos de corte o pastoreo, con el objeto de mejorar la fertilidad de los pastos, prevenir la erosión y reducir el pisoteo de los animales. Son franjas simples o densas (doble fila) que permiten contrarrestar el efecto negativo de los vientos sobre los pastos, cultivos agrícolas (maíz, frijol) y animales (GEC *et al.* 2010).

Las cercas vivas y franjas de árboles son fuente de forraje para la alimentación del ganado sobre todo durante la sequía, en especial cuando los frutos pueden ser consumidos por los animales, la calidad de los frutos es mayor a la de los pastos durante la sequía y reduce el estrés calórico en el animal.

### **Fomento del pastoreo en plantaciones y huertos**

Promover el pastoreo de ovinos y/o bovinos en plantaciones forestales y huertos frutícolas para el aprovechamiento del forraje de piso, residuos agrícolas y control de malezas, esta acción tiene una doble aportación al reducir los residuos agrícolas (GEC *et al.* 2010).

### **Intensificación de sistemas agrícolas**

La intensificación de los sistemas agrícolas permite incrementar la producción en una misma cantidad de área. A menudo se considera que la intensificación de la agricultura incrementa la producción de gases invernadero CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O. Sin embargo, el potencial de emisiones puede reducirse con un adecuado manejo de agrícola, considerando un aumento de eficiencia en el uso de insumos y el cambio en materia orgánica del suelo (Adviento-Borbe *et al.*, 2007). Por otro lado, utilizar el sistema de rotación con leguminosas, el cual muchas veces generan el mismo efecto que las prácticas de fertilización (GTZ 2010) con lo cual se presenta un doble efecto, reduciendo el uso de fertilizantes y las emisiones directas e indirectas del suelo.



## Promoción de Agricultura Urbana

La agricultura urbana reduce los GEI por medio del secuestro de carbono, disminuye las islas de calor urbano, reducen las emisiones relacionadas con el transporte de los alimentos, ya que reducen la distancia entre los consumidores y productores. En esta línea de acción se pueden considerar los jardines comunitarios, jardines traseros y azoteas verdes.

## Mitigación en la quema de residuos agrícolas

Los residuos de zonas agrícolas como, podas, desperdicios de legumbres, este otros, comúnmente no se les da un manejo adecuado o son quemados, lo cual aporta 30.93 equivalentes de CO<sub>2</sub>, 21.59 Gg de CO y 1.22 Gg de NO<sub>x</sub>. Por lo que se sugiere se realicen algunas acciones como el fortalecer del uso de residuos agrícolas, dándole valor agregado, por ejemplo, maximizar uso de los residuos como alimento en el sector ganadero, producción de abono orgánico por composta ya sea natural o lombricomposta. Producción de bioenergía a través de biodigestores, uso de residuos para bio-remediación de suelos contaminados.

## USCUSS

El sector forestal brinda excelentes oportunidades de mitigación, en este sector se comprometen actividades comprometidas en la COP16 por los países en desarrollo.

## Secuestro de carbono de larga duración

Una cuestión clave en los sumideros es la permanencia del carbono almacenado. Las cantidades de CO<sub>2</sub> absorbidas por un sumidero, por ejemplo, un bosque, pueden volver a la atmósfera si esa formación vegetal desaparece por cualquier circunstancia. Las causas más comunes de la disminución de los reservorios en los que se encuentra almacenado el carbono son las plagas, las enfermedades, los aprovechamientos y los incendios forestales. Por lo cual es importante, diseñar estrategias que permitan mantener a largo plazo los sumideros, ya sea previniendo las causas de reducción, o generando productos de larga duración, algunas empresas forestales producen de madera sólida, que será parte de productos de larga duración, como muebles, construcciones y artículos variados de madera. Además se deben considerar el pago por la captura por medio de los bonos de carbono y la estrategia REDD que establece criterios para el pago de almacenes de carbono evitando la deforestación y degradación.



### **Pago por servicios ambientales**

El pago por servicios ambientales ampliaría un programa vigente del gobierno que estipula pagos directos en efectivo a los propietarios de los bosques a cambio de la protección de los mismos. Se supone que el pago sería igual al costo de oportunidad de usar la tierra para otros fines y permitiría a los propietarios implementar mecanismos para reducir la deforestación y degradación de los bosques.

### **Reducción de emisiones por incendios forestales**

Los incendios forestales que ocurren de manera natural en frecuencias e intensidades históricas son importantes para mantener la salud forestal y el secuestro de carbono a largo plazo. Sin embargo, fuera de los parámetros normales los incendios pueden causar importantes emisiones y reducir el potencial de secuestro de carbono de suelo. Por lo cual son importantes los programas para reducir el potencial y la severidad de intensos (CEC 2011).

### **Descripción de medidas de mitigación en el sector ganadero**

La ganadería, está considerada como una de las actividades más extendidas en México y en Hidalgo (INEGI 2006). Sin embargo, la ganadería extensiva ha implicado un incalculable costo ecológico para la nación, ya que a través de esta actividad se deforestan de grandes extensiones de terreno para convertirlas en pastizales (Peña-Jiménez y Neyra González 2009). Desde la perspectiva de los GEI, el estiércol emite 2119.17 CO<sub>2</sub>eq y la fermentación entérica aporta 1239.63 C2Oe especialmente del ganado bovino, en ambos casos principalmente por emisión de metano.

### **Mejoramiento de la dieta alimentaria del ganado**

La mejora en la dieta reduce las emisiones de metano por unidad de producto mediante un aumento del rendimiento, incluyendo ganancia de peso, producción de leche y performance reproductiva. También pueden reducirse las emisiones de metano por unidad de energía digestible consumida por el animal. Esta opción es aplicable a rumiantes con recursos alimenticios limitados. Asumiendo que la digestibilidad del alimento aumenta un 5%, las emisiones de metano por unidad de producto podrían disminuir en el orden del 10 al 25%, dependiendo de las prácticas de manejo (Smit 2007, Berra *et al.* ).

El mejoramiento en la dieta puede darse a través de: tratamiento a alimentos gruesos de baja digestibilidad, picando los alimentos o triturándolos antes de darlos al consumo de los animales, mediante suplantación alimenticia de proteínas y minerales, así como, el aumento y mejoramiento en la producción de forraje.

### **Suplemento alimenticio durante la época de seca**

Promover bancos forrajeros que aportan alimento de buena calidad, mayor disponibilidad de nutrimentos, mantienen la rentabilidad del sistema durante sequías prolongadas (GEC *et al.* 2010).

### **Promover la conservación de forraje**

Promover la conservación de forraje (en silos y henificados), para añadir proteína a la dieta forrajera y con esto la reducción de la producción de metano en un 20%, si se utiliza un ensilado en comparación con el heno (GEC *et al.* 2010).

### **Acciones de manejo y gestión de manejo de agostaderos**

Como se menciona anteriormente el aumento y mejoramiento en la producción de forraje, mejora la alimentación del ganado y reduce la emisión de GEI. El manejo de agostaderos está relacionado con este aspecto, pero también con el sector de emisiones de GEI del suelo y por las emisiones generadas por cambio de uso de suelo de vegetación primaria a pastizales para agostadero de ganado. Por lo anterior es de gran importancia realizar acciones de mitigación en este sector.

Promover la restauración integral de agostaderos degradados, reduciendo procesos de desertificación, degradación y de emisión de carbono por pérdida de biomasa. Promover un manejo integrado de los recursos del agostadero: suelo, agua, flora y fauna, capacidad de carga, control de incendios, con lo cual se permita maximizar su productividad y reducir las presiones generadas en este sector en el cambio de uso de suelo (Tubiello *et al.* 2007).

### **Promover el uso de especies arbóreas locales para forraje**

Las especies arbóreas locales, pueden tener un alto contenido de proteína y buen rendimiento de biomasa comparado con las gramíneas (GEC *et al.* 2010), por ser especies locales se reduce el costo de producción y de transporte. Además de presentar un alto potencial de crecimiento. En este rubro las plantas forrajeras arbustivas con altas densidades y en áreas media-

nas o pequeñas, presentan una estrategia viable para intensificar los sistemas de carne y leche y liberar tierra para otros fines agroforestales.

### Mitigación de emisiones generadas en el manejo del estiércol

Las emisiones de GEI generadas por el manejo y almacenamiento de estiércol aportan en el Estado de Hidalgo 115.26 de CO<sub>2</sub>e, estas emisiones están relacionadas con la producción de óxido nitroso.

Uso de estiércol, en biodigestores con sistemas recolectores de biogás y en la generación de lombricomposta

Un biodigestor es, en términos generales, un compartimiento el cual se fermenta la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Como resultado de este proceso se obtiene un gas combustible que posee aproximadamente 66% de metano y 33% de bióxido de carbono. El material resultante de la biodigestión, o efluente, puede ser directamente usado como abono y como acondicionador del suelo, pues los nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles, mientras los otros como el fósforo y el potasio no se ven afectados en su contenido y su disponibilidad (López-Pérez 2005).

Algunas ventajas del biodigestor son: que el estiércol no necesita tratamiento antes de su inclusión en el biodigestor. El biogás generado, puede ser empleado en la cocción de alimentos, calefacción de pequeñas o reemplazo de combustible en el funcionamiento de motores. Esta producción neta de energía puede aumentar sensiblemente la rentabilidad de las explotaciones ganaderas, especialmente las de gran tamaño. Por ejemplo por cada 1000 kg de peso vivo de cerdo produce 4.8 kg de sólidos volátiles por día que pueden ser digeridos para producir 2m<sup>3</sup> de biogás que tienen el calor equivalente a 2 l. de propano, los cuales se pueden quemar en un generador para producir 3.5 kilowats/día. Se reduce el problema de olores generado por el almacenamiento de estiércol en las granjas. Se mantiene el valor fertilizante del estiércol; la mitad o más del nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco, una pequeña cantidad de fósforo y potasio se sedimenta como lodo en la mayoría de los digestores (López-Pérez 2005). Esta práctica puede funcionar con mayor facilidad en sitios productores de cerdos y/o vacas.

### Producción de bio-combustibles

A diferencia de los combustibles fósiles que se obtienen de la energía almacenada en los fósiles, los biocombustibles (bioetanol, biodiesel y biogás) provienen de la biomasa, la materia que constituye a los seres vivos, sus productos y desechos. La biomasa es una fuente renovable, ya que su producción es más rápida que la formación de los combustibles fósiles.

Entre los cultivos posibles de utilizar para la elaboración de biocombustibles, están los de alto contenido de carbohidratos (caña de azúcar, maíz, mandioca), las oleaginosas (olivo, sorgo, soja, girasol, palmas) y las esencias forestales (eucalipto, pinos). A mediano plazo se puede considerar el uso de biocombustibles a base de metanol y etanol mezclado con gasolina (Argenbio 2007).

### Generación de electricidad con biomasa

La generación de electricidad con biomasa implica el uso de desechos orgánicos, los cuales como se mencionó anteriormente pueden provenir de residuos sólidos urbanos, rurales, desechos agropecuarios o de manejo forestal sostenible.

**Tabla 4.5**

Opciones de mitigación del Eje Rector 3 por subsector, acciones, responsables, cronograma de aplicación, cantidad de CO<sub>2</sub> potencial a mitigar en el 2020 y 2030 y estimado reportado para el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada.

**Eje Rector 4:** Emisiones de GEI en el sector agropecuario, que incluye los suelos agrícolas, cultivos, ganadería, silvicultura, uso de suelo y cambio de uso de suelo.

Sectores/Opciones de mitigación	Acción / Actor	Cronograma de aplicación	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2020 (t)	Disminución de CO <sub>2</sub> al 2030 (t)	Costo USD/ t CO <sub>2</sub>
1. Manejo de cultivos y fertilizantes orgánicos	Reforestación y restauración Actor: PROARBOL y Particulares, ejidatarios	2020: 2030:	1756.11	3512.22	1.46
2. UMAS	Establecimiento de unidades de manejo ambiental Actor: SEMARNAT Particulares, ejidatarios	2020: 2030:	27	27	0.0181



## Mitigación con influencia transversal

### Programa de concientización ambiental

La concientización ambiental es la primera etapa que se debe de realizar para implementar las medidas de mitigación. En esta se deben de realizar campañas de sensibilización, de promoción y difusión.



## Total de potencial de mitigación del estado de Hidalgo

**Tabla 4.6**

Total del potencial de mitigación estimado para el estado de Hidalgo para los años 2020 y 2030. (Miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes)

Años	2020	2030
SECTOR ENERGÉTICO		
Energía	282.7	6985
Manufactura	776.3	1552.5
Transporte	2041	3998
Residencial	1529	3338
SECTOR NO ENERGETICO		
Procesos	635	1054
Desechos	896	1861
Agricultura y USCUS	496.6	1458.3
<b>TOTAL</b>	<b>6656.6</b>	<b>20246.8</b>

Se observa que los mayores potenciales se encuentran en el sector energético y principalmente en el año 2030, que es cuando las medidas se encuentren totalmente asimiladas en los diferentes sectores.



## Evaluación de análisis costo-beneficio, costo-eficiencia

El cambio climático tiene y tendrá impactos significativos, crecientes y no lineales en el tiempo en la economía Mexicana e Hidalguense. A nivel nacional los costos económicos de los impactos climáticos al 2100 son al menos tres veces superiores que los costos de mitigación de 50% de nuestras emisiones. Los costos de la inacción son más elevados que la participación en un acuerdo internacional equitativo, que reconozca las responsabilidades compartidas pero diferenciadas de los países, y que es indispensable una acción inmediata y decidida para abatir los peores impactos del cambio climático (Galindo-Paliza 2009).

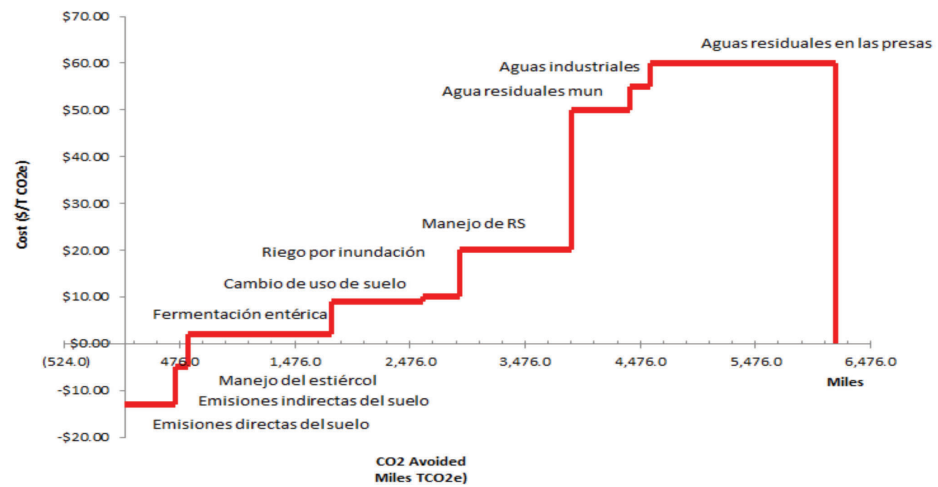
El análisis económico no supone un valor para la mitigación de las emisiones de carbono, sino que, por el contrario, produce un “costo del carbono” como resultado. El costo-efectividad de la reducción de emisiones de GEI es así el valor presente del costo neto de reducir una tonelada de CO<sub>2</sub>e de emisiones. El costo neto de la intervención para mitigar el cambio climático se calcula restando los beneficios directos de los costos directos de implementación de la intervención. Los costos financieros reflejan los costos de oportunidad económicos (Johnson *et al.* 2009).

A la fecha solo se tienen estudios de costo-beneficio para algunas de las medidas de mitigación a nivel estatal. Por lo que para el análisis de costo-beneficio para el estado, se consideraran los valores estimados por tonelada a nivel nacional. En cuanto al análisis de costo-beneficio en el sector no energético, los costos fluctúan hasta un máximo de aproximado a 60 dólares por tonelada para aguas industriales y residuales (Figura 4.43).

**Figura 4.43**

Análisis de costo-beneficio para las medidas de mitigación en el sector no energético.

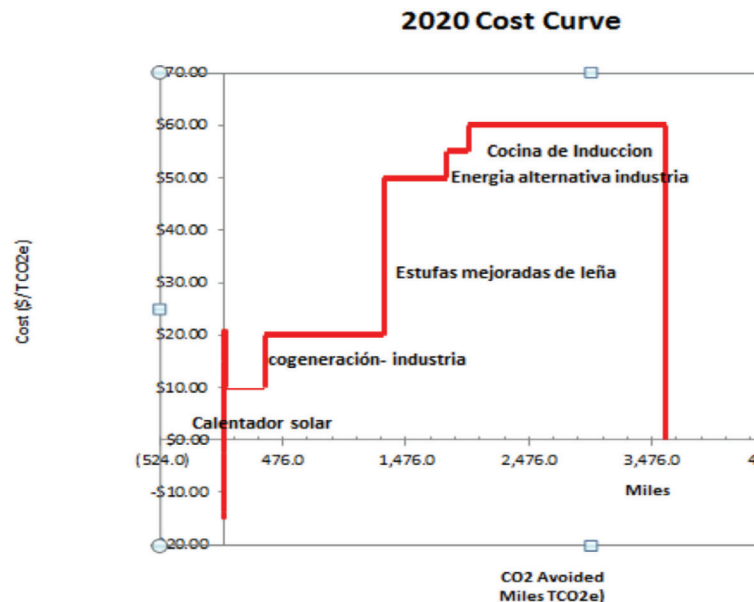
Fuente: Elaboración propia.

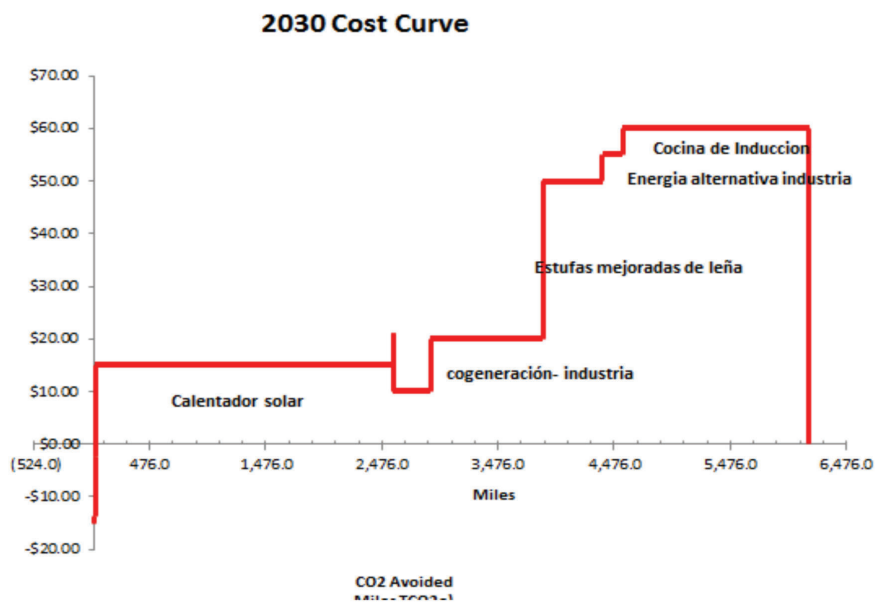


**Figura 4.44**

Análisis de costo-beneficio para las medidas de mitigación en el sector energético.

Fuente: Elaboración propia.





**Figura 4.44**

Continuación



## Medidas de mitigación en la planificación de políticas y programas públicos

A nivel nacional se ha desarrollado un gran número de programas y políticas públicas que establecen la incorporación de medidas/acciones de mitigación ante el cambio climático. Las acciones mencionadas en el PEACC deben de ser consideradas en la planificación de políticas públicas y programas de desarrollo estatal y municipal. Para definir los objetivos y metas deberán tomar en cuenta las evaluaciones de impacto económico, mapas de riesgo, desarrollo de capacidades de adaptación, priorización de acciones según el factor que está generando los GEI, así como utilizar diversos instrumentos de planeación a largo plazo.



## Recomendaciones ante acciones futuras

- La mitigación por sí sola no es suficiente es urgente contar con estrategias de adaptación, ya el calentamiento global está ocurriendo, por lo cual es de gran importancia priorizar y focalizar las acciones de mitigación y adaptación.
- Este es el primer avance de medidas de mitigación, posteriormente es necesario incorporar los datos de todos los sectores del inventario de GEI, lo cual permitirá priorizar la acciones, así como generar estimaciones de las metas de reducción a las que se pueden llegar al



imprentar las medidas de mitigación propuestas, así como el tiempo requerido, así mismo se requiere realizar una evaluación regional de los costos económicos, de los actores operativos y las fuentes de financiamiento que se requieren para realizar las acciones planteadas.

- En ausencia de una oferta competitiva de fuentes distintas, la energía fósil (carbón + HCs) será la fuente preferida
- Doble reto del sector energía para una oferta limpia, disponible, y “barata”:
  - Hacer energías alternativas “baratas” (solar, bio, viento, mareas)
  - Hacer energías fósiles limpias (arenas bituminosas, carbón): CCS
- Combinación de políticas públicas: normas & incentivos (80/20), gradual hasta (20/80)
- Creación de conocimientos, herramientas, sistemas requeridos para la ejecución
- Educación ambiental
- Participación en el mercado de bonos de C
  - Participación en mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (bonos de carbono): DCF
  - Participación en mercados voluntarios
  - Financiamientos preferenciales extra-techo: Fondo Verde presidencia DCF/DCO
  - Participación en el diseño del sistema cap & trade mexicano
- Internalización del costo del CO<sub>2</sub>: guía SIDP: en espera de propuesta BM
- Aplicación de tecnologías en mitigación:
  - De mitigación: CCS, EOR, recuperación CH<sub>4</sub>: uso de CO<sub>2</sub> de amoníaco para EOR en 5P, uso de CO<sub>2</sub> de termoeléctrica para EOR (proyecto CMM-CFE)
  - De reducción del contenido de carbón en la oferta energética: biocombustibles, energías renovables, otras: prueba operativa de etanol en Cadereyta



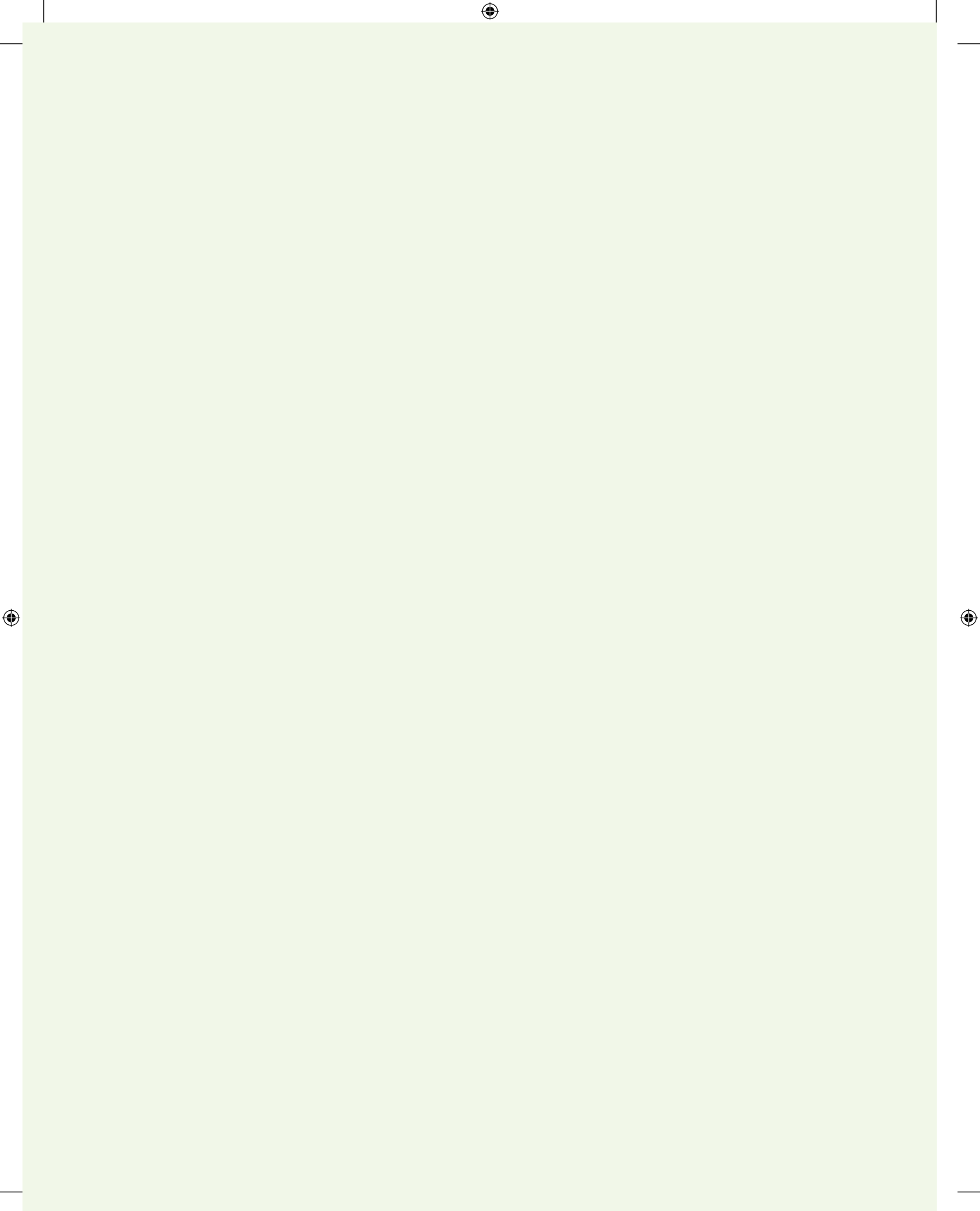
### Literatura citada

- Adviento-Borbe, M. A. A., Haddix, M. L., Binder, D. L., Walters, D. T. y Dobermann, A. 2007. Soil greenhouse gas fluxes and global warming potential in four high-yielding maize systems. *Global Change Biology*, 13: 1972–1988.
- ArgenBio 2007. Los biocombustibles. Cuaderno 58. ArgenBio. disponible en <<http://www.porquebiotecnologia.com.ar>>

- Berra, G., Finster, L., Castuma, E. y Maldonado, V. Reducción de emisiones de metano provenientes del ganado bovino.
- CEC (Centro de Estrategias Climáticas). 2011. Agricultura, silvicultura y manejo de residuos sólidos breve descripción de los artículos del catálogo. Disponible en < [www.climatestrategies.us](http://www.climatestrategies.us)>
- CEMEX. 2011. Consumo de Energía y Materias Primas Alternas. Disponible en: <http://www.cemexmexico.com/DesarrolloSustentables/CambioClimatico.aspx>
- CEPAL - Naciones Unidas. 2010. La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Síntesis 2010. Naciones Unidas.
- CICC (Comisión Intersectorial de Cambio Climático). 2009. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Diario Oficial de la Federación 28 agosto del 2009
- CICC (Comisión Intersectorial de Cambio Climático). 2009. México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología
- CMNUCC. <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- COEDE 2004. Sistema de Áreas Naturales protegidas en Hidalgo. COEDE.
- CONAFOR. 2010. Visión de México sobre REDD+. CONAFOR
- CONSEJO ESTATAL DE POBLACIÓN. 2009. Boletín informativo 32/09. Disponible en: [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/boletines/Boletin\\_32\\_09.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/boletines/Boletin_32_09.pdf)
- Dobermann, E. 2003. Intensificación ecológica en la agricultura de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Disponible en: <http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/739cee1f2d6682c585256e1b00145537/> >
- Favoino, E., y Hogg, D. 2008. The potential role of compost in reducing greenhouse gases. International Solid Waste Association: 61-69.
- Fernández-Alba, A., García, P., García, R., Valiño, M., Fernández, S. y Fernández, J. 2006. Informe de vigilancia tecnológica, tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. CITME, REMTAVARES
- Galindo-Paliza, L.M. 2010. “La Economía del Cambio Climático en México”. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2010.
- GEC (Gobierno del estado de Chiapas). Embajada Británica, SEMARNAT, INE, ECOSUR, CP, CEDMA, UNO-HABTAT Starbucks Coffe Company, Conservación Internacional. 2010. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH).
- GENL (Gobierno del Estado de Nuevo León) SEMARNAT-INE, Embajada Británica y ITESM. 2010. Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León. GENL

- GTZ. 2010. Manual de capacitación El cambio climático influye en la agricultura. La agricultura influye en el cambio climático.
- González-Eguino, M. 2011. Los costos de mitigación del cambio climático: un análisis dinámico de equilibrio general aplicado. Revista de Economía Aplicada. En prensa.
- Gutiérrez del Olmo. 2004. Los bosques como sumideros de carbono: una necesidad para cumplir con el Protocolo de Kioto. Grupo de investigación AF-4
- INE 2010. INE. Potencial de Mitigación de México al 2020. Nuevo León. 2010. Disponible en: [http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial\\_mitigacion\\_GEI\\_Mexico\\_2020\\_COP.pdf](http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial_mitigacion_GEI_Mexico_2020_COP.pdf)
- INEGI 2005. Anuario estadístico del Estado de Hidalgo.
- INEGI 2006. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006.
- INEGI 2011. Producto interno bruto de Hidalgo 2005 – 2009. Comunicado Núm. 133/11. Del 13 de abril de 2011. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2011/Abril/comunica13.pdf>
- IPCC. 2007. Cuarto Informe de Evaluación 2007.
- Johnson, T., Alatorre, C. Romo, Z. y Liu. F. 2009. México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono. Banco Mundial.
- López-Pérez, C. 2005. Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás. Asociación colombiana de porcicultores, fondo nacional de la porcicultura
- Martínez Julia. Causas y Consecuencias del Cambio Climático. Diplomado en Economía y Política ambiental. SEMARNAT. (Fuente: Dialogue on long-term cooperative action to address climate change by enhancing implementation of the Convention. Fourth workshop. Vienna, 27–31 August 2007)
- ONU. 2010. Naciones Unidas. La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2010
- Oyhantçabal, W. 2007. INFORME ESPECIAL Arroz y cambio climático en Uruguay: Una relación con amenazas y oportunidades.
- Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) 2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis, Core Writing Team, IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104 <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>
- PECC. Plan Especial de Acción Climática. México.
- PEMEX. 2007. José Becerra O’Leary “Proyectos de Cogeneración en Pemex Refinación” disponible en: <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3714/2/artjosebecerra.pdf>
- PEMEX. Proyecto MDL. Tula: Instalación del economizador de la caldera CB-5 en el sector No.5 de la Planta Catalítica No. 1

- PEMEX. 2009. Plan de acción climática. Foro panamericano sobre contribuciones de la ingeniería al mejoramiento del medio ambiente. México. Disponible en: [http://academiadeingenieriademexico.mx/archivos/foros/foro-panamericano-medio-ambiente/adaptacion/Cambio%20Climatico\\_Pemex.pdf](http://academiadeingenieriademexico.mx/archivos/foros/foro-panamericano-medio-ambiente/adaptacion/Cambio%20Climatico_Pemex.pdf)
- PEMEX 2010. Programa de cogeneración de PEMEX.
- Peña-Jiménez, A. y González, L. 2009. Amenazas a la Biodiversidad. En Capital Natural de México, vol. III Manejo de los Recursos Naturales. Conabio, México, pp. 575-600.
- PRONASE. 2009. Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012
- Sathaye J. y Meyers S. 1995. Greenhouse Gas Mitigation Assessment: a Guidebook Kluwer Academic Publishers, AH Dordrecht, The Netherlands
- SEMARNAT 2009. El cambio climático en México y el potencial de reducción de emisiones por sectores.
- SEMARNAT-INE 2009 México cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático
- SENER. 2010. Prospectiva del sector energético 2010 – 2025. Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE\\_y\\_DT/pub/SECTOR\\_ELECTRICO.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/SECTOR_ELECTRICO.pdf)
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, y O. Sirotenko. 2007: Agriculture. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., y Jensen, T. L. 2007. Best management practices to minimize greenhouse gas emissions associated with fertilizer use. Better Crops 91:16-18.
- Stern N. (2007), The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press.
- Tubiello, F. y Fischer, G. 2007. Reducing climate change impacts on agriculture: Global and regional effects of mitigation, 2000-2080. Technological Forecasting y Social Change 74:1030-1056.
- SAGARPA-CP. Sistema de agro negocios agrícolas. SAGARPA



# Capítulo 5



## El clima del estado de Hidalgo: pasado, presente y escenarios futuros



### 5.1 Características del Estado de Hidalgo

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) establece que el territorio Hidalguense está comprendido por dos diferentes regiones: la provincia Karst Huasteco y la provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (<http://www.conabio.gob.mx>). Además, en base a las regionalizaciones de la CONABIO, en el territorio estatal convergen cuatro regiones biogeográficas que son: (i) la Planicie Costera de Veracruz, (ii) la Sierra Madre Oriental, (iii) la Altiplanicie Mexicana y (iv) la Faja Volcánica Transmexicana. Lo anterior genera una alta variación orográfica dentro del territorio Hidalguense, esto es un factor determinante en la distribución de la precipitación y en la variabilidad climática. Además de lo anterior, el clima del Estado está influenciado por la relativa cercanía con el Golfo de México (en particular la zona noreste que colinda con la Llanura Costera de Veracruz). Esto genera que la Sierra Madre Oriental (SMO) intercepte los vientos alisios húmedos del este que atraviesan el Atlántico, lo que provoca altas precipitaciones en la vertiente oriental. Por lo contrario, la SMO genera una sombra de lluvia para la zona oeste determinando bajas

precipitaciones características del clima seco (Puig, 1991). En cuanto a la extensión de los diversos tipos de vegetación que se encuentran en el estado se destacan los matorrales xerófilos con 269,447 ha, los bosques de coníferas con 114,303 ha, bosque mesófilo de montaña con 141,556 ha y las selvas con 122,727 ha (Inventario Forestal Nacional, serie 4 2007-2010). Sin embargo, gran parte de estos ecosistemas se encuentran perturbados por las actividades humanas.

### 5.1.1. Regiones Ecogeográficas de Hidalgo

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo propuso la división del Estado de Hidalgo en regiones ecogeográficas basado tanto en aspectos naturales como la división política municipal. (Figura 5.1) Esto último es de suma importancia para la operatividad de cualquier programa gubernamental. Por lo anterior, ningún municipio se encuentra en dos o más regiones ecogeográficas. A continuación se describen brevemente algunas de las características de estas regiones.

- 1. La Huasteca.** Se localiza en la región norte y noreste del estado, en altitudes bajas menores de 1,000 msnm. Está conformada principalmente por llanuras y lomeríos. Esta región consta de 12 municipios que cubren el 12.95% del territorio estatal. Sus actividades principales son la agricultura y la ganadería.
- 2. Sierra Otomí – Tepehua.** (Tenango). Se localiza en la zona centro-este del estado, como una región montañosa. Está conformada por 4 municipios cubriendo un área de 872.3 km<sup>2</sup> que representa el 4.1% del territorio estatal. La actividad económica principal es la agricultura, pero además es de las regiones forestales más importantes. Sin embargo, el grado de marginación es alto.
- 3. Valle del Mezquital.** Se localiza en la zona suroeste del estado, con predominio de valles volcánicos. Esta región es la más grande en extensión con 20.88% del territorio estatal. El grado de marginación es medio, debido a que gran parte de su población se concentra en las zonas urbanas. Entre sus actividades económicas se destaca la ganadería de ovinos y caprinos.
- 4. Sierra Alta.** Es una región montañosa que forma parte de la SMO, está ubicada en la zona este y noreste del estado. Presenta altitudes variables entre 1,600 y 2,200 msnm. Esta región cubre el 13.3% del territorio estatal y está conformada por 11 municipios. Para este



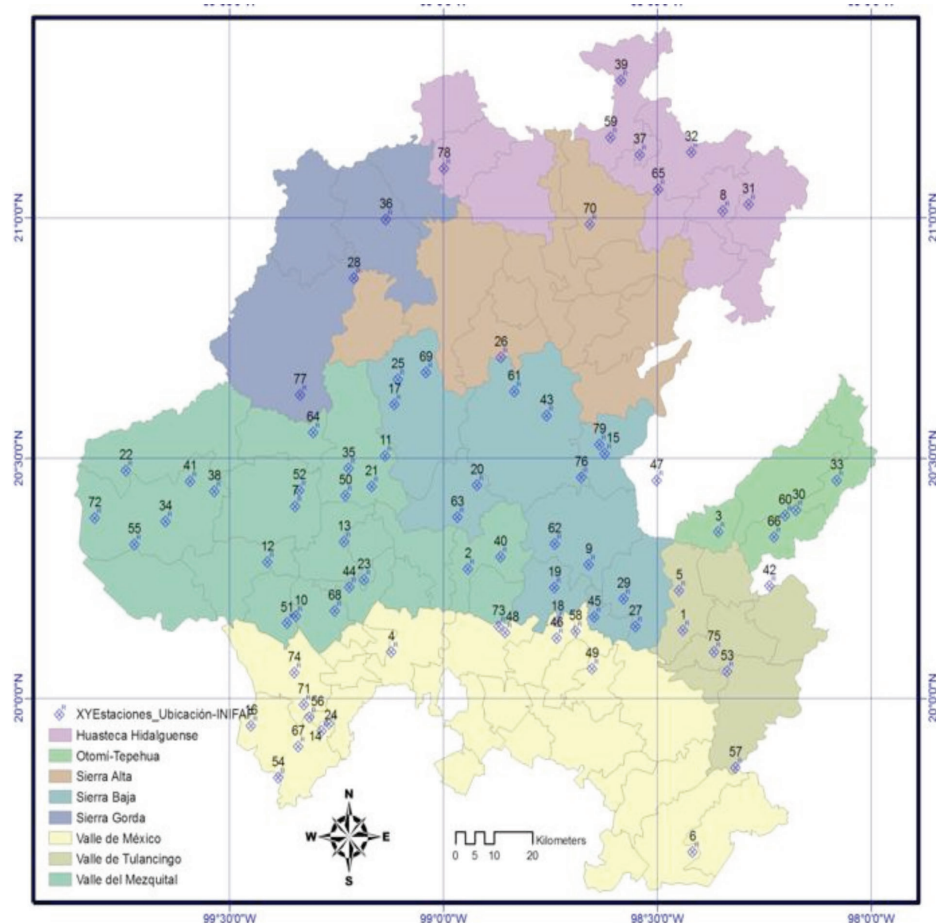
trabajo incluimos dentro de esta región a los municipios de Calnali y Tlanchinol. Estos municipios se encuentran en la zona norte del estado y pertenece a la Huasteca, pero debido a que gran parte de su territorio es montañoso y en ellos se encuentra el bosque de niebla, se decidió incluirlos en la Sierra Alta. Otra actividad importante en la región es el aprovechamiento forestal y la agricultura. En cuanto a la ganadería se destaca la de bovinos.

5. **Sierra Baja.** Es parte del SMO, se ubica en la zona centro-este del estado. La región está configurada por barrancas, mesetas y montañas. La región comprende 9 municipios que en total cubren el 14% del territorio estatal. El grado de marginación es medio. Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería de ovinos (Tablas 1). En esta región se encuentra la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán y el Parque Nacional El Chico. La reserva tiene principalmente vegetación xerófila y el parque tiene como vegetación predominante el bosque de coníferas.
6. **Sierra Gorda.** Se encuentra en la parte oeste del estado de Hidalgo y es la continuación de la zona montañosa de la Sierra Gorda del estado de Querétaro. La región ocupa un área de 1,929.56 km<sup>2</sup> que representa el 9% del territorio estatal. Esta región es la menos poblada del estado con 66,821 habitantes, la ciudad más importante es Zimapán que se ubica en los límites con el Valle del Mezquital. En la región se llevan a cabo actividades agrícolas y ganaderas, pero su grado de marginación es alto (Tablas 1). Dentro de la Sierra Gorda se encuentra el Parque Nacional Los Mármoles el cual se caracteriza por la presencia de bosques de coníferas.
7. **Valle de Tulancingo.** Se localiza en la porción centro-sureste del estado, en zonas con lomeríos y valles volcánicos. Comprende 6 municipios que cubren en total 6.2% del territorio estatal. A pesar de su extensión se realizan diversas actividades agrícolas, ganaderas y forestales con valores altos de producción en comparación con otras regiones. El grado de marginación de la región es medio.
8. **Valle de México.** Se localiza en la parte sur y sureste del estado con altitudes que oscilan entre los 1,700 y 3,000 msnm. Esta región es principalmente plana (mesetas volcánicas). Es la región más poblada del estado con 1,079,223 habitantes que se concentran en las zonas urbanas. Se realizan actividades agropecuarias y forestales, sin embargo se destacan para la zona actividades como las industriales y de servicios. El grado de marginación es bajo.

## 5.2 Variabilidad climática en el Estado de Hidalgo

### 5.2.1. Selección de Estaciones Meteorológicas y Agrometeorológicas

Dentro de las regiones ecogeográficas del Estado de Hidalgo, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) tiene instaladas 79 estaciones meteorológicas (Fig. 5.1). Además, existe una red de 38 estaciones agrometeorológicas automatizadas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), que cubren algunos sitios complementarios a los monitoreados por CONAGUA, como la zona sureste del Valle de México. Para este trabajo se revisó la serie histórica de datos (temperatura, precipitación, evaporación, etc.) de las estaciones de CONAGUA, considerando el número de años de registro y la cantidad de datos faltantes. Del total de estaciones, se seleccionaron 24 que tuvieron en general más de 30 años de registros. Por otro lado, sólo se usaron los datos de evapotranspiración, radiación y humedad relativa de las estaciones de INIFAP para el año 2009.

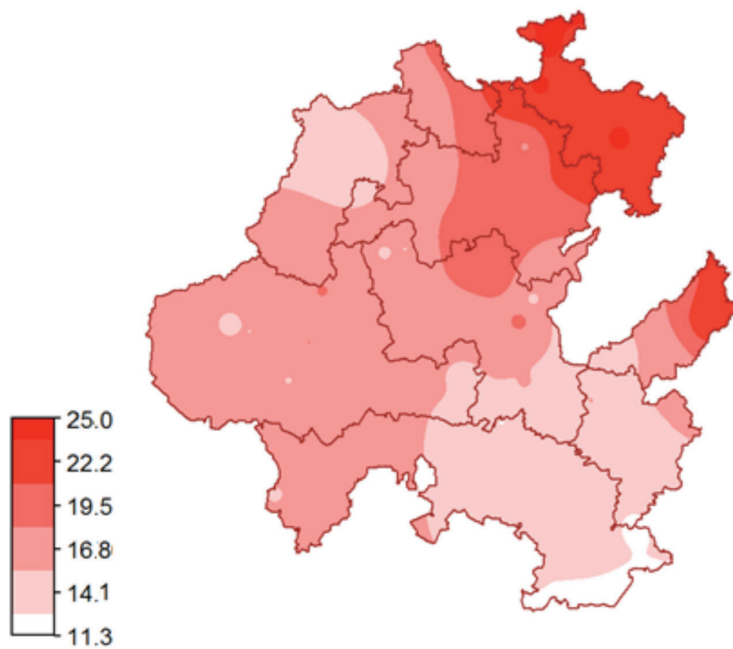


**Figura 5.1**

Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas instaladas en el Estado de Hidalgo de acuerdo a las regiones ecogeográficas del Estado.

### 5.2.2. Condiciones promedio de temperatura y precipitación

Las condiciones orográficas del Estado son el principal elemento que influye en la distribución de la precipitación y temperatura (Figuras 5.2 y 5.3). Es notorio que las zonas cálidas de Hidalgo se encuentran en la región de la Huasteca, y las templadas en las regiones Serranas, mientras que las partes más frías se encuentran ubicadas en el centro y sur, dentro de las regiones del Valle del Mezquital y el Valle de México. Un patrón similar ocurre con la precipitación, siendo las zonas cálidas y templadas las más lluviosas y las frías las más secas.

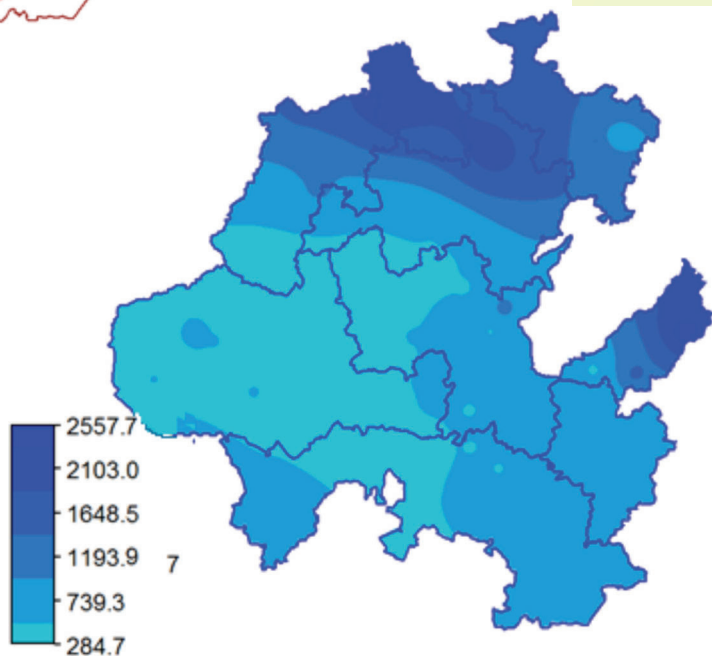


**Figura. 5.2**

Variación espacial de la temperatura media (°C) dentro del Estado de Hidalgo.

**Figura. 5.3**

Variación espacial de la precipitación media anual (mm) dentro del Estado de Hidalgo.

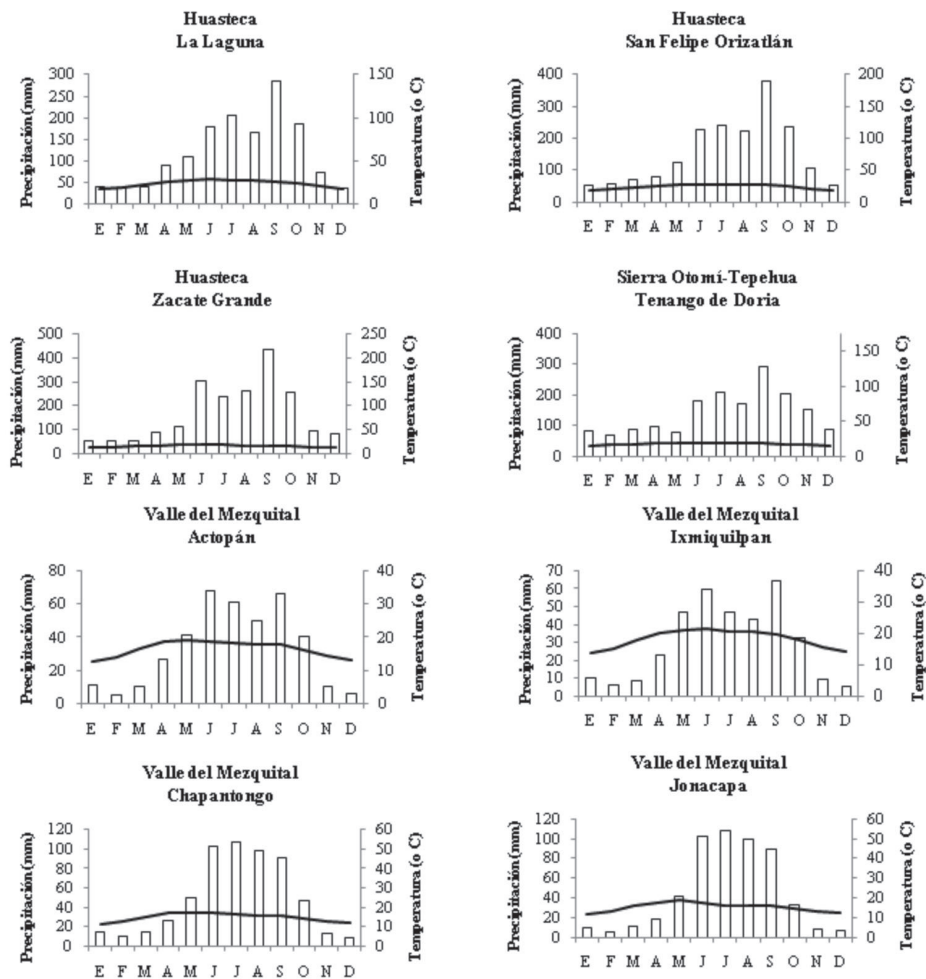


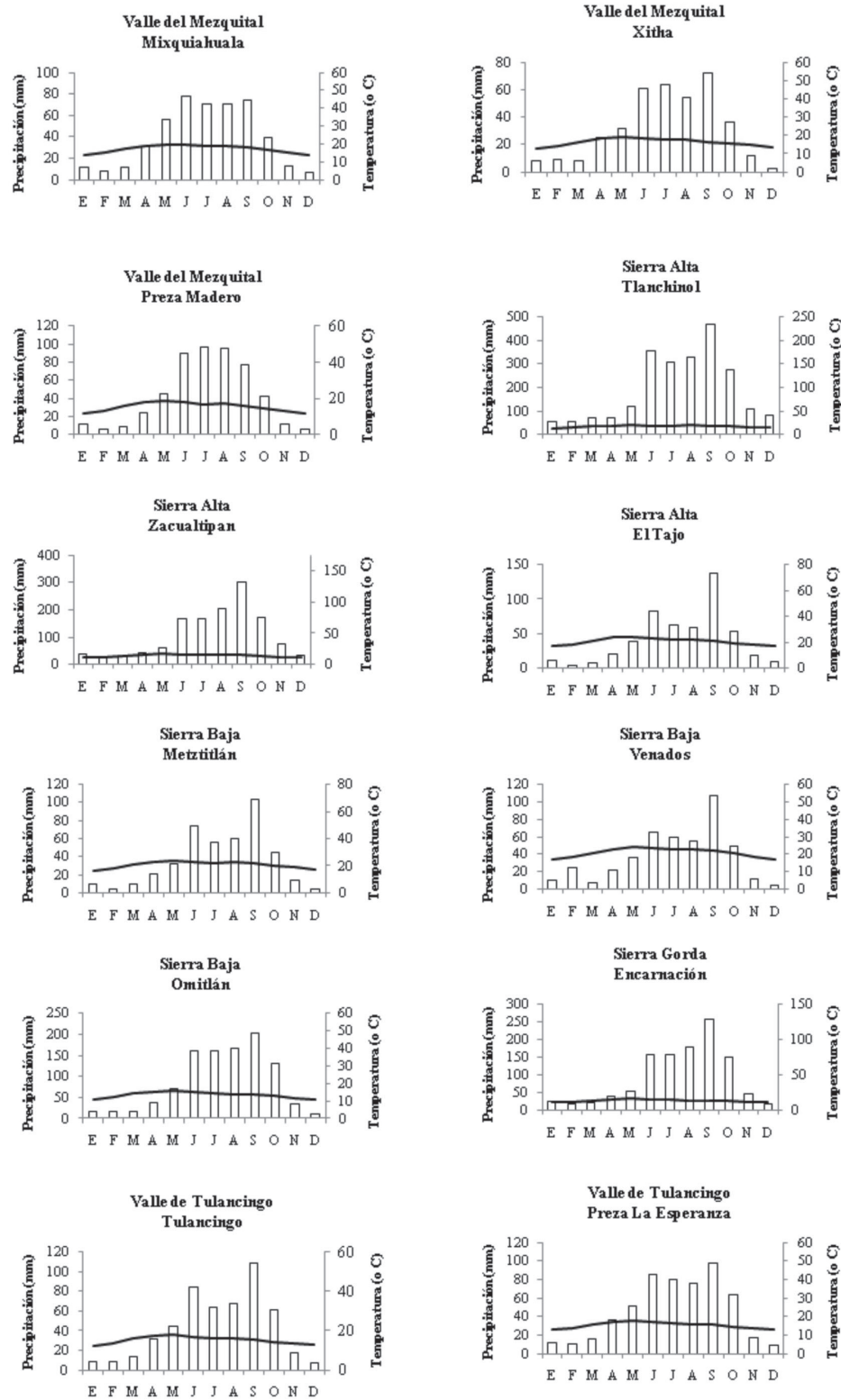
Las diferencias entre los valores de precipitación y temperatura entre regiones son notorias al comparar los diagramas ombrotérmicos para cada estación meteorológica analizada (Figura 5.4). Note que la escala de temperatura equivale a la mitad respecto a la escala de la precipitación, esto permite establecer los meses de lluvias y los meses secos, ya que los meses cuya barra de precipitación está por debajo de la línea de temperatura se considera un mes seco y si esta por arriba entonces se considera como mes lluvioso (Saa et al., 1994). Con lo anterior se establece la época de lluvias y el periodo seco.

Con excepción de los sitios más húmedos dentro de la Huasteca, la Sierra Otomí-Tepesua y la Sierra Alta, en el resto del estado las lluvias son de verano y la época seca ocurre en general entre diciembre y mayo. Es también notoria la presencia de canícula en la mayoría de las estaciones, con excepción de los sitios con climas cálidos de la región de la Huasteca.

**Figura. 5.4**

Diagramas Ombrotérmicos que representan las condiciones mensuales promedio de temperatura (línea) y precipitación (barras) de cada una de las estaciones seleccionadas por región ecogeográfica del estado de Hidalgo. El periodo comprendido para la toma de datos para cada estación varía de acuerdo a lo señalado en la Tabla 5.1. La precipitación por debajo de la línea de temperatura representa meses secos.



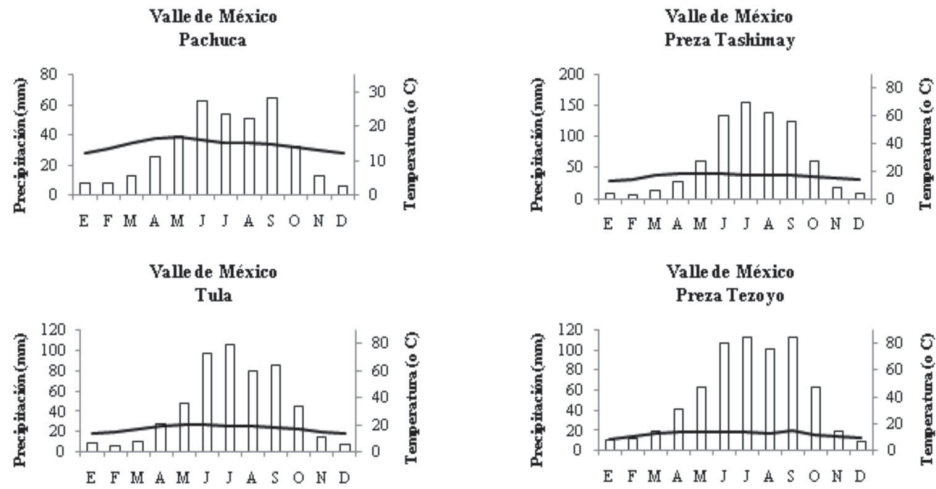


**Figura. 5.4**

Continuación

Figura. 5.4

Continuación



### 5.2.3. Valores Extremos de Variables Climáticas

Las temperaturas más altas registradas en Hidalgo han ocurrido en la región de la Huasteca, con valores que han llegado a los 50° C (estación La Laguna). En el resto de las estaciones los valores más altos en general han rebasado los 40° C, principalmente en el Valle del Mezquital. Los valores extremos de temperatura mínima se han registrado en la presa Tezoyo en el Valle de México con -14° C y en la Sierra Alta con -10° C (estación Zacualtipán). Mientras que la temperatura más baja registrada en el Estado de Hidalgo ocurrió el 18 de enero de 1944 en la estación de Tezontepec dentro del Valle del Mezquital con -18° C. Las temperaturas máximas extremas han ocurrido principalmente entre abril y junio, las mínimas extremas han ocurrido principalmente en los meses de invierno entre diciembre y febrero (Tabla 5.1).

En cuanto a la lluvia máxima registrada en 24 hrs., la región de la Sierra Alta presenta los valores más altos con 360 mm (estación Tlanchinol) y 348.5 mm (estación Zacualtipán), seguido por la Huasteca con 344 mm (estación La Laguna). Por su parte, en el Valle del Mezquital se registraron los valores de precipitación máxima en un día más bajos con respecto al resto de las regiones del Estado con 60.3 mm en Xitha (Tabla 5.1). Aunque son claras las diferencias entre regiones, los valores anteriores representan eventos extremos que en su momento generaron heladas, ondas de calor e inundaciones.



**Tabla 5.1**

Valores extremos de temperatura y precipitación registrados en las estaciones meteorológicas seleccionadas. Se incluye la fecha en que se registro cada valor.

	TEMPERATURA		LLUVIA
	Maxima maximorum (°C)	Minima minimorum (°C)	Máxima en 24 hrs (mm)
<b>HUASTECA</b>			
La Laguna	<b>50</b> 16/03/1998; 05/06/1998	<b>-3</b> 24/12/1989	<b>344</b> 07/08/1990
San Felipe Orizatlán	<b>49.5</b> 16/04/1998; 05/06/1998	<b>-2</b> 23/12/1989	<b>140</b> 03/07/2007
Zacate Grande	<b>37</b> 09/05/1979	<b>-5</b> 03/01/1979; 14/12/1997	<b>250.9</b> 22/09/1974
<b>SIERRA OTOMÍ-TEPEHUA</b>			
Tenango de Doria	<b>40</b> 26/02/1960	<b>8</b> 14/02/1960	<b>280</b> 20/09/1974
<b>VALLE DEL MEZQUITAL</b>			
Actopan	<b>47</b> 26/03/1962	<b>-8</b> 21/12/2003	<b>117</b> 29/09/1999
Ixmiquilpan	<b>44</b> 30/05/1927	<b>-9</b> 13/01/1956	<b>92.5</b> 21/09/2003
Chapantongo	<b>38</b> 04/07/1966	<b>-9</b> 05/01/1985	<b>96</b> 21/10/1990
Jonacapa	<b>40</b> 27-30/11/1992; 10-11/12/1992	<b>-6</b> 24-25/02/1976; 26/01/1988	<b>171</b> 16/08/1973
Mixquiahuala	<b>40</b> 29/06/1956	<b>-8</b> 12/01/1956	<b>135</b> 24/09/1973
Xitha	<b>41</b> 26/04/2009	<b>-5</b> 28/01/1988	<b>60.3</b> 02/07/1999
Presa Madero	<b>47.1</b> 11/06/1940	<b>-7</b> 24/02/1976	<b>83</b> 14/06/2000
<b>SIERRA ALTA</b>			
Tlanchinol	<b>45</b> 12/01/1976	<b>-8</b> 12/12/1997	<b>360</b> 24/09/1944
Zacualtipán	<b>38</b> 25/04/1944; 3-5/06/1963	<b>-10</b> 25,31/12/1963; 12-14/01/1964 **	<b>348.5</b> 07/10/1954
El Tajo	<b>41</b> 27/04/1984	<b>-2</b> 30/12/1983	<b>100</b> 20/09/1974
<b>SIERRA BAJA</b>			
Metztitlán	<b>44</b> 31/03/1981	<b>-3.5</b> 05/01/1985	<b>104</b> 07/08/1990
Venados	<b>45.5</b> 08/05/1998	<b>1</b> 20/12/1954; 09/01/1958 *	<b>137</b> 02/09/1988



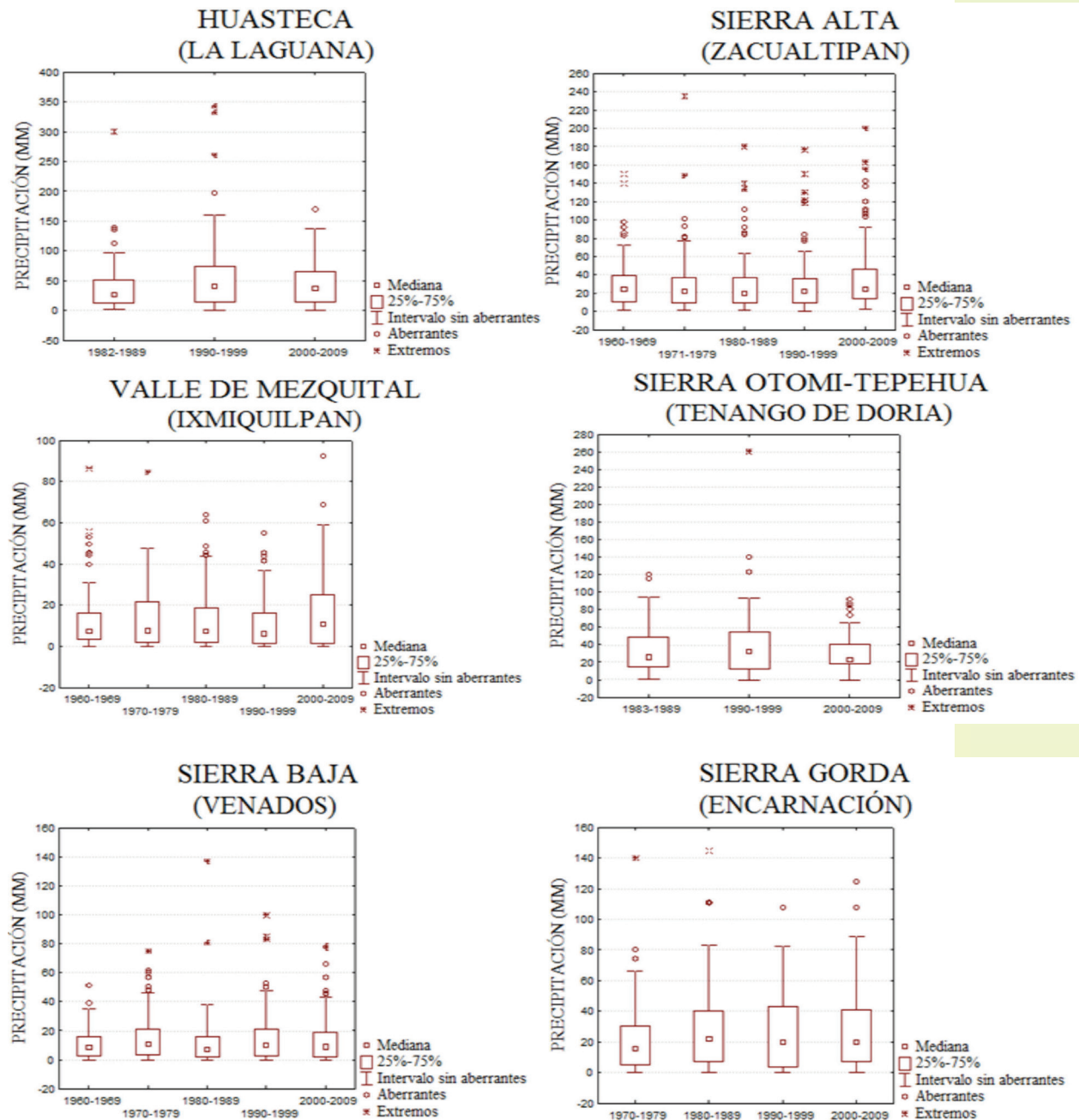
Omitlán	<b>37</b> 22-25/05/1996	<b>-9</b> 15-18/12/ 97	<b>270.9</b> 30/06/2007
<b>SIERRA GORDA</b>			
Encarnación	<b>36</b> 07/05/1978; 18-19/05/2000	<b>-8</b> 30/12/1983	<b>155</b> 14/07/1981
<b>VALLE DE TULANCINGO</b>			
Tulancingo			
Presa Esperanza	<b>37</b> 4-5/05/2003; 07-10/05/2003	<b>-9</b> 05/01/1985	<b>291.4</b> 22/08/2007
<b>VALLE DE MÉXICO</b>			
Pachuca			
Presa Taxhimay	<b>47.1</b> 11/06/1940	<b>-7</b> 24/02/1976	<b>83</b> 14/06/2000
Tula	<b>39.4</b> 01/05/1953	<b>-9</b> 11/12/1992	282 30/07/1992
Presa Tezoyo	<b>47</b> 25/05/1963; 05/04/1964	<b>-14</b> 25/02/1976	<b>230</b> 27/07/1963

En general no es claro un patrón en cuanto a la frecuencia de los eventos extremos (incremento o descenso) en los registros históricos de las regiones del Estado. La mayor cantidad de eventos extremos ha ocurrido en las regiones de la Huasteca y la Sierra Alta (Figura 5.5). Sin embargo, la magnitud de los eventos es diferente, mientras que en la Huasteca han ocurrido precipitaciones entre 250 – 350 mm, en la Sierra Alta ocurrieron precipitaciones entre 120 y 240 mm. A pesar de las claras diferencias de los valores entre las dos regiones, las precipitaciones extremas en la Sierra Alta no dejan de ser muy importantes, más aún si consideramos que la mayoría de las escorrentías de la Sierra llegan a la zona baja de la Huasteca.

Las regiones de la Sierra Gorda, Sierra Otomí-Tepehua y el Valle de México tuvieron la menor cantidad de eventos extremos. En las últimas dos regiones solo se presentó un evento extremo, pero muy importante ya que fue superior a 240 mm para ambas zonas (Figura 5.5). En seis de las ocho regiones es posible apreciar un ligero incremento de la magnitud y número de eventos considerados aberrantes. Para las regiones de la Huasteca y la Sierra Otomí-Tepehua ocurrió lo contrario en la última década analizada, es decir un descenso en la magnitud de los aberrantes (Figura 5.5).

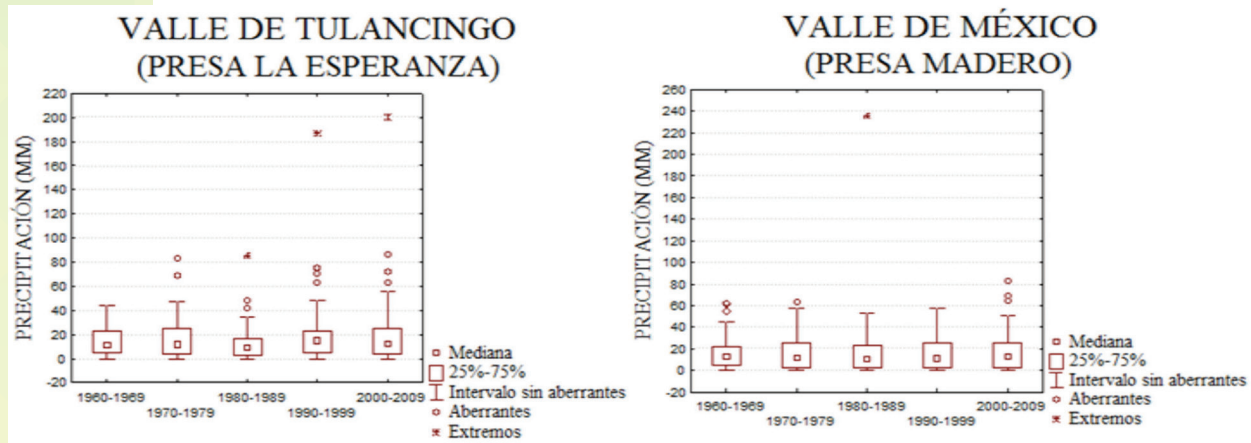
En términos generales las regiones con valores más altos de lluvia máxima en 24 horas son la Huasteca y las Sierras ubicadas en la zona este del estado (Figura 5.6). Debido a la falta de estaciones en la zona este del Valle de México, en la figura 5.5 se aprecia que tiene valores más elevados de lo que realmente se esperarían por ser una región seca, esto es el resultado de la influencia

de la estación analizada (presa Tezoyo), la cual presenta valores importantes de precipitación pero que propiamente no es representativa del área.



**Figura 5.5**

Diagramas de precipitación extrema decadal para las estaciones que representan las 8 regiones ecogeográficas del estado de Hidalgo. Note que la escala difiere entre estaciones. Se presenta el valor de la mediana y los valores de aberrantes y extremos.

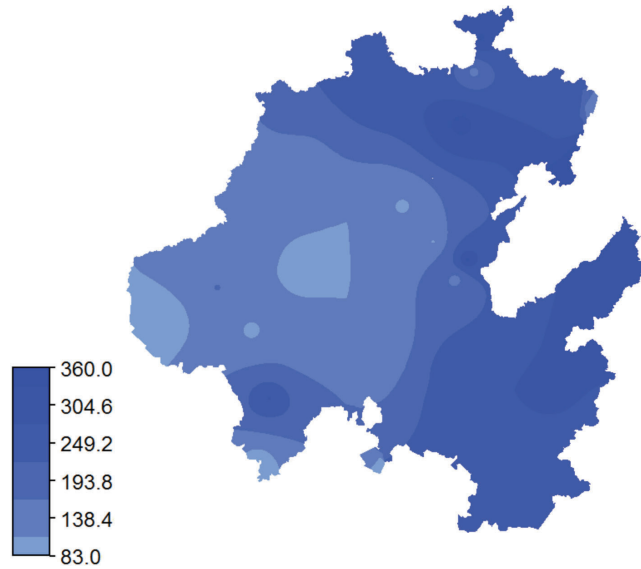


**Figura 5.5**

Continuación

**Figura 5.6**

Variación de la precipitación máxima en 24 hrs para el Estado de Hidalgo. Se utilizaron los registros de 79 estaciones meteorológicas.



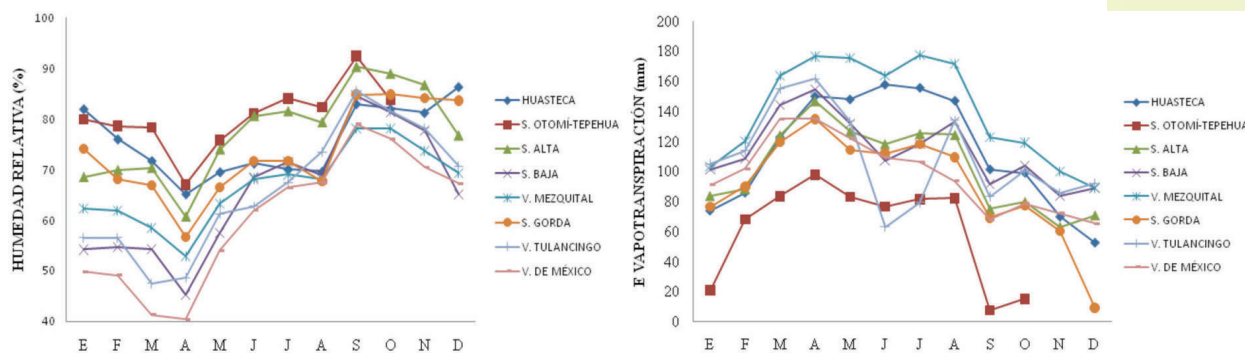
#### 5.2.4. Variación en Humedad Relativa y Evaporación

Para estudiar las variaciones de la humedad relativa y la evaporación, se utilizaron los registros diarios de las estaciones agrometeorológicas del INIFAP, para el año 2009. Durante ese año se registró un evento de El Niño catalogado como débil. Es importante considerar que la temporada de huracanes en 2009 para el Atlántico estuvo por debajo del promedio con solo 3 fenómenos, destacándose una carencia de depresiones tropicales entre junio y julio.

Las variaciones entre regiones con respecto a la humedad relativa fueron mucho más notorias durante el invierno y la primavera (enero-abril), periodo que coincide con la época seca de la mayoría de las estaciones (Figura 5.7). Durante ese periodo las regiones con mayor humedad fueron la Huas-

teca y la Sierra Otomí-Tepehua con valores por encima de 80%, mientras que el Valle de México tuvo valores inferiores a 50%. En verano (época de lluvias) la Sierra Otomí-Tepehua y la Sierra Alta se separan del resto de las estaciones ya que presentan los valores más altos, con un pico cercano al 90% de humedad atmosférica (Figura 5.7).

En cuanto a la evaporación, el patrón es contrario al de la humedad relativa. El Valle de México presenta mayor evaporación en comparación a la Sierra Otomí-Tepehua en tanto que el Valle del Mezquital presenta los valores más elevados. El resto de las estaciones mantuvieron valores similares a lo largo del año, los cuales fluctuaron entre 80 y 140 mm por mes.

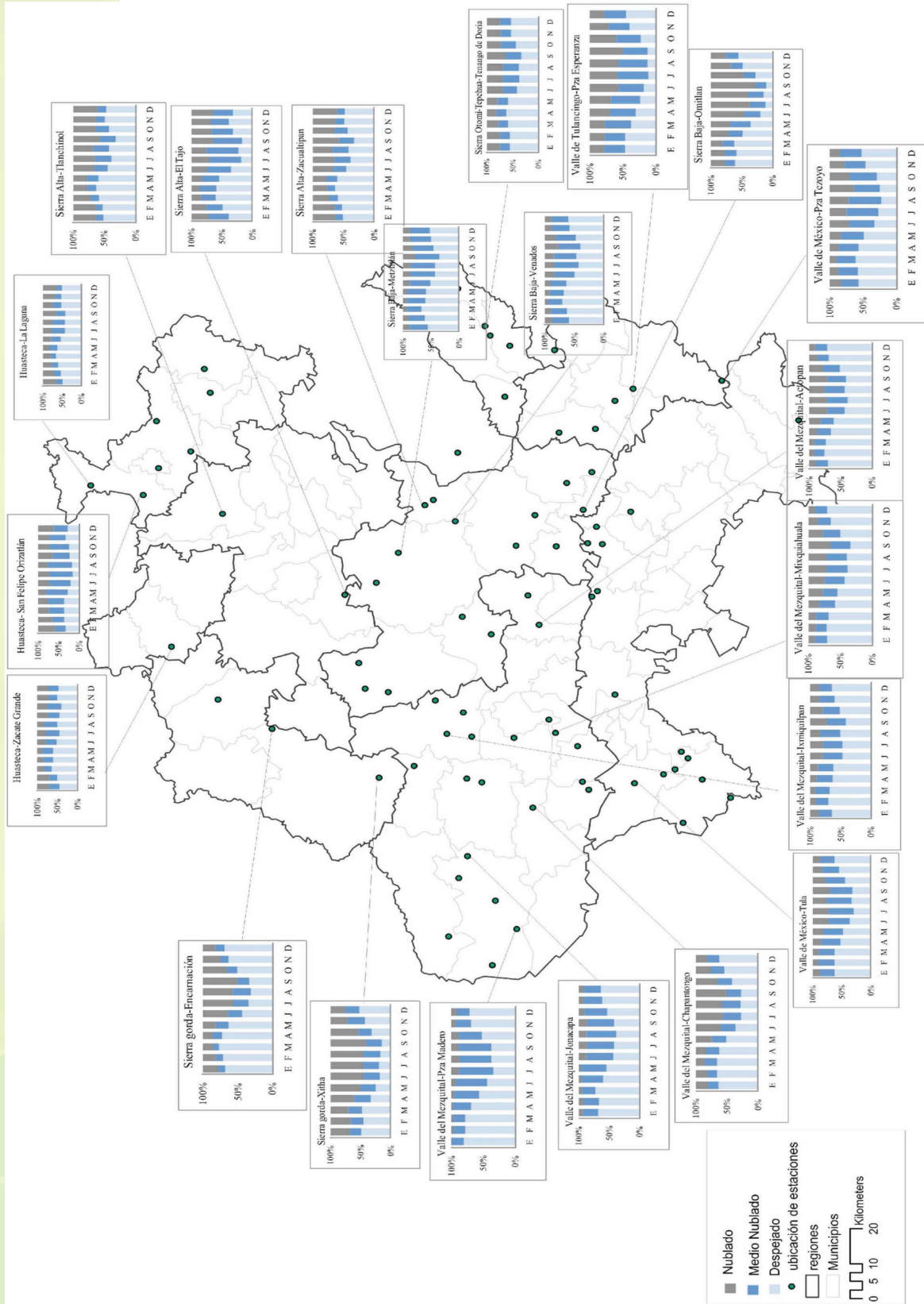


**Figura 5.7**

Variación mensual de las condiciones de humedad relativa y evapotranspiración de las estaciones seleccionadas para cada región ecogeográfica, para el año 2009. Se utilizaron los datos de la red de estaciones agrometeorológicas de INIFAP con registros diarios (de cada 15 minutos) para el año 2009. Las estaciones por región son Huejutla para la Huasteca; San Bartolo Tutotepec para la Sierra Otomí-Tepehua; Zacualtipan para la Sierra Alta; Atotonilco el Grande para la Sierra Baja; Ixmiquilpan para el Valle del Mezquital; Jacala para la Sierra Gorda; Cuauhtepac para el Valle de Tulancingo y Apan para el Valle de México.

### 5.2.5. Condiciones del Cielo

En la zona sur del estado, dentro de las regiones con clima seco del Valle del Mezquital, el Valle de México y el Valle de Tulancingo las condiciones del cielo son en general despejadas con un incremento de la nubosidad en el verano, que coincide con la época de lluvias (Figura 5.8). En contraste, la nubosidad se incrementa en la zona de la Huasteca, la Sierra Alta y la Sierra Otomí-Tepehua. Como se comentó arriba estas condiciones deben estar relacionadas con los patrones de evaporación y evapotranspiración de cada región y con la humedad proveniente del Golfo de México (Figura 5.8). Durante el verano la nubosidad se incrementa notoriamente en todos los sitios, lo cual está relacionado con la temporada de lluvias.



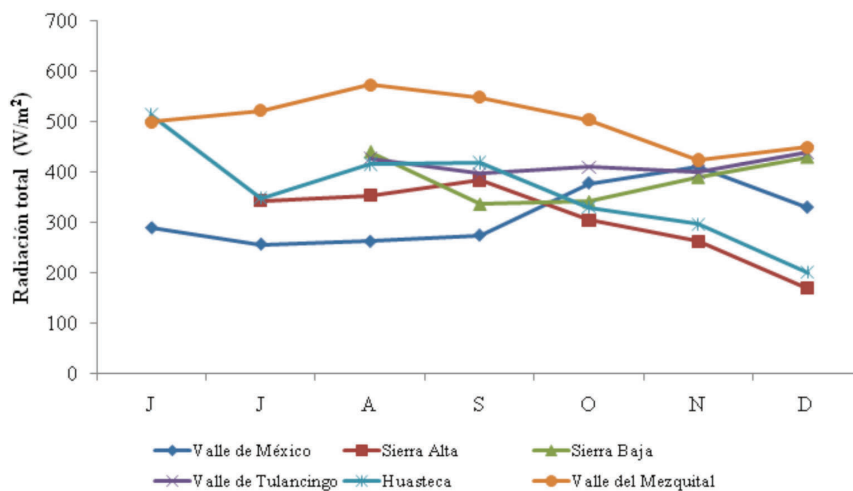
**Figura 5.8**

Condiciones del cielo mensual del sitio de ubicación de cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas. Se muestra el valor porcentual de acuerdo al número de días por mes de cielo despejado, medio nublado y nublado.



### 5.2.6. Variación de la Radiación Solar Total

Las condiciones de radiación solar total incidente en la superficie están relacionadas con las condiciones del cielo. Así los sitios con cielo mayormente despejado tienen mayor radiación que aquellas regiones donde la constante es la nubosidad. El año 2006 es el que cuenta con la mayoría de registros completos para las estaciones agrometeorológicas de INIFAP con las que podemos decir que los meses de verano, entre junio-agosto, las diferencias entre regiones son evidentes, siendo el Valle del Mezquital el de mayor radiación. Para los meses de lluvias intensas, entre septiembre y octubre, no existen diferencias tan notorias entre regiones. Sin embargo, el Valle del Mezquital se mantiene como la región de mayor radiación (Figura 5.9).



**Figura 5.9**

Variación de la radiación solar por regiones ecogeográficas del estado de Hidalgo para los meses de verano y otoño, para el año 2006.

### 5.2.7. Variación en la Dirección y Velocidad del Viento

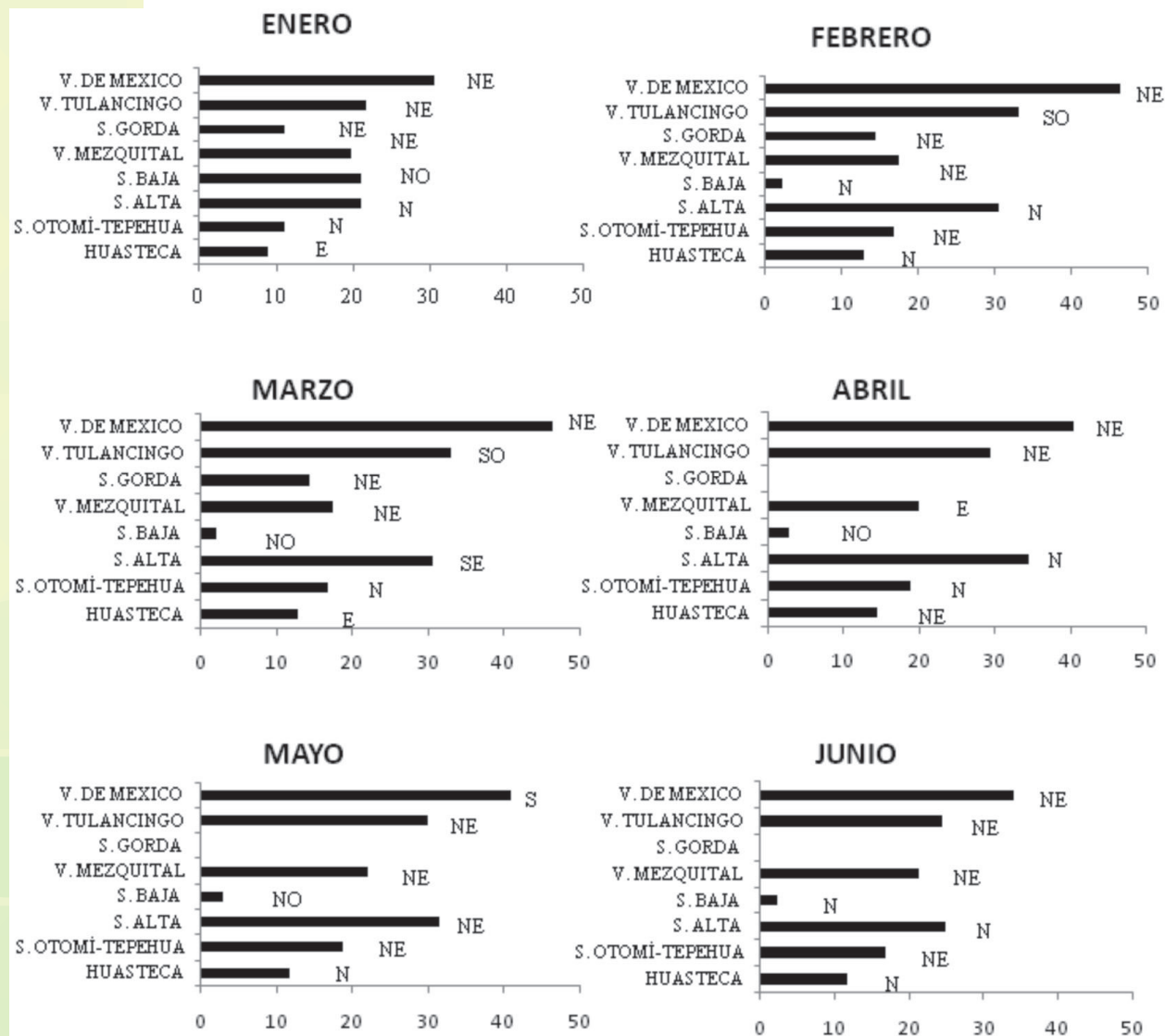
En la figura 11 se observan los gráficos de velocidad y dirección promedio del viento por mes para cada una de las regiones ecogeográficas del Estado. A lo largo del año los vientos provienen principalmente del norte y noreste. Por su ubicación geográfica la República Mexicana se ve afectada por los vientos alisios provenientes del noreste, los frentes fríos generan vientos denominados “nortes”. Estos fenómenos generan la entrada de humedad al país y caracterizan el sistema de vientos (Ayllón, 1996). En el Valle de México se registraron durante diciembre, vientos provenientes del sur y suroeste, esto podría ser causado por la aparición de centros de baja presión en esta región, como resultado de la estación del año. A lo largo del año la mayor velocidad del viento se registró en la región del Valle de México y el Valle

de Tulancingo. Sin embargo, la velocidad del viento vario a lo largo del año (Figura 5.10).

Los meses donde la velocidad del viento fue menor son septiembre, octubre y noviembre, mientras que de febrero a mayo los valores fluctuaron entre 12 km/h para la región de la Huasteca y hasta 48 km/h para el Valle de México. La Sierra Alta es la segunda región donde se resiente con mayor fuerza la velocidad del viento de hasta 35 km/h en abril. Sin embargo, al menos en promedio, los vientos bajo condiciones normales están por debajo de frescos. De acuerdo con la escala de Beaufort un viento fresco ocurre cuando la velocidad del viento fluctúa entre 39 y 49 km/h.

**Figura 5.10**

Dirección y velocidad del viento promedio (km/h) mensual para cada una de las regiones ecogeográficas del estado de Hidalgo.





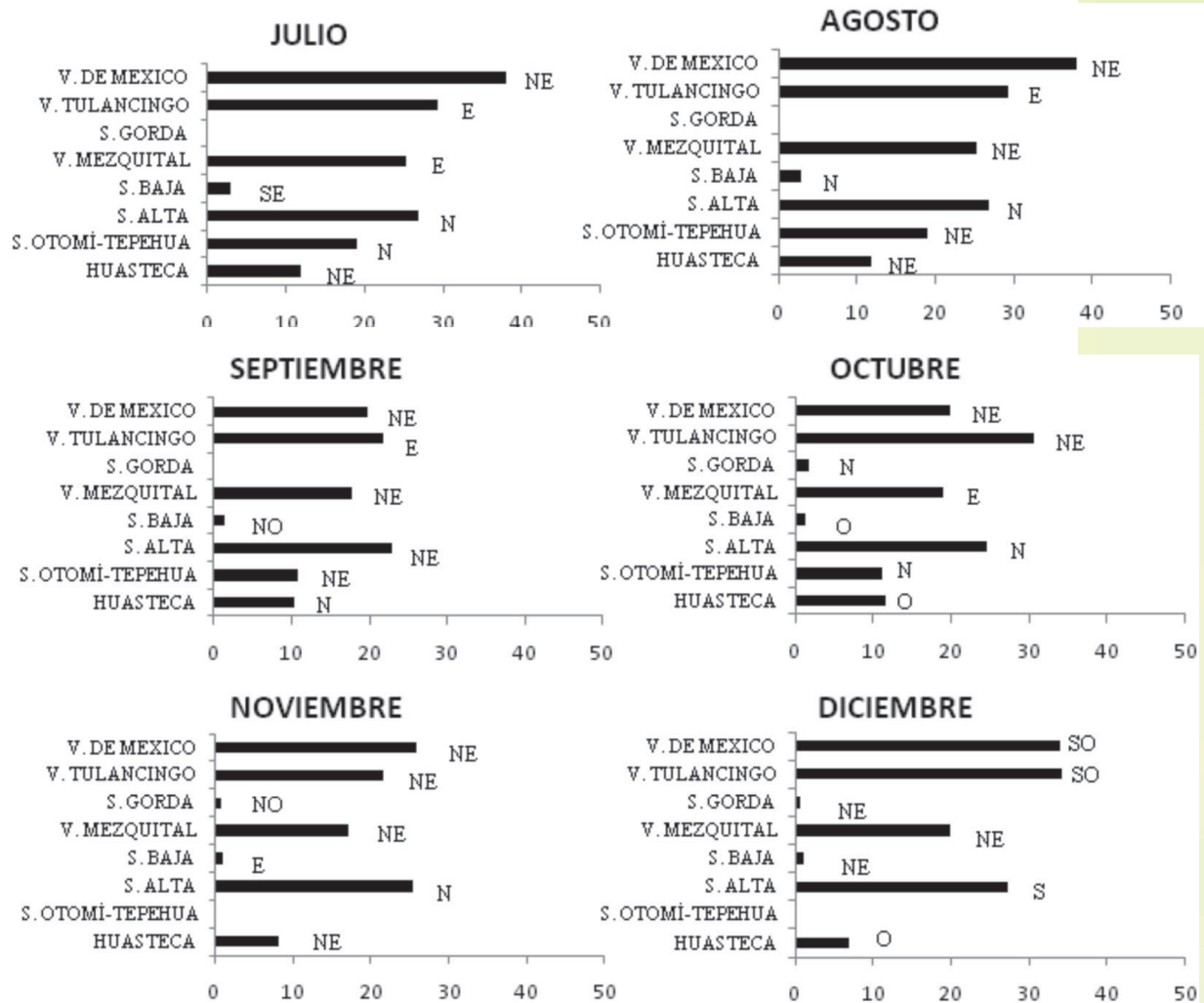


Figura 5.10

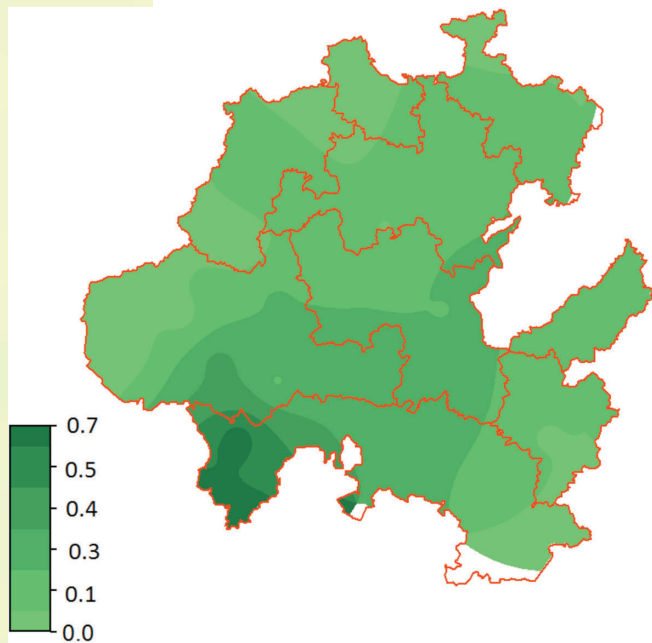
Continuación

### 5.2.8 Eventos Extremos de Granizo, Tormentas y Heladas

En general las estaciones donde ocurren el mayor número de días con granizo son las ubicadas en el Valle del Mezquital y en el Valle de México (Figura 5.11). De las otras regiones destaca también la Sierra Alta, en particular en la estación de Zacualtipán. La ocurrencia de granizadas es mayor durante los meses de abril y mayo, como consecuencia de tormentas. Sin embargo, en algunos sitios puede extenderse durante todo el verano como en Actopan, Chapantongo y Omitlán (Figura 5.11).

En cuanto al número de días con tormentas las estaciones de las regiones de la Huasteca y la Sierra Alta son las más importantes, como ocurre en San Felipe Orizatlán, Tlanchinol y Zacualtipán (Figura 5.12). Además, la estación de Omitlán presenta un patrón muy similar a las estaciones anteriores,

aunque esta pertenece a la Sierra Baja. En promedio estos sitios tienen entre 10 y 15 % de los días eventos de tormenta. Las tormentas ocurren principalmente durante los meses de verano entre junio y septiembre, en gran parte influenciadas por huracanes. En las regiones de clima seco como el Valle de México y el Valle del Mezquital ocurren tormentas, pero estas son mucho menos frecuentes, con excepción de Tula donde se extienden a lo largo de los meses del año, aunque en promedio el porcentaje de días con tormenta es inferior a 10 (Figura 5.12). Una tormenta se define como el evento de precipitación que supera los 70 mm en 24 hrs o 20 mm en 1 hora, entre los fenómenos que pueden originar tormentas se destacan los frentes fríos, los huracanes, las ondas tropicales, las líneas de convergencia, las vaguadas y las bajas presiones.

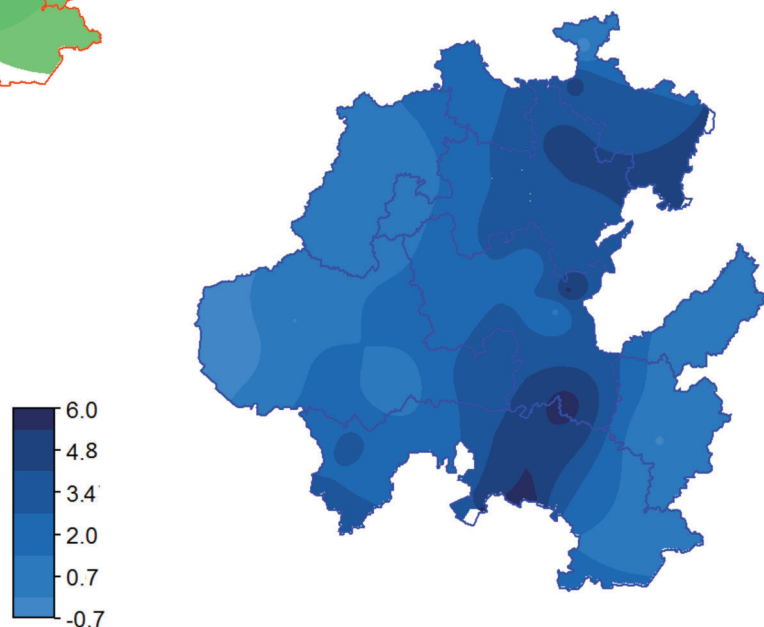


**Figura 5.11**

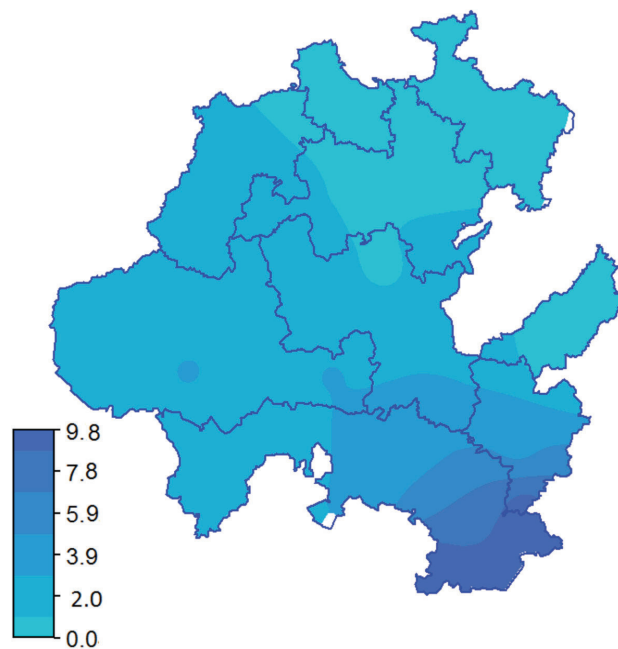
Promedio anual de días con granizo en el estado de Hidalgo.

**Figura 5.12**

Promedio de días con tormentas en el estado de Hidalgo.



Las heladas son un fenómeno muy frecuente en el Valle del Mezquital y en el Valle de México (Figura 5.13). Ocurren con mayor frecuencia durante los meses de invierno siendo en parte generadas por la influencia de los frentes fríos y por fenómenos locales como la inversión térmica. En la presa Tezoyo, ubicada en la zona sureste del estado dentro del Valle de México, se estimó para el mes de enero un promedio de 25 días con heladas, para el periodo de datos con el que cuenta. Este resultado puede además ser reflejo de la proximidad de esta estación con un cuerpo de agua de tamaño importante. La región de la Huasteca, la Sierra Otomí-Tepehua y la Sierra Alta en general carecen de días con heladas, mientras que Omitlán, en la Sierra Baja, presenta un número de heladas considerable de entre 10 y 15 para los meses de diciembre y enero.



**Figura 5.13**

Promedio anual de días con heladas en el estado de Hidalgo.

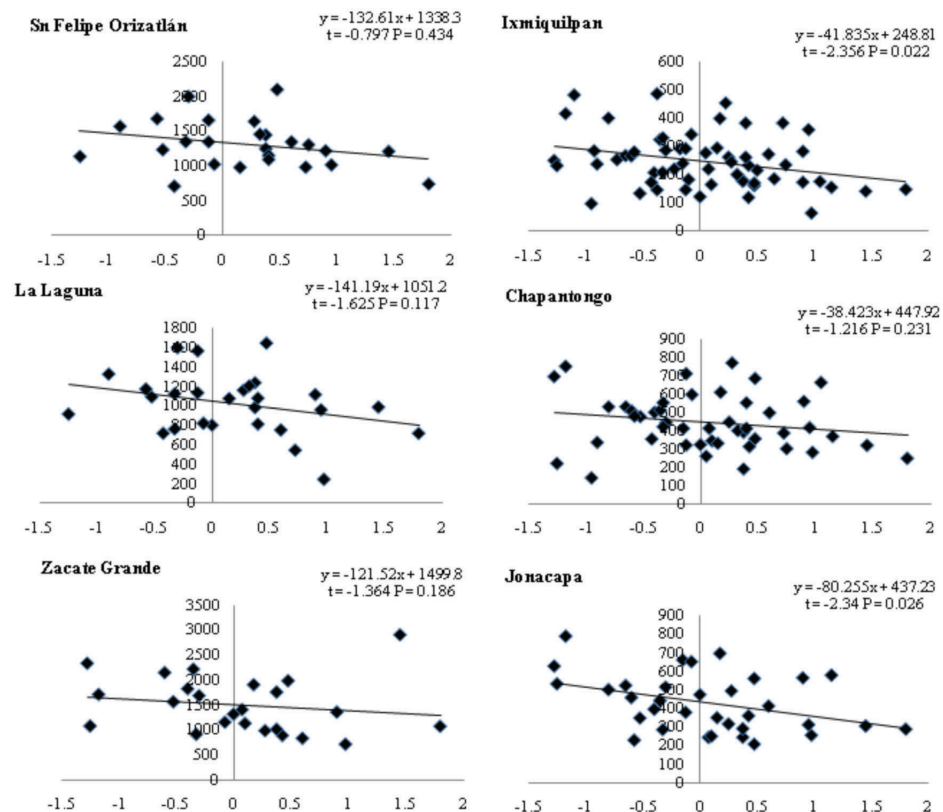
### 5.2.9. Influencia de Fenómenos Océano-Atmosféricos en la Precipitación

Las variaciones en la precipitación al interior del Estado de Hidalgo son en parte influencia de fenómenos océano-atmosféricos como El Niño y La Niña, así como la presencia de depresiones tropicales como huracanes y los frentes fríos. Estos últimos aportan gran parte del porcentaje de lluvia invernal.

En cuanto al fenómeno de El Niño y su contraparte La Niña, existe una relación con la precipitación total anual (Arntz y Fahrbech, 1996). En

general, cuando ocurre un fenómeno de El Niño se presenta una mayor severidad de la canícula (Magaña et al., 2003). La precipitación total anual en gran parte de Hidalgo está correlacionada con el índice del El Niño (Pavón y Meza-Sánchez, 2009). Este índice se obtiene del promedio trimestral de la temperatura del océano en la región de El Niño (5° N – 5° S, 120° - 170° W), si el valor es superior a 0.5° C, por lo menos en tres trimestres consecutivos, se habla de la ocurrencia de un evento de El Niño y si el índice es menor a -0.5° C, el evento es de La Niña. Mientras el valor promedio sea más alto o bajo se habla de mayor intensidad del fenómeno.

En la figura 5.14 se observan los gráficos donde se relacionan el índice de El Niño con la precipitación total del año de las estaciones analizadas. El patrón general en Hidalgo es que cuando ocurren eventos de El Niño la precipitación es baja y cuando ocurre el fenómeno de La Niña la precipitación total anual es más alta, ambos en comparación con los registros de años normales. En la Huasteca este patrón no fue significativo, pero si lo fue para el resto del Estado. Este patrón observado podría ser considerado en la planeación de estrategias de previsión ante estos fenómenos, que aunque aun no son del todo predecibles los análisis de tendencias generan probabilidades de su ocurrencia.



**Figura 5.14**

Relaciones entre la precipitación total anual (mm) de las estaciones meteorológicas seleccionadas y el valor del índice de El Niño estimado para el mismo año. Se incluyen las ecuaciones de regresión lineal simple.

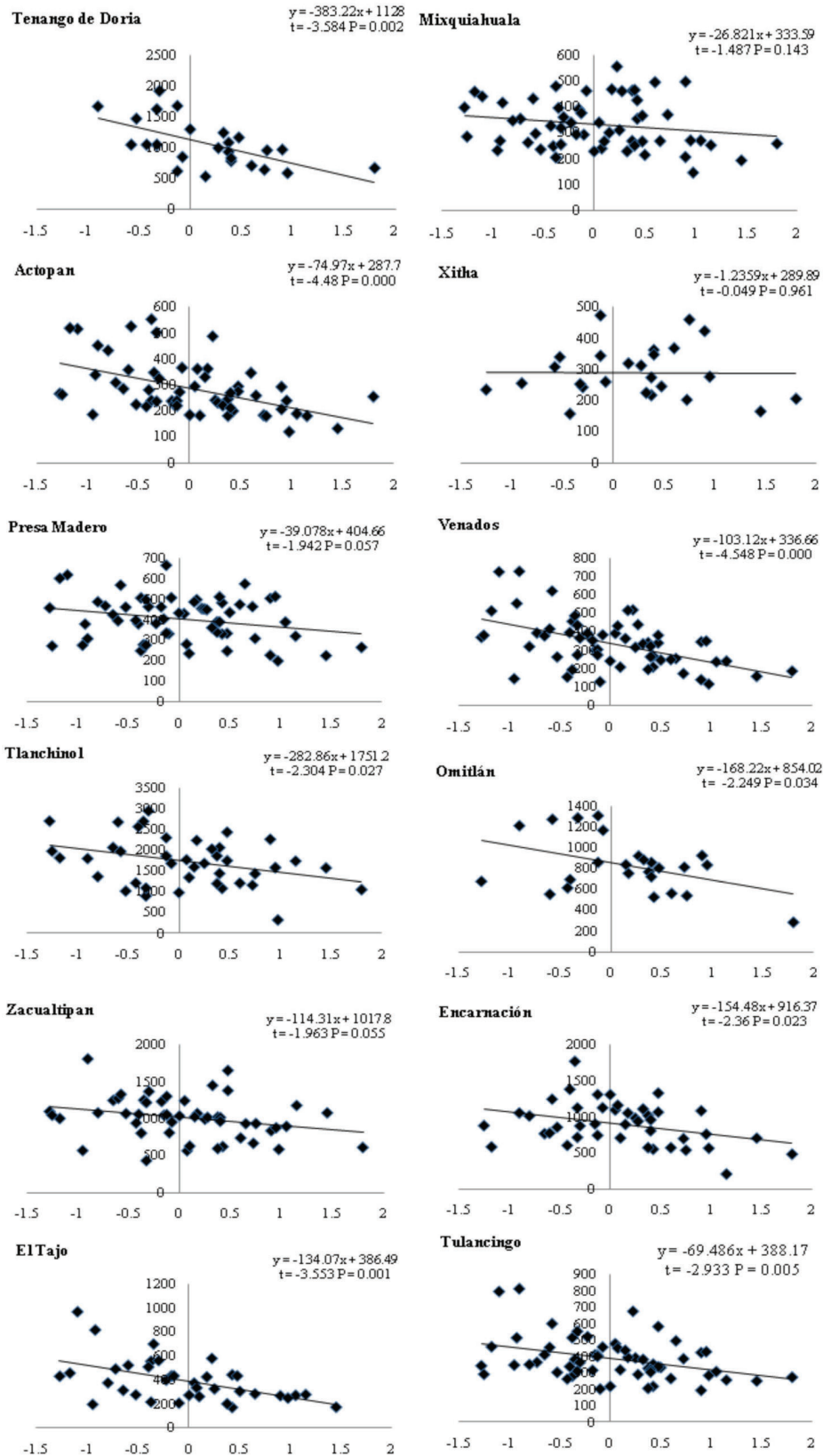
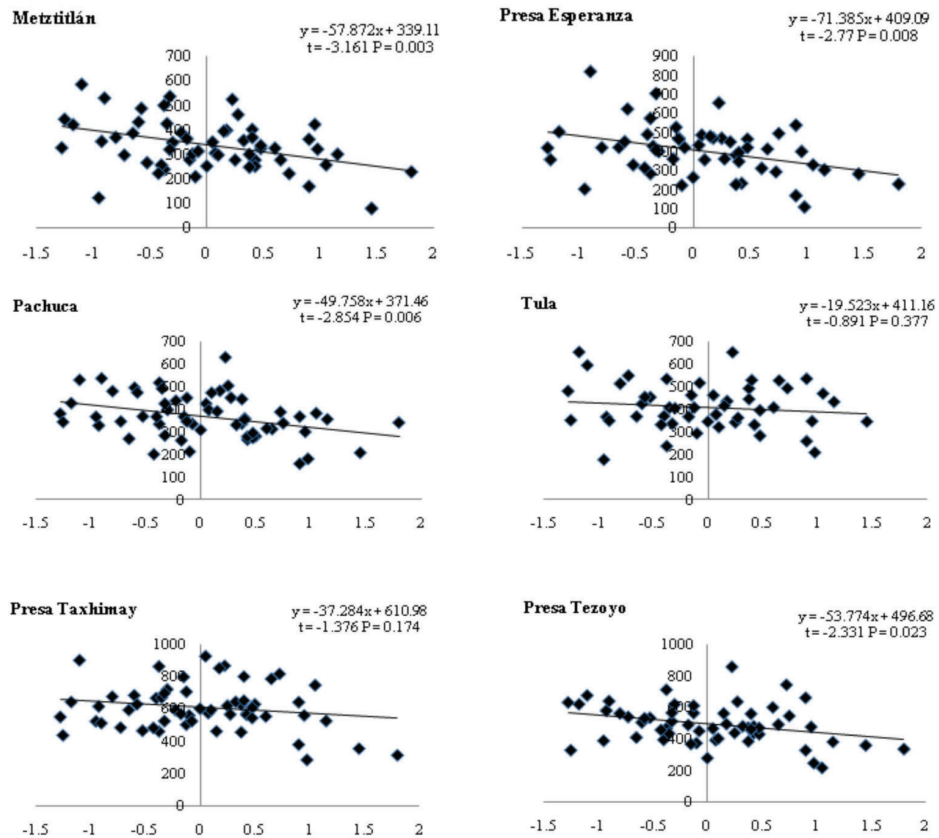


Figura 5.14

Continuación



**Figura 5.14**

Continuación

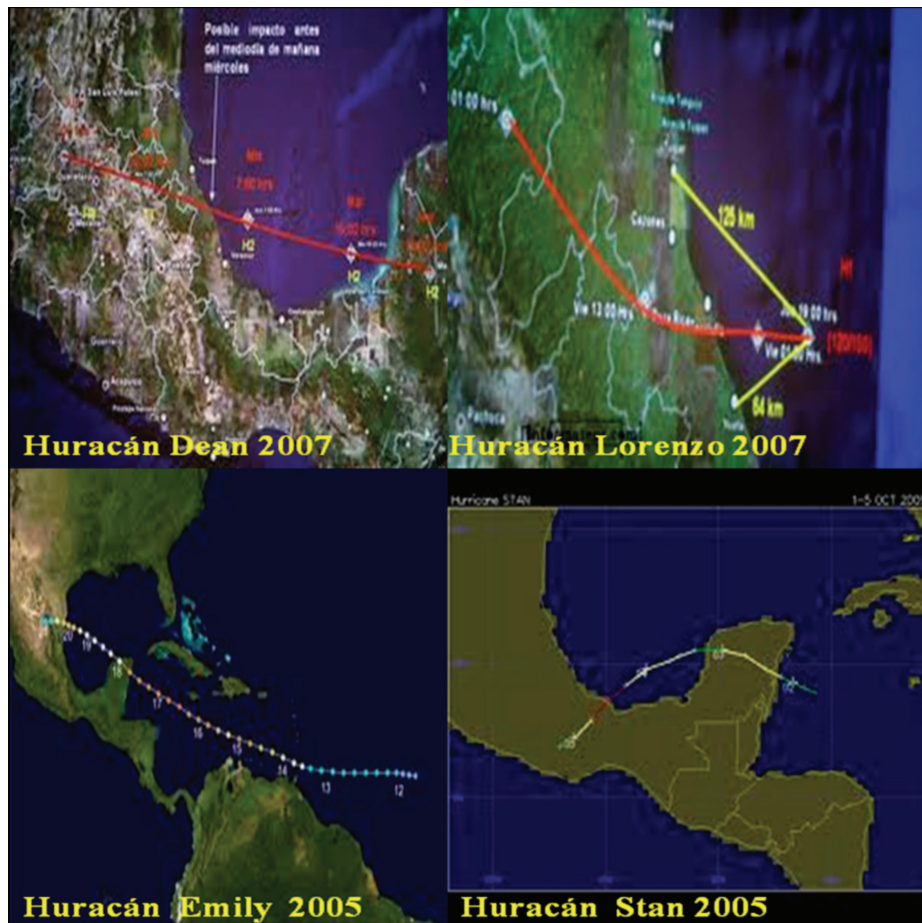
### 5.2.10. Influencia de las Depresiones Tropicales en la Precipitación

Otro factor importante que influye en la distribución de la precipitación en el territorio Hidalguense es la ocurrencia de depresiones tropicales principalmente en el Golfo de México. Aunque los huracanes del pacífico frecuentemente tocan tierra en costas mexicanas (García-Oliva, 1991), su trayectoria raramente atraviesa el país para afectar severamente el estado de Hidalgo.

Para el Golfo de México, de 1970 a 2008, han ocurrido 65 fenómenos, de los cuales 25 fueron depresiones que no evolucionaron, 24 fueron tormentas tropicales con nombre y 16 fueron huracanes. En cuanto a la intensidad de los huracanes solo uno ha sido categoría 5, uno categoría 4, cinco categoría 3 y el resto de categorías menores. Las trayectorias de los huracanes en el Golfo de México frecuentemente provocan que estos toquen tierra en costas mexicanas. En términos comparativos se puede distinguir los huracanes que tocan tierra en la zona sur de las costas del Golfo (desde el puerto de Veracruz hasta la península de Yucatán) y los huracanes que entran al continente en la zona norte (entre el puerto de Veracruz y la frontera de



Tamaulipas con Texas). Los huracanes que más afectaciones han provocado en territorio de Hidalgo son aquellos que han tocado tierra en la parte norte, como es el caso de Dean (Figura 5.15).



**Figura 5.15**

Trayectoria de cuatro de los huracanes que provocaron mayores afectaciones en el Estado de Hidalgo durante la pasada década. Tomado del "National Hurricane Center of the National Weather Service" ([www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)).

En la Tabla 5.2 se reportan las precipitaciones ocurridas en el periodo de distintas tormentas tropicales y huracanes ocurridos en el Golfo de México, de 1970 a 2008. Entre los fenómenos que mayor precipitación provocaron en territorio Hidalguense se destacan a los huracanes clase I nombrados como Debby en 1988, Gert en 1993 y Stan en 2005. El huracán Dean categoría 5, ocurrido en 2005, tuvo un fuerte impacto principalmente en las zonas serranas, que en términos generales son las más afectadas por estos fenómenos.

Los valores reportados fueron comparados con el valor promedio de la precipitación ocurrida durante el mismo periodo (Tabla 5.1). Para la zona de la Huasteca se desataca el huracán Diana categoría 2 y el huracán Gertz



categoría 1, durante el primero llovió 371.5 mm más que el promedio para el mismo periodo y en para Gertz llovió 368 mm más que el promedio de ese periodo. Para la sierra Otomí-Tepehua se destaca Eduard con 80.6 mm por encima del promedio, Wilma con 125.3 mm y Stan con 100 mm. En general, los huracanes Stan y Diana fueron los principales fenómenos que afectaron a las regiones del Valle del Mezquital, Sierra Alta, Sierra Baja y Sierra Gorda, con valores de precipitación entre 58 y 377 mm por encima del promedio de los últimos 20 años.

En términos generales se puede concluir que la presencia de huracanes cuyas trayectorias impactan la zona norte del Golfo de México, incrementa significativamente la precipitación total de las regiones del estado de Hidalgo (Figura 5.16). Sin embargo, para el Valle de México no se aprecia una diferencia marcada entre la lluvia del periodo de ocurrencia del huracán y la del promedio para el mismo periodo de ocurrencia. Para lo anterior y con fines de representatividad, se utilizaron los datos de la estación de La Laguna para representar la región de la Huasteca, Tenango de Doria para la Sierra Otomí-Tepehua, Ixmiquilpan para el Valle del Mezquital, Tlanchinol para la Sierra Alta, Metztlán para la Sierra Baja, Encarnación para la Sierra Gorda, la presa La Esperanza para el Valle de Tulancingo y la estación de Tula para el Valle de México.

**Tabla 5.2**

Precipitación acumulada en el periodo de ocurrencia de diferentes ciclones tropicales acaecidos en el Golfo de México. Se incluye entre paréntesis el valor promedio de la precipitación durante el mismo periodo por 20 años. La categoría del fenómeno son TT = tormenta tropical, H= huracán nivel 1, 3, 4 y 5. P = precipitación del periodo.

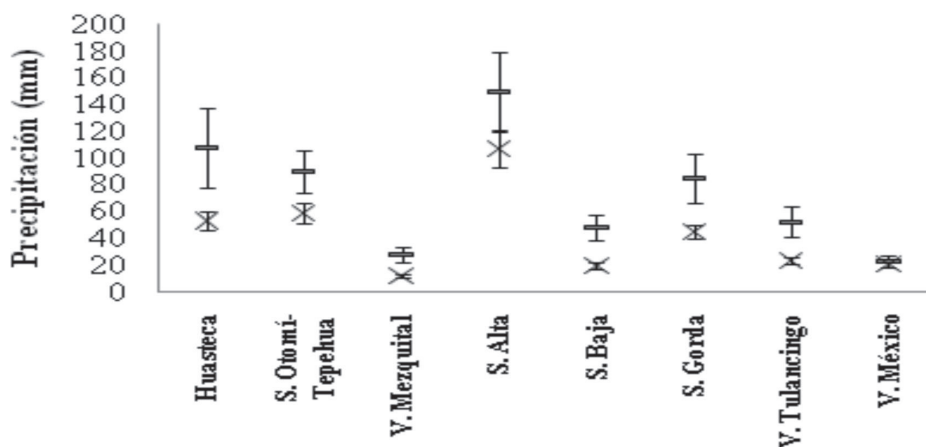
			Huasteca	Sierra Otomí-Tepehua	Valle del Mezquital	Sierra Alta	Sierra Baja	Sierra Gorda	Valle de Tulancingo	Valle de México
Nombre	Tipo	Periodo	P	P	P	P	P	P	P	P
Edith	TT	5-18 /09/70	-	92.5 (113.8)	124.2 (21.7)	96.1 (298.3)	48.8 (61.1)	101 (78.9)	15.5 (39.4)	35.6 (40.4)
Carmen	H4	29/08 - 10/09 /74	-	109.7 (91.5)	5.5 (16.8)	141.1 (230.3)	23.9 (40.7)	57 (59.1)	23.5 (35.1)	6.5 (38.4)
Caroline	H3	24/08 - 01/09 /75	-	108 (41.4)	35.5 (9.7)	121.9 (131.2)	50 (12.6)	0 (57.9)	2.5 (20.9)	12.5 (26.1)
Eloise	TT	13-24 /09 /75	-	77 (125.4)	1 (15.9)	161.1 (164.8)	2.7 (39.6)	-	8.5 (35.3)	57 (27.5)

Anita	H5	29/08 – 03/09 /77	-	82.8 (16.1)	25 (3.4)	110.8 (95.3)	33 (6.3)	109.5 (8.5)	29.5 (4.3)	14.5 (5.4)
Bess	TT	05-08/ 08 / 77	-	74.8 (15.6)	9.5 (11.2)	270.6 (83.9)	36 (5.2)	141.6 (25.3)	34.5 (14.7)	5.6 (9.8)
Allen	H3	31/07 – 11/08/ 80	-	-	29.8 (13.1)	81.7 (136.2)	43.4 (18.3)	50 (49.3)	46 (24.1)	21.5 (20.5)
Edouard	TT	14-15 /09 / 84	86.0 (19.6)	104.0 (23.4)	6.8 (3.6)	39.5 (20.6)	12.7 (5.1)	0 (17.9)	14.8 (6.6)	24.1 (5)
Gilbert	H5	8-20 /09 /88	29.9 (111.7)	-	-	19.4 (218.7)	21 (36.5)	41.5 (56.9)	6.2 (39.3)	0 (34.4)
Debby	H1	31/08 – 08/09/ 88	0 (77.9)	-	77 (27.2)	344.1 (124.8)	147.5 (21.7)	66 (58.9)	139.7 (32.8)	71 (24.6)
Diana	TT (H2)	4-8/08 /90	406.2 (34.7)	9.5 (21.5)	49.5 (9.3)	-	180 (23.8)	181 (29.2)	98.3 (15)	30 (14.1)
Gert	TT (H1)	14-21/09 /93	438.8 (70.5)	75.6 (82.4)	60.0 (10.2)	119.8 (120.9)	6 (22.9)	177.5 (54.1)	61.7 (27)	52 (22.8)
Roxane	H3 (DT)	08-20 /10 /95	37.5 (85.6)	58.2 (79.6)	12.6 (10.2)	304 (83.7)	47.7 (6.2)	38.3 (40.8)	67.3 (12.4)	0 (24.9)
Gabriele	TT	09-12/08 /95	42.0 (20.6)	14.1 (30.6)	6.2 (1.3)	40 (32.7)	56.6 (6.1)	10 (19.6)	95.9 (6.5)	19 (5.9)
Dolly	H1	19-24 /08 /95	0 (28.9)	15.0 (48.2)	37.2 (3.2)	423 (62.2)	25.4 (8.9)	83.6 (40.9)	56.8 (13.8)	39 (16.7)
Keith	TT (H1)	28/09- 06/08 /00	48.0 (46.9)	61.2 (79.3)	1.1 (8.2)	29.5 (76.2)	9.6 (22.7)	6 (32.1)	4.8 (39.1)	0.7 (14.9)
Isidore	H3	14-16 /09 /02	119.0 (112)	88.5 (120.2)	46.3 (21.9)	214 (138.8)	95.9 (32.1)	83 (102.2)	84.4 (42.7)	32.9 (34)
Erika	H1	14-16 /08 /03	72.0 (14.8)	0.0 (13.4)	8 (3.5)	6.2 (13.5)	0 (2.3)	35.5 (11.6)	5.7 (4.8)	0 (7.7)
Larry	TT	1-6/10 /03	15.5 (47.4)	35.5 (75.1)	2 (9.3)	53 (75.3)	26.9 (24.9)	25.5 (33.4)	0 (39.9)	3.2 (15.3)
Wilma	H4	15-25 /10 /05	30 (42.2)	171 (45.7)	0.5 (4.6)	53 (71.9)	2.3 (10.6)	20 (40.2)	1.7 (11.8)	-
Stan	H1	01-05 /10/05	211 (36.2)	159.4 (54.4)	66.7 (7.8)	587 (69)	92.3 (22.1)	410 (32.5)	128 (35.5)	-
Emily	H4 (H3)	10-21 /07/05	108.5 (64.3)	97.2 (87.9)	7.3 (10.1)	69.5 (111.4)	-	24	39.3 (20.3)	27.4 (30.6)
Lorenzo	H1	25-28 /09 /07	71.5 (36.4)	216.2 (31)	29.7 (20.5)	54.5 (54.1)	47.5 (7.8)	104.5 (31.1)	107.7 (13)	-
Dean	H5 (H2)	13-23 /08 /07	149.4 (56.9)	310 (65.5)	41.2 (15.6)	140 (119.1)	106.9 (21.2)	180 (59.5)	226.4 (32.2)	-
Marco	TT	06-07 /10/08	61 (38.3)	0 (23.9)	4.3 (2.7)	98.5 (31.7)	25.6 (6.6)	163.5 (19.1)	0.9 (7.7)	-

El huracán Dean impactó las costas del Golfo de México y provocó lluvias torrenciales en Hidalgo. Las lluvias ocurridas en agosto de 2007 afectaron 60 de los 84 municipios del Estado, por lo que la Secretaría de Gobernación hizo la declaración de emergencia (El Universal, 23 de agosto de 2007; www.eluniversal.com.mx). El municipio más afectado fue Tulancingo, en este sitio la lluvia registrada durante un solo día, el 22 de agosto de 2007, alcanzó valores superiores a los 200 mm, que equivale a 39% del promedio anual.

**Figura 5.16**

Se muestran los valores promedio ( $\pm$  E.S.) de precipitación registrada durante el periodo de ocurrencia de las depresiones tropicales ( ) (ver Tabla 8) y el promedio ( $\pm$  E.S.) de la precipitación del mismo periodo durante 20 años ( > ).



### 5.3 Vulnerabilidad a Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos

#### 5.3.1. Pérdidas en Sectores Naturales y Humanos

Los fenómenos hidrometeorológicos extremos generados por la influencia de huracanes y los fenómenos de El Niño y La Niña, provocaron importantes pérdidas económicas a nivel nacional (Delgado et al., 1999). Las diferentes regiones del Estado de Hidalgo no han sido la excepción., las inundaciones asociadas al Huracán Gert en 1993, afectaron aproximadamente 155 mil hectáreas agrícolas tanto de riego como de temporal, con pérdidas superiores a los 123 millones de pesos (Tabla 5.3). Por otro lado, las inundaciones asociadas al fenómeno de La Niña en 1999 afectaron 122 mil hectáreas, pero las pérdidas económicas superaron los 329 millones de pesos. En ambos casos las zonas más afectadas en la agricultura fueron las regiones del Valle de México y el Valle de Tulancingo.

**Tabla 5.3**

Pérdidas económicas en el sector agrícola como consecuencia de afectaciones por lluvias extraordinarias provocadas por el Huracán Gert en 1993 y La Niña de 1999.

Región	Municipios	Pérdidas económicas	
		Huracán Gert 1993	La Niña 1999
Huasteca	Huejutla	18,927,048.00	1,406,884.50
Valle del Mezquital	Huichapan	13,692,486.68	34,133,959.80
Sierra Baja	Zacualtipan	17,341,513.45	45,832,959.21
Valle de México	Mixquiahuala, Pachuca	56,816,991.54	144,227,896.02
Valle de Tulancingo	Tulancingo	16,387,419.78	104,036,004.86
<b>Total</b>		<b>123,165,459.45</b>	<b>329,637,704.38</b>

Fuente de información: Registros de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Subdelegación de Agricultura del Estado de Hidalgo.

La inundación ocurrida en la ciudad de Pachuca el 24 de junio de 1949 es de las más importantes por la pérdida de vidas con un estimado de 55. Esta grave inundación ocurrió con la presencia del fenómeno de La Niña, que como se ha mencionado genera mayor precipitación para la región del Valle de México. Otra grave inundación durante un evento de La Niña ocurrió en 1999 en la región de la Sierra Baja en particular en la cuenca del río Metztlán dentro de la barranca del mismo nombre. Durante la década pasada las inundaciones provocaron la muerte de aproximadamente 46 personas y un número por demás significativo de personas damnificadas de aproximadamente 174,678 (Tabla 5.4). Las pérdidas en casa habitación también fueron muy considerables con cerca de 25 mil. Aunque durante la década pasada ocurrieron diversos eventos extremos provocados principalmente por depresiones tropicales, son de resaltar los efectos de los huracanes Stan, Lorenzo y Dean (Tabla 5.4).

**Tabla 5.4**

Pérdidas ocurridas en comunidades humanas por fenómenos hidrometeorológicos durante la década de 2001-2010 en el estado de Hidalgo.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Defunciones	3	4	9	3	5	2	9	10	0	1	46
Lesionados	13	3	2	4	17	1	8	2	0	1	51
Damnificados	8722	3079	5775	5466	81863	2197	66755	689	104	28	174678
Viviendas	2456	649	1458	759	12816	393	5017	488	39	499	24574

Fuente: Informe de daños de la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobierno del Estado de Hidalgo.

A nivel estatal se puede considerar que los factores de vulnerabilidad son similares. Sin embargo, cada región en particular presenta factores propios de acuerdo a sus condiciones orográficas, sociales y económicas. Por ejemplo, las regiones serranas son susceptibles a recibir una gran cantidad de precipitación en poco tiempo como influencia de las depresiones tropicales. Estas lluvias rápidamente generan escurrimientos que inundan las partes bajas en los valles. Un factor muy importante en la magnitud de los escurrimientos es la deforestación que ha sufrido el Estado, con lo cual se disminuye de manera importante la retención de las lluvias y su filtración en el suelo. En cuanto a las condiciones sociales y económicas, el desarrollo urbano sin medidas preventivas incrementa la probabilidad de daños al incrementarse la construcción de viviendas, en zonas de riesgo.

### 5.3.2. Incendios

Recientemente se han publicado diversos estudios donde se ha establecido la relación entre El Niño, las sequías y los incendios (Magaña, 1998; González-Ramírez et al., 2007). En 1997 ocurrió El Niño más intenso del siglo pasado, durante ese año ocurrieron 14,445 incendios en México, mientras que el promedio anual en los últimos 30 años fue de 6,942 incendios. En Hidalgo, en la década pasada se registraron aproximadamente 1,476 incendios que afectaron directamente a más de 10,353 hectáreas. El año de 2009 se afectaron 3,195 hectáreas en el estado, siendo el Valle de Tulancingo la región más dañada (Tabla 5.5). Cabe resaltar que ese año coincide con un evento de El Niño. Las pérdidas económicas por estos fenómenos no han sido estimadas. Sin embargo, diversos servicios ecosistémicos se ven afectados por la perturbación del fuego. De acuerdo a los registros de la Comisión Nacional Forestal en la Gerencia de Incendios de la Coordinación General de Conservación y Restauración en el estado de Hidalgo, los incendios afectan en mayor medida a los ecosistemas de matorral, seguido por los bosques de coníferas. Por ejemplo, durante 2005 se registraron 201 incendios afectando un total de 1,233.63 hectáreas de las cuales el 52.6% pertenecen a zonas de matorral y 10.3 % a bosques.

### 5.3.3. Análisis de vulnerabilidad a Inundaciones

Determinar el riesgo por inundaciones es de suma importancia, ya que permite conocer el nivel o grado de exposición de la población ante estos eventos. Por otro lado, cuando se presentan las temporadas de lluvias los fenómenos naturales como las inundaciones y deslizamientos se incrementan y su interacción con la vulnerabilidad trae consigo notables pérdidas económicas e incluso pérdidas humanas. Para conocer el riesgo se analizan dos factores: la amenaza y

**Tabla 5.5**

Número de hectáreas afectadas por incendios ocurridos en el estado de Hidalgo del año 2001 al 2010 por regiones ecogeográficas. Los cuadros vacíos no indican cero hectáreas más bien son datos no registrados. NR = no registrado.

Regiones	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Huasteca	NR	NR	159	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Sierra Otomí-Tepehua	4	4	216	6	3	4	2	10	-	249
Sierra Alta	16	145	199	3	30	48	10	220	67	11
Sierra Baja	36	183	325	48	26	158	8	63	446	12
Sierra Gorda	4	25	59	9	2	4	-	-	60	15
Valle de Tulancingo	509	303	771	193	213	400	104	459	1604	98
Valle del Mezquital	NR	NR	NR	20	179	83	2	7	54	
Valle de México	37	81	208	75	76	619	12	346	964	19
Total	606	741	1937	354	529	1316	238	1105	3195	404

Fuente. Comisión Nacional Forestal delegación del Estado de Hidalgo, Coordinación General de Conservación y Restauración, Gerencia de Incendios Forestales.

la vulnerabilidad. En este caso la amenaza está representada por la delimitación de zonas susceptibles a inundaciones, en tanto que la vulnerabilidad se analiza en función de las características socioeconómicas de la población.

En este trabajo se realizó el análisis multicriterio (Multi Criteria Evaluation, MCE) para determinar el riesgo de inundación usando diferentes variables de amenaza como de vulnerabilidad. En este análisis se emplea información estadística ambiental y socioeconómico que junto con los sistemas de información geográfica permiten establecer mapas de riesgos en el espacio de la zona de interés, los que son herramientas con gran potencial en los procesos de planeación regional y ordenamiento del territorio (Barredo, 1996), y como en este trabajo para la evaluación de riesgos de inundación (CBNDR y RAPCA, 2003). El MCE, es un proceso en el cual múltiples capas son agregadas para obtener un solo mapa de salida.

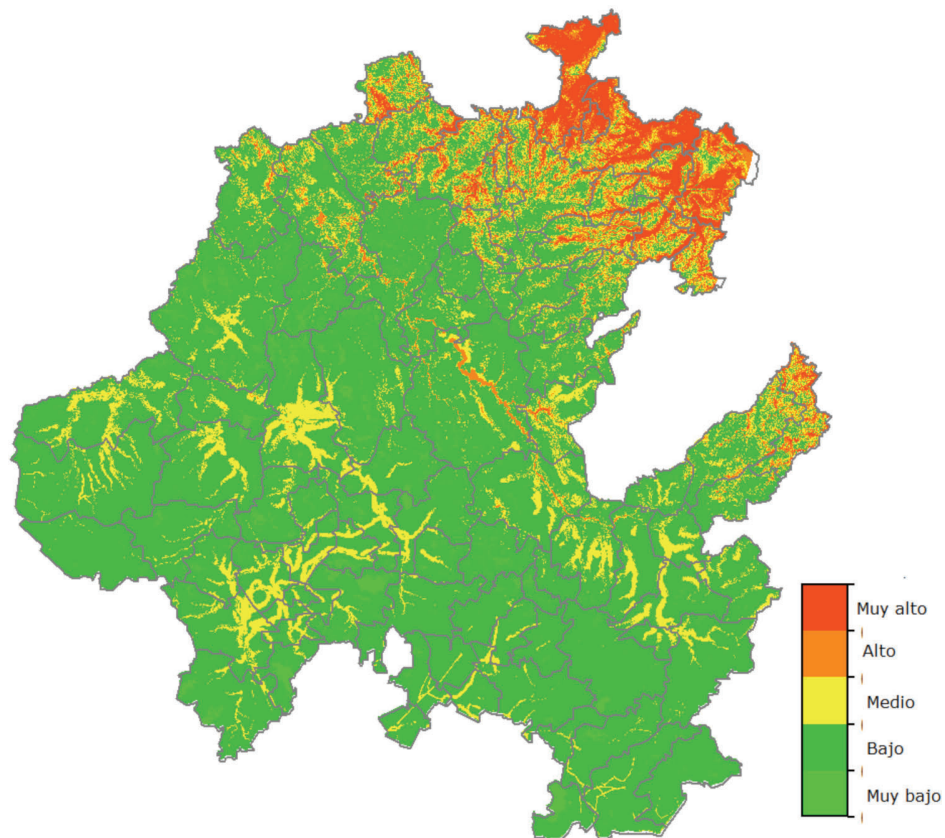
Para realizar el análisis multicriterio de amenazas se consideraron las siguientes variables: distancia a los cuerpos de agua, modelo digital de elevación, pendiente, precipitación media anual, promedio anual de días con tormenta y lluvia máxima en 24 hrs. Para el caso de la vulnerabilidad se considero la población total por localidad, índice de marginación por localidad y distancia a las vías de comunicación (carreteras). Se generó un mapa de distancia en metros a los cuerpos y cursos de agua superficiales perenes. Las zonas con menor amenaza a presentar una inundación corresponden a las zonas más alejadas de los cuerpos de agua.

Por otro lado, se consideró la población total por localidad y su índice de marginación para el Estado de Hidalgo. El INEGI clasifica el tamaño de localidad considerando el número total de habitantes (INEGI, 2010),



para generar la representación espacial de la población se hizo un punto de dos km en cada localidad (Fig. 27a). En cuanto a la marginación, el índice utilizado integra diversas variables cuantitativas del medio socioeconómico. El criterio para esta variable fue el siguiente: a mayor índice de marginación mayor es la vulnerabilidad de la población que habita en la localidad al responder a las amenazas meteorológicas. Por otro lado, se consideró dar el valor de cuatro a las zonas que se encontraran cercanas a alguna vía de comunicación terrestre (vulnerabilidad baja) y asignar el valor de uno (vulnerabilidad alta) a las áreas más alejadas de las mismas, al no tener un acceso rápido de evacuación.

De acuerdo al análisis la mayor parte del Estado tiene valores bajos en el índice de amenaza de inundación (Figura 5.17). Los valores más altos de amenaza de inundación se encuentran en la zona norte del Estado, donde se encuentran sitios con menor altitud, con poca pendiente y donde se encuentran ubicados la mayor cantidad de flujos de agua permanentes. En estas zonas históricamente se ha registrado inundaciones. Es de especial interés observar que desde el punto de vista de vulnerabilidad en esta zona también se encuentran localidades más vulnerables, considerando sus



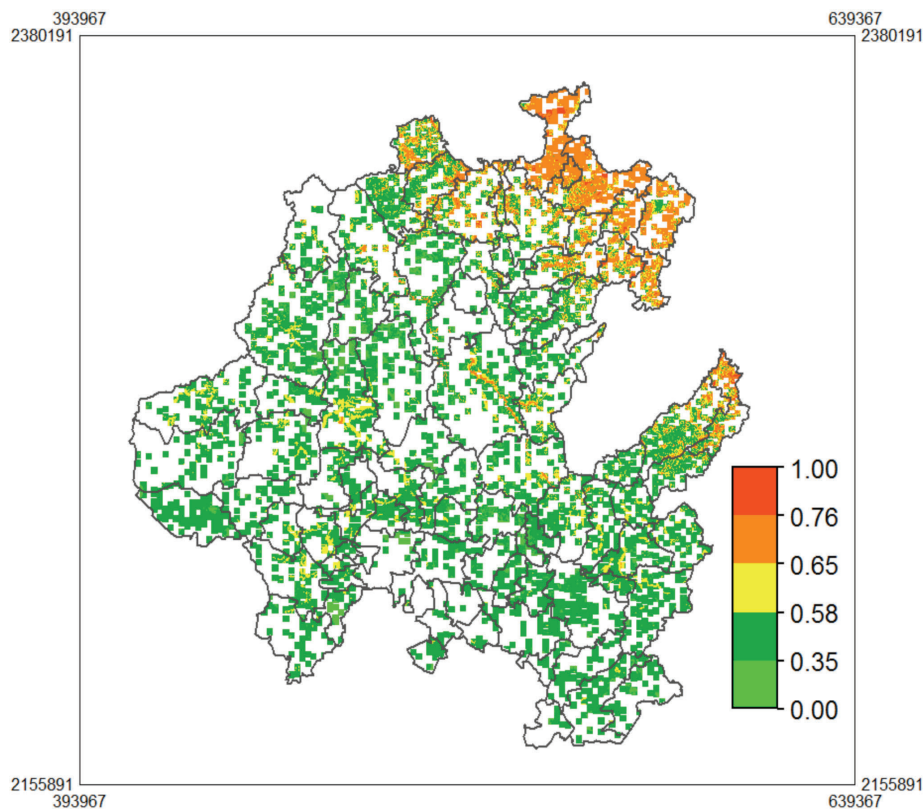
**Figura 5.17**

Índice de amenaza de inundación: determinado en el análisis multicriterio en color naranja y rojo se muestran los sitios con mayor amenaza de inundación.



características de marginación, tamaño poblacional, y distancias a las vías de comunicación, por lo cual se encontraron localidades con mayor riesgo (Figura 5.18).

En general, el riesgo de las inundaciones puede reducirse aplicando medidas de adaptación como son por ejemplo: construcción de estructuras para la atenuación en zonas de inundación, planificación y reglamentación de los usos de la tierra, medidas de emergencia frente a las crecidas, medidas de capacitación ante emergencias (OMM, 2006).



**Figura 5.18**

Índice de riesgo de inundación, determinado en el análisis multicriterio. Considerando las amenazas y la vulnerabilidad de las localidades. Con valores cercanos a uno y en color rojo se muestran los sitios con mayor riesgo de inundación

#### 5.3.4. Recomendaciones para la Reducción de la Vulnerabilidad ante Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos

- En los comités de protección civil estatal o municipal, involucrar a los sectores sociales, empresarial y académico. Con el objetivo general de establecer una cultura de la previsión, a partir de la difusión y educación, para lograr una rápida adaptación al incremento de la intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, mediante planes de contingencia.

- Dentro de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo, crear la dirección de estudios de cambio climático, la cual deberá ser el nodo de vinculación interinstitucional con otras dependencias relacionadas con el tema a nivel federal, estatal y municipal, así como representantes de la sociedad civil y académica. El objetivo de esta dirección será el modelaje y pronóstico del clima, la planeación para generar alertas tempranas por fenómenos meteorológicos extremos, participar en el ordenamiento territorial considerando escenarios de cambio climático, dar seguimiento a las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Incentivar la investigación técnica y científica para la elaboración del pronóstico de tiempo atmosférico a mesoescala, establecer análisis de balance hídrico a nivel de microcuenca, generar tecnológicas de manejo hídrico y establecer lineamientos de desarrollo urbano sustentable.
- Generar un programa de restauración ecológica que recupere servicios ambientales de infiltración y retención de suelos, los cuales se han perdido por la tala inmoderada por lo que el escurrimiento se ha incrementado de manera extraordinaria. A diferencia de la reforestación la restauración ecológica hace un análisis previo de que especies de plantas son adecuadas para restablecer los servicios ambientales deseados. Las regiones serranas son prioritarias para su restauración ecológica.
- Revisión continua de los servicios hidráulicos urbanos y en su caso su mejoramiento en especial en sitios con mayor vulnerabilidad. Se sugiere el incremento de áreas verdes para su uso como captadores de agua.
- Revisar, actualizar y establecer estaciones meteorológicas dentro del Estado, procurando cubrir áreas poco atendidas como la región sureste y centro-norte. Procurar que la información de los registros sea capturada y puesta a disposición de los usuarios de manera expedita.
- Para las zonas de mayor vulnerabilidad se sugiere el establecimiento de estaciones meteorológicas en tiempo real.
- Generar los escenarios de cambio climático para los próximos 10, 40 y 70 años para cada una de las regiones ecogeográficas del Estado que consideren las variaciones orográficas de cada zona y establezcan proyecciones de balance hídrico incluyendo infiltración y escurrimientos.
- Revisar los causes de ríos para en su caso proceder al desazolvamiento y valorar su efectividad de desagüe y evitar inundaciones

mediante el acortamiento de los meandros que reducen la velocidad de las avenidas.

- Evitar el establecimiento de infraestructura industrial o áreas urbanas en zonas aledañas a ríos y lagunas permanentes o temporales. En el caso de que ya existan se debe considerar su reubicación.
- En zonas urbanas se sugiere la construcción de infraestructura de protección a orillas de corrientes naturales o artificiales como drenajes.
- Revisar el manejo de las presas para generar estrategias que eviten la necesidad del desfogue rápido e imprevisto que ha provocado inundaciones tanto en el Estado como en otras regiones del país.
- Establecer planes de reforestación en orillas de ríos y pendientes en particular en las zonas serranas y en la región de la Huasteca.



## 5.4 Análisis de Tendencias de Variables Climáticas

Se realizó un análisis de tendencias de temperatura y precipitación usando la prueba de Mann-Kendall (Salmi et al., 2002; Burn y Hag-Elnur, 2002). Para el cálculo de los estadísticos usamos el macro Makesens (Salmi et al., 2002). Los cálculos se realizaron para determinar las tendencias de la precipitación, temperatura máxima y mínima en cada mes del año y la tendencia anual. En la Tabla 5.6 se reportan los valores de pendiente para cada variable y se señala la significancia con \* cuando  $\alpha = 0.05$ ; \*\* cuando  $\alpha = 0.01$  y \*\*\* cuando  $\alpha = 0.001$ .

Para la región de la Huasteca en términos generales se observa una tendencia a incrementar la lluvia entre 5 y 11 mm para el mes de octubre, sin embargo la precipitación total anual tiende a una disminución importante de 26 mm en San Felipe Orizatlán (Tabla 5.6). La tendencia de disminución importante de la precipitación anual ocurre también para la Sierra Otomí-Tepehua con -29.14 mm en Tenango de Doria y en Chapantongo dentro del Valle del Mezquital con una disminución significativa de -5.37 mm (Tabla 5.6).

En cuanto a la temperatura hay una tendencia significativa a incrementar las máximas en los meses de verano. La temperatura máxima tiende a incrementarse ligera pero significativamente en la Sierra Alta y Sierra Baja. Lo contrario sucede en el Valle del Mezquital para la estación de Ixmiquilpan y Chapantongo donde la tendencia de la temperatura máxima anual es negativa y significativa de  $-0.03^{\circ}\text{C}$  y  $-0.13^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. La temperatura mínima es la que menor número de pendientes significativas resultaron entre los meses y las anuales de las estaciones meteorológicas de todas las regiones ecogeográficas del estado de Hidalgo. Pero en términos generales se observa que las mínimas tienden a ser cada vez menos bajas, como por ejemplo en Tulancingo con una pendiente significativa de  $0.26^{\circ}\text{C}$  para la mínima anual (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6**

Valores de pendiente de los análisis de tendencia de Mann-Kendall, como el cambio de la precipitación (P), temperatura máxima (Tmax) y temperatura mínima (Tmin) mensual y anual para las estaciones meteorológicas seleccionadas por regiones ecogeográficas. El periodo de tiempo usado para cada estación es el indicado en la tabla 5.1. La significancia de la pendiente se muestra como  $\alpha = 0.05$ ,  $\alpha = 0.01$ ,  $\alpha = 0.001$ .

HUASTECA									
	La Laguna			San Felipe Orizatlán			Zacate Grande		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	-0.27	0.08	-0.06	-0.91	0.17	0.26**	-0.70	0.00	0.10
F	-1.52**	0.02	-0.12	-0.78	0.17	0.18	2.10	-0.14	0.09
M	0.65	0.20	-0.03	1.55	0.20*	0.33	1.11	-0.36**	0.00
A	-2.75	0.15	-0.20*	-0.98	0.14	0.14	3.29	-0.33**	-0.09
M	-2.92	0.19	-0.09	-5.58*	0.23	0.13	1.50	-0.33**	-0.11*
J	-2.11	0.28**	-0.11	-8.80*	0.14	0.17*	-1.78	0.00	-0.16*
J	-4.29	0.23**	-0.10*	-13.82**	0.14**	0.18***	-2.43	0.11	-0.17**
A	0.95	0.20**	-0.11	0.24	0.14	0.19***	1.77	0.00	-0.06
S	4.07	0.22**	0.00	0.14	0.09	0.25	-13.70	0.00	-0.10
O	5.99**	0.00	-0.25**	11.21**	0.07	0.17	-0.62	0.00	-0.13
N	-0.19	0.78	-0.15	-0.88	0.03	0.18*	1.50	0.00	0.00
D	-0.82	0.00	-0.20	-0.85	0.10	-0.07	0.20	0.00	-0.08
Anual	-8.53	0.13**	-0.18**	-26.08*	0.11***	0.18***	-12.85	-0.10	-0.08
SIERRA OTOMÍ-TEPEHUA					VALLE DE MEZQUITAL				
	Tenango de Doria			Actopan			Ixmiquilpan		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	-0.78	0.00	0.26	-0.02	0.00	-0.07	0.00	-0.06***	0.06**
F	-0.08	-0.10	0.53***	-0.01	0.04*	-0.02	0.00	-0.06***	0.08***
M	1.18	-0.24*	0.23	0.00	0.05*	-0.08	0.00	-0.04**	0.02
A	0.89	-0.30**	0.33*	-0.08	0.00	-0.06	0.03	-0.03*	0.02
M	-0.87	-0.36**	0.00	-0.19	0.00	0.00	-0.23	0.00	0.02
J	-4.86	-0.17	0.20*	-0.65	0.04	-0.04	-0.54	-0.03	0.00
J	-16.27*	0.00	0.17	0.07	0.04	-0.04*	0.02	-0.02	0.00
A	-5.82	0.00	0.15	-0.08	0.00	-0.04*	0.17	-0.03*	0.00
S	-7.25	0.00	0.00	-0.41	0.00	-0.03	0.16	-0.03**	0.03
O	1.83	0.00	0.00	0.25	0.00	-0.06	0.70	-0.04***	0.04
N	2.33	-0.15	0.00	0.05	0.00	-0.09*	0.00	-0.07***	0.02
D	0.76	-0.27**	0.30*	0.00	0.00	-0.07	-0.07	-0.06***	0.02
Anual	-29.14*	-0.13**	0.18***	-0.03	0.02	-0.06**	0.50	-0.03*	0.06***
VALLE DEL MEZQUITAL									
	Chapantongo			Jonacapa			Mixquiahuala		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	0.00	-0.18**	0.00	-0.15	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	-0.03
F	-0.25*	-0.10*	0.08	0.00	0.00	0.05*	-0.07	0.00	0.00

M	-0.11	-0.18***	0.10	0.00	0.00	0.05	-0.24	0.00	-0.06
A	0.05	-0.21***	0.04	-0.20	-0.06	0.00	-0.06	-0.03	-0.06
M	-1.56**	-0.15***	0.00	-1.50**	-0.10**	0.00	-0.69	0.00	-0.07
J	-0.86	-0.10*	0.13**	-3.61**	-0.02	0.00	-0.44	0.03	-0.04
J	-1.53	-0.13*	0.10*	-2.25	0.00	0.00	-1.16	0.08**	0.00
A	-0.57	-0.06	0.09*	-0.31	-0.02	0.00	-0.67	0.00	0.00
S	0.87	-0.08	0.23***	-0.83	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
O	0.85	-0.15*	0.17**	-0.07	0.00	0.00	1.08	0.00	-0.03
N	0.00	-0.11*	0.00	0.31	0.00	0.10	0.06	0.00	-0.05
D	0.01*	-0.15*	0.00	-0.09	0.00	0.05	-0.07	0.00	-0.09
Anual	-5.37*	-0.13**	0.08*	-8.89	-0.06	0.00	-1.70	0.02	-0.02
VALLE DE MEZQUITAL							SIERRA ALTA		
	Xiitla			Presa Madero			Tlanchinol		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	0.08	-0.06**	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.23	0.08*	0.01
F	-0.19	0.00	0.00	-0.16**	0.04*	0.05	-0.35	0.11**	0.00
M	0.00	0.00	0.16**	0.06	0.00	0.00	-0.10	0.12**	-0.10
A	-0.30	0.00	0.00	-0.09	0.05	0.00	-0.53	0.14*	-0.11
M	0.98	0.00	0.09	-0.92	0.01	-0.02	1.00	0.10	-0.14*
J	-0.58	0.00	0.13**	-0.64	0.08*	0.02	-7.84	0.13**	-0.03
J	-1.09	0.00	0.10	-0.44	0.08	0.00	-1.74	0.00	-0.13***
A	1.08	0.00	0.14*	1.48	0.01	0.00	-1.73	0.02	-0.10***
S	1.69	0.00	0.09	0.85	0.00	0.04	-5.78	0.00	-0.03
O	1.33	-0.11	0.14	0.59	-0.02	0.00	5.56	0.07	-0.08
N	-0.09	-0.11	0.00	0.05	0.04	0.00	-0.20	0.04	-0.04
D	0.00	-0.07	0.00	-0.13*	0.00	0.00	-1.41	0.02	-0.10
Anual	0.52	-0.02	0.09***	2.18	0.04***	0.00	-12.86	0.07*	-0.06*
SIERRA ALTA							SIERRA BAJA		
	Zacualtipan			El Tajo			Metztitlán		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	0.19	0.12***	-0.05	-0.34	0.41*	0.00	-0.05	0.05**	0.08***
F	0.48	0.11***	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.03*	0.07**
M	0.00	0.13***	-0.03	0.59	0.00	-0.32	0.00	0.02	0.05
SIERRA ALTA							SIERRA BAJA		
	Zacualtipan			El Tajo			Metztitlán		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
A	0.17	0.11***	-0.05*	0.32	-0.22	-0.04	0.00	0.03	0.05*
M	-0.31	0.14***	-0.03*	-1.02	-0.17	-0.46*	-0.93*	0.03	0.07***
J	1.36	0.13***	0.00	0.28	0.10	-0.35*	-1.15*	0.05*	0.05**
J	0.55	0.16***	0.00	0.63	0.40*	-0.25	-0.56	0.05*	0.04**
A	1.49	0.10***	0.00	-3.86	0.25	-0.13	0.81	0.02*	0.05***

S	-0.43	0.12***	-0.01	-6.33	0.00	-0.25	-0.16	0.05*	0.03
O	3.24	0.16***	0.00	-4.67*	0.02	0.28	1.09*	0.06**	0.05*
N	2.08*	0.10***	0.00	1.74*	0.25*	0.50*	-0.02	0.04**	0.03
D	-0.22	0.13***	-0.05	0.00	0.00	0.13	-0.05	0.07***	0.04
Anual	8.28	0.14***	-0.02	-19.72	0.12	-0.10	-1.75	0.03*	0.08***
<b>SIERRA BAJA</b>							<b>SIERRA GORDA</b>		
	<b>Venados</b>			<b>Omitlán</b>			<b>Encarnación</b>		
<b>Mes</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>
E	0.00	0.11**	0.00	0.79	0.30	-0.57	-0.09	-0.04	0.00
F	0.00	0.10**	0.05	-2.06*	1.78	-0.03	-0.57*	-0.09	0.07
M	0.00	0.08**	0.02	0.37	-0.87	-1.72	-0.03	-0.17	0.10
A	-0.28	0.02	0.00	-1.56	-1.01	-2.95**	-1.17*	-0.24	0.00
M	-0.83	0.07	0.00	0.11	-0.23	-3.84***	-0.65	-0.17	-0.04
J	0.60	0.11*	0.00	-0.79	1.16	-2.73**	-0.95	0.00	0.00
J	-0.76	0.10**	0.03*	-0.05	0.59	-2.36*	-3.44	-0.09	0.00
A	0.38	0.05	0.00	1.29	1.74	-2.98**	-1.72	-0.05	0.00
S	-0.15	0.08*	0.09	1.32	0.92	-1.10	-1.00	-0.11	0.03
O	0.19	0.07	0.00	1.27	-0.42	-0.60	2.64	-0.08	0.10
N	0.03	0.14***	0.00	-0.45	0.78	-2.29*	0.79	-0.11	0.00
D	0.00	0.14***	-0.05	0.24	0.04	-2.66**	-0.63*	-0.05	-0.06
Anual	-2.47	0.10***	0.03	1.43	-0.67	-0.47	-5.20	-0.09	0.04
<b>VALLE DE TULANCINGO</b>							<b>VALLE DE MÉXICO</b>		
	<b>Tulancingo</b>			<b>Presa Esperanza</b>			<b>Pachuca</b>		
<b>Mes</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>
E	0.00	0.00	0.33***	-0.03	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.01
F	0.00	0.04	0.29***	-0.07	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
M	0.10	0.03	0.28***	0.00	0.00	-0.04	-0.15	0.00	0.01
A	-0.15	0.02	0.27***	0.04	0.00	-0.04	-0.19	0.00	0.03**
M	-1.07*	0.05	0.23**	-0.10	0.00	-0.09**	-0.52	0.00	0.02**
J	0.72	0.07*	0.31***	-0.01	0.04	0.00	-1.05	-0.01	0.02**
J	0.22	0.10***	0.28**	-0.07	0.05*	0.00	-0.54	-0.01	0.02***
<b>VALLE DE TULANCINGO</b>							<b>VALLE DE MÉXICO</b>		
	<b>Tulancingo</b>			<b>Presa Esperanza</b>			<b>Pachuca</b>		
<b>Mes</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>P</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>
A	0.11	0.05	0.28***	-0.07	0.00	0.00	-0.03	-0.01*	0.02***
S	0.58	0.03	0.36***	0.64*	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01
O	1.37	0.08	0.35***	0.39	0.00	0.00	0.47	0.00	0.03**
N	0.00	0.09**	0.22**	0.01	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.02
D	0.00	0.06*	0.23**	0.01	0.00	-0.06	-0.03	-0.01	0.02
Anual	2.32	0.05**	0.26***	0.86	0.02	-0.02	-1.14	0.00	0.01

VALLE DE MÉXICO									
	Presa Taxhimay			Tula			Presa Tezoyo		
Mes	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin	P	Tmax	Tmin
E	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	0.00
F	-0.13	0.07**	-0.07	-0.01	0.00	-0.06	-0.33*	0.00	0.00
M	-0.15*	0.04	-0.11*	0.00	-0.04	-0.07*	0.26	0.00	0.00
A	-0.19	0.06	-0.14***	-0.73	-0.04	-0.06	-0.16	0.00	0.00
M	-0.22	0.05	-0.17***	-0.79*	0.01	0.00	-0.96	0.00	-0.08
J	-0.27	0.17**	-0.06	-0.29	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
J	0.00	0.09***	-0.07*	-0.84	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00
A	0.04	0.05	-0.11***	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
S	0.60*	0.02	-0.10	2.14*	0.00	0.08	0.75	-0.05*	0.03
O	0.17	-0.01	-0.11	0.82	-0.08**	0.00	0.92	-0.09*	0.00
N	0.07	0.05	-0.08	0.00	0.00	-0.10	0.01	-0.05*	0.00
D	0.00	0.06**	-0.11	-0.06	0.00	-0.11*	0.04	0.00	-0.07
Anual	-0.57	0.05***	-0.09***	0.88	-0.02	-0.02	1.58	-0.04	-0.01

## 5.5 Escenarios de Cambio Climático para el Estado de Hidalgo

El incremento de la temperatura global a la fecha es de aproximadamente 0.7°C, incluso en lugares como el ártico la tasa de cambio es casi del doble (IPPC, 2007). Las proyecciones realizadas hasta el momento indican que para el año 2100 puede haber un incremento en el promedio de la temperatura global que oscile entre 1.1 hasta 6.4 °C. Así mismo vendrán cambios en los regímenes pluviales muy severos a lo largo del planeta (IPPC, 2007).

Sin embargo, hay una alta incertidumbre en las predicciones sobre los cambios en los elementos del clima (temperatura y precipitación) como consecuencia de una gran cantidad de Modelos de Circulación General de la Atmósfera (GCMs por sus siglas en Ingles) que han sido utilizados. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América se han desarrollado los modelos GFDL (“ Geophysical Fluid Dynamics Laboratory” y el GISS (“Goddard Institute for Space Studies”), en Francia se ha desarrollado el IPSC (“Institut Pierre Simon Lamplace”), en Canada el modelo CGCM (“ Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis”), entre otros. Una forma de resolver la incertidumbre mencionada ha sido obteniendo valores promedios a partir de agrupaciones o ensambles multi-modelos. Además, el IPCC ha establecido una serie de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que surgen de cuatro suposiciones, denominadas A1, A2, B1 y B2, sobre las relaciones entre las tendencias demográficas, económicas y tecnológicas que determinan las emisiones futuras de GEI.



En todos los casos, las proyecciones sobre del clima son resueltas a escala global (Holton 2004). Las predicciones y los escenarios climáticos regionales pueden ser derivados de los escenarios globales mediante distintos tipos de procedimientos, ya sean de tipo físico-dinámico, estadístico o mixto (híbrido) y en algunos pocos casos mediante inferencias subjetivas (Wilby & Dawson 2004).

### 5.5.1. Modelos interpolados de alta resolución

Recientemente, la cantidad de datos confiables ha alcanzado un punto que permite su uso y análisis con diferentes propósitos (IMTA, 1996). Asimismo, el desarrollo de métodos para interpolar datos climáticos de redes de estaciones dispersas ha sido el centro de investigación por muchos años desde el siglo pasado. Algunos eventos, incluyendo la evaluación del Segundo Reporte sobre cambio climático del Grupo Intergubernamental de Expertos de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) (Houghton *et al.*, 1996) y el protocolo de Kyoto de 1997, que han demostrado interés en la interpolación de datos climáticos. Esto es, la generación de datos o valores de clima para sitios donde no han sido registrados a partir de datos de sitios en donde han sido registrados (estaciones meteorológicas). Así, estudios recientes, han permitido la interpolación tridimensional espacial de datos climáticos (ver citas en Tellez *et al.*, 2011).

La posibilidad de usar datos ambientales interpolados a una resolución espacial alta, es decir, la cantidad de superficie de la tierra cubierta por un solo pixel (en este caso 1 km<sup>2</sup>), para áreas en donde la información no está disponible. Se ha desarrollado modelos climático, a través de la interpolación de las superficies climáticas de las zonas terrestres (excluyendo la Antártida) con una resolución espacial de 30 s de arco ( $\approx 1$  km de resolución espacial). Los elementos del clima considerados en este esfuerzo fueron diferentes medidas de precipitación y de temperatura. Los datos de entrada se obtuvieron de diversas estaciones meteorológicas, cuando fue posible, se registraron los datos del período 1950 – 2000.

Para identificar los escenarios de cambio climático en el estado de Hidalgo se utilizaron las capas interpoladas de la precipitación y la temperatura media anual bajo el GCM canadiense o CGCM y utilizando los escenarios de emisiones de GEI A2 y B2. Para esto se usó la línea base del 2000 y comparando con las líneas de tiempo de los años 2020, 2050 y 2080.

### 5.5.2. Escenarios A2 y B2

La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describen un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la con-

servación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones. El crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas (IPCC 2000). Por lo anterior, se considera el escenario más pesimista, en donde las fuentes emisoras de GEI continúan su crecimiento y no hay ninguna acción para la reducción de estas emisiones.

Por otra parte, los escenarios B2 describen un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en otros escenarios (p. ej A2), con unos niveles de desarrollo económico intermedios y con cambios tecnológicos menos rápidos y más diverso. Aunque este escenario está orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional (IPCC 2000). Este escenario es el más optimista ya que contempla la reducción de emisiones de GEI.

Se seleccionaron estos dos escenarios contratantes para evaluar los impactos del cambio climático dentro de los límites políticos del estado de Hidalgo y tener valores entre extremos en cuanto a precipitación y temperatura. Los resultados obtenidos para estos escenarios se presentan en mapas que están incluidos en los anexos finales de este capítulo.

### 5.5.3. Escenario B2

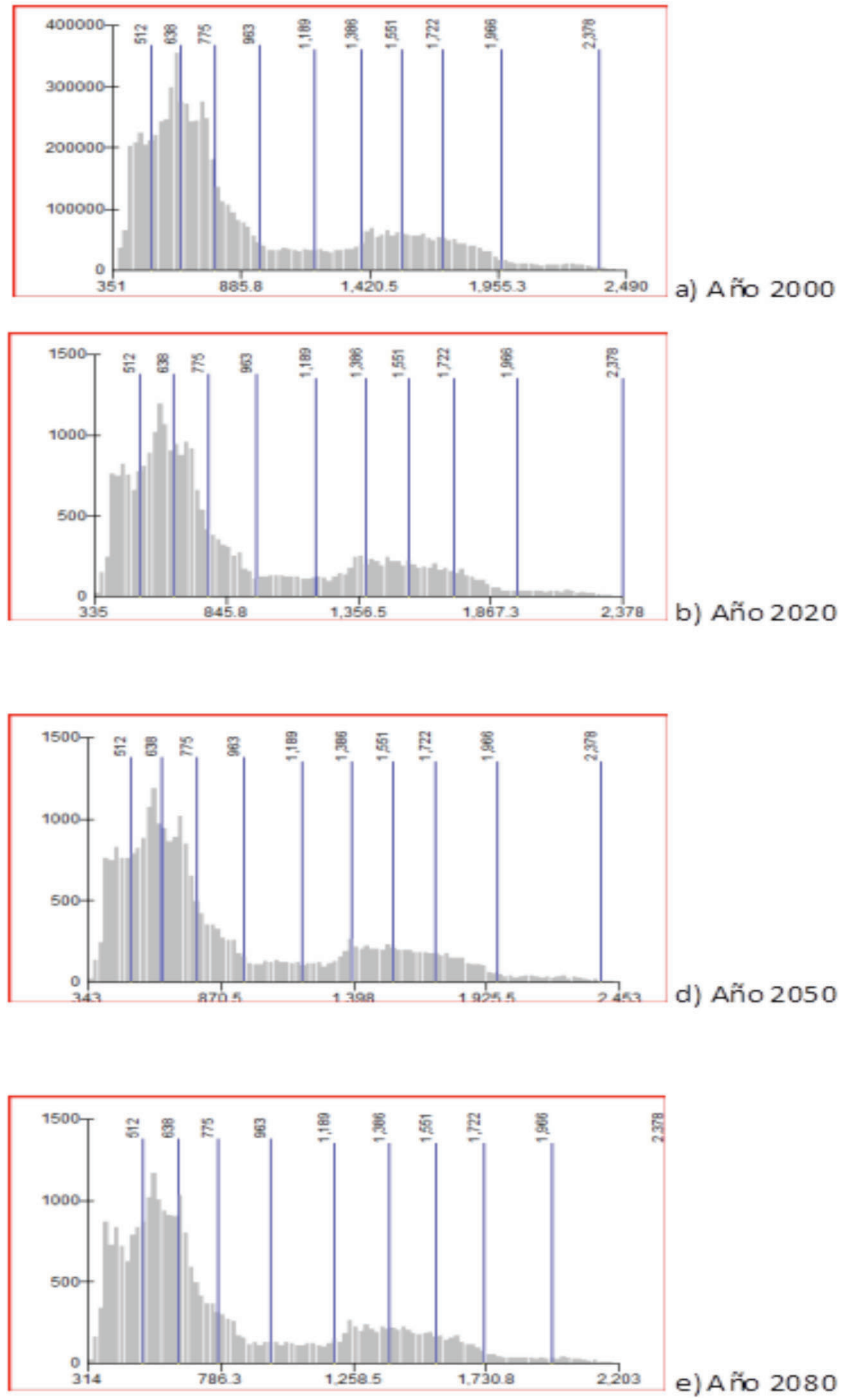
#### 5.5.3.1. Precipitación.

Utilizando como línea base el año 2000, se encuentra que la precipitación promedio en el estado de Hidalgo se estima que el valor promedio de la precipitación anual es de 914.2 mm, un máximo de precipitación de 2,490 mm y una mínima de 351 mm (Figura 5.19.a).

El resultado de las variaciones obtenidas para el año 2020 contrasta con el anterior. En este escenario futuro, el valor promedio de la precipitación anual es de 873 mm, con un máximo de precipitación de 2,378 mm y una mínima de 335 mm (Figura 5.19.b). En este caso se observa cómo hay una disminución importante en la precipitación para este año.

Las variaciones calculadas para este escenario en el año 2050 muestran una tendencia menos drástica, encontrando la precipitación promedio anual de 900 mm, un máximo de precipitación de 2378 mm y una mínima de 343 mm (Figura 5.19.c).

Para la última proyección, hacia el año 2080, la media de precipitación disminuye drásticamente hasta 809.8 mm, la máxima calculada es de 2203 mm y la mínima de 314 mm (Figura 5.19.d). En este último periodo las proyecciones marcan una fuerte pérdida de precipitaciones en el estado.



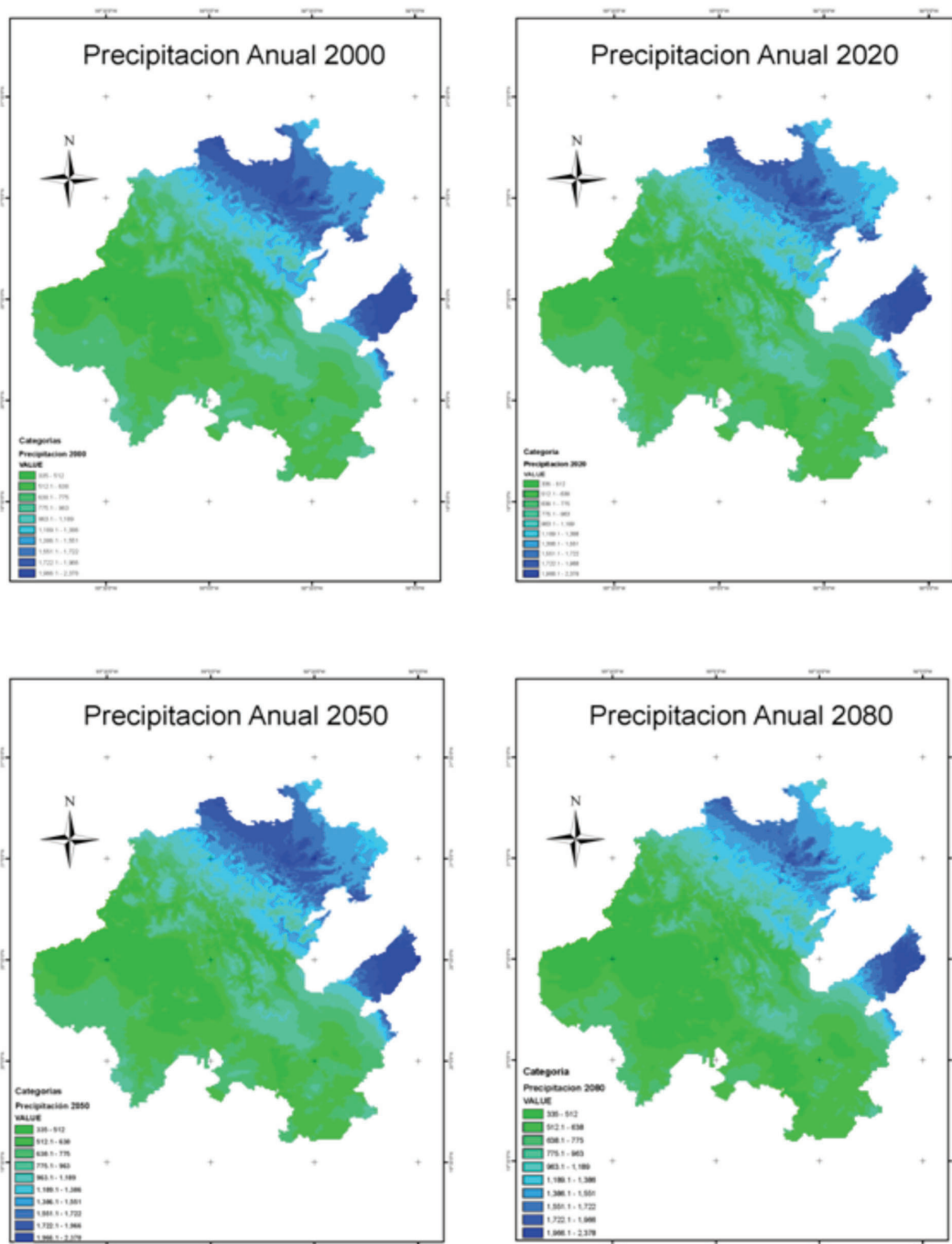
**Figura 5.19**

Distribución de frecuencias de los valores de precipitación utilizando el GCM Canadian Center for Climate Modeling and Analysis, bajo escenario B2

Los mapas que muestran la precipitación media anual en este escenario se muestran en la Figura 5.20. Se observa la disminución gradual para el color azul intenso de la Sierra Baja y la zona Otomi-Tepeua, de mayores precipitaciones. Los colores verdes, de menores valores, se encuentran principalmente en la Sierra Gorda y del Valle del Mezquital.

**Figura 5.20**

Mapas que muestran la precipitación media anual bajo un escenario de cambio climático (B2).

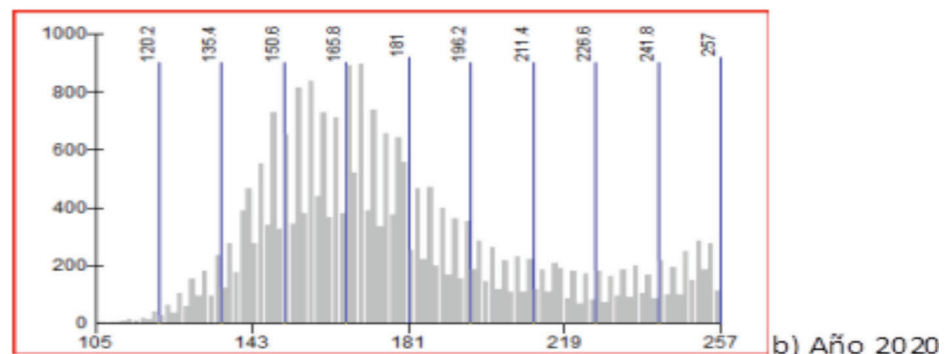
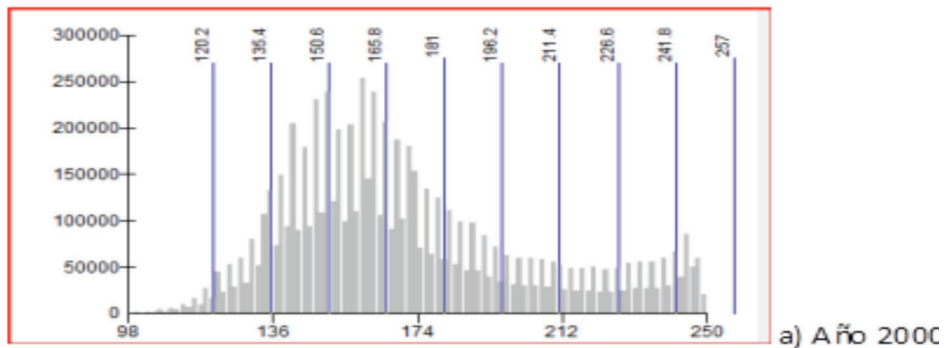


### 5.5.3.2. Temperatura media anual.

Utilizando la información para el año 2000 se estimó el promedio de la temperatura media anual dentro del Estado de Hidalgo en 17.17 °C con el valor máximo de temperatura de 25 °C y la mínima de 9.8 °C (Figura 5.21.a). Las regiones del noreste dentro del Estado son las que mayor temperatura muestran y las del sureste presentan las temperaturas más frías.

Para el año 2020 se detecta un cambio en la temperatura promedio estimándose en 17.87°C, donde se tendrán valores máximos de temperatura de 25.7 °C y mínimas de 10.5 °C (Figura 5.21.b). Se observa que hay un crecimiento de las áreas donde aumenta la temperatura, particularmente en la zona del noreste y del sureste del Estado (Figura 5.22.b). Para el año 2050 se encuentra que la de temperatura promedio se incrementará a 18.37°C donde la temperatura máxima estimada será de 26.2 °C y la mínima de 11 °C (Figura 5.21.c). El patrón de aumento en las mismas zonas mencionadas se observa en la figura 5.22.c.

Para el año 2080 la temperatura se incrementa en más de 1.75 °C con respecto a la línea base del año 2000, lo cual es un dato importante a considerar. La temperatura máxima estimada será de 26.8 °C y la mínima de 11.5 °C (Figura 5.21.d). El patrón de aumento en las zonas se observa en la figura 5.22.d.



**Figura 5.21**

Distribución de frecuencias de los valores de temperatura utilizando el GCM Canadian Center for Climate Modeling and Analysis, bajo escenario B2

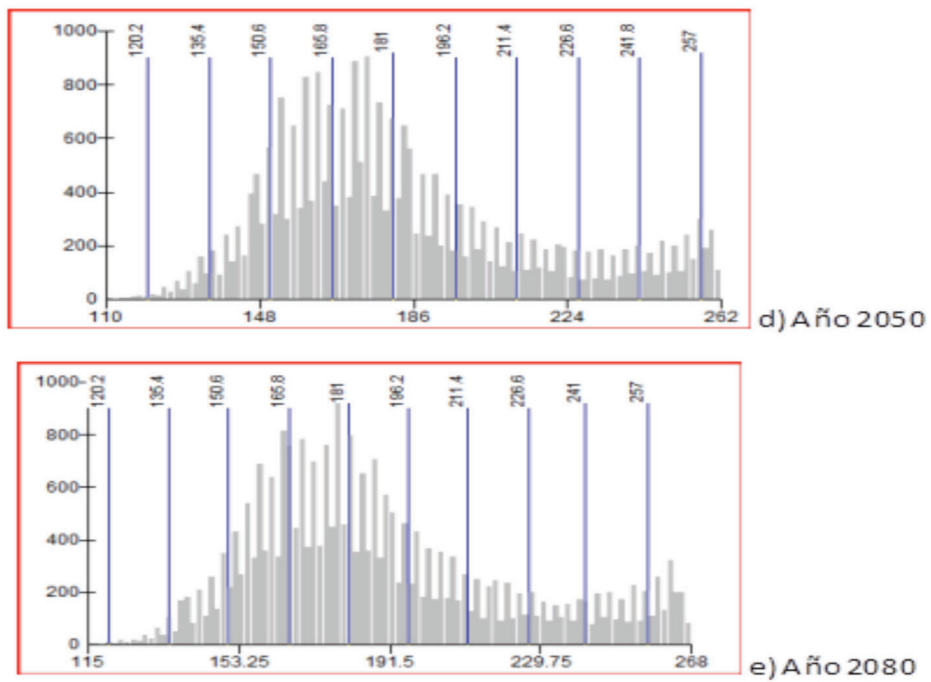


Figura 5.21

Continuación

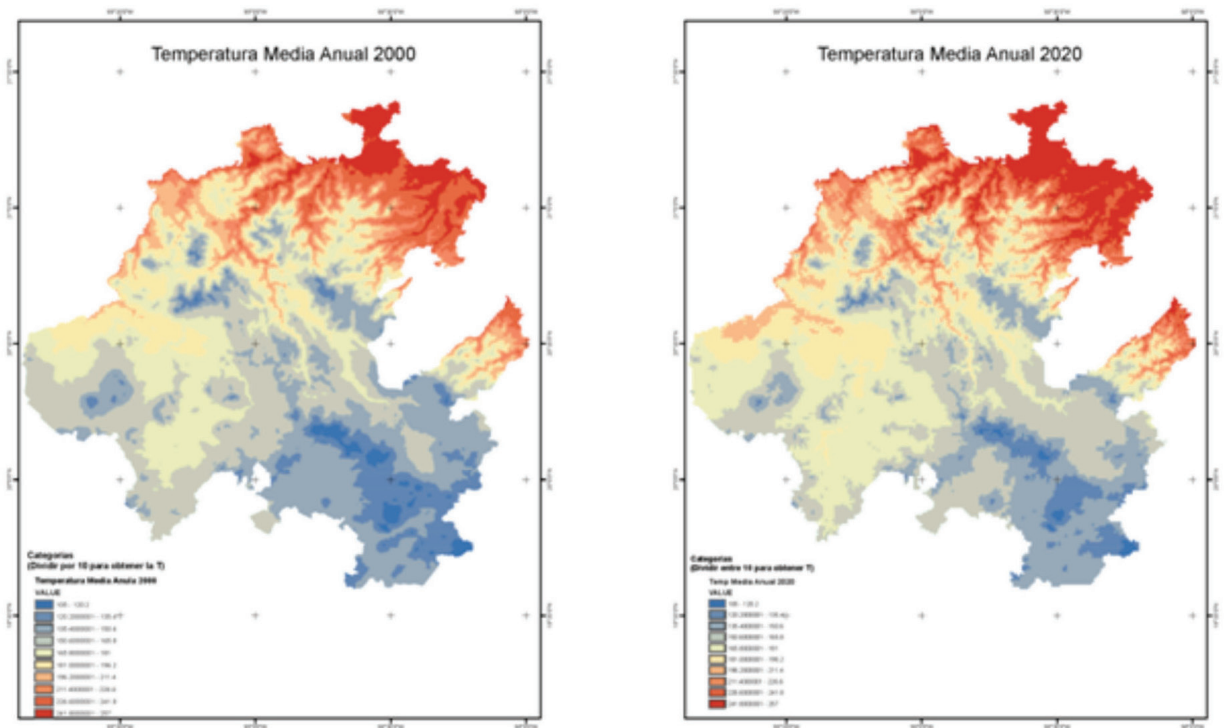
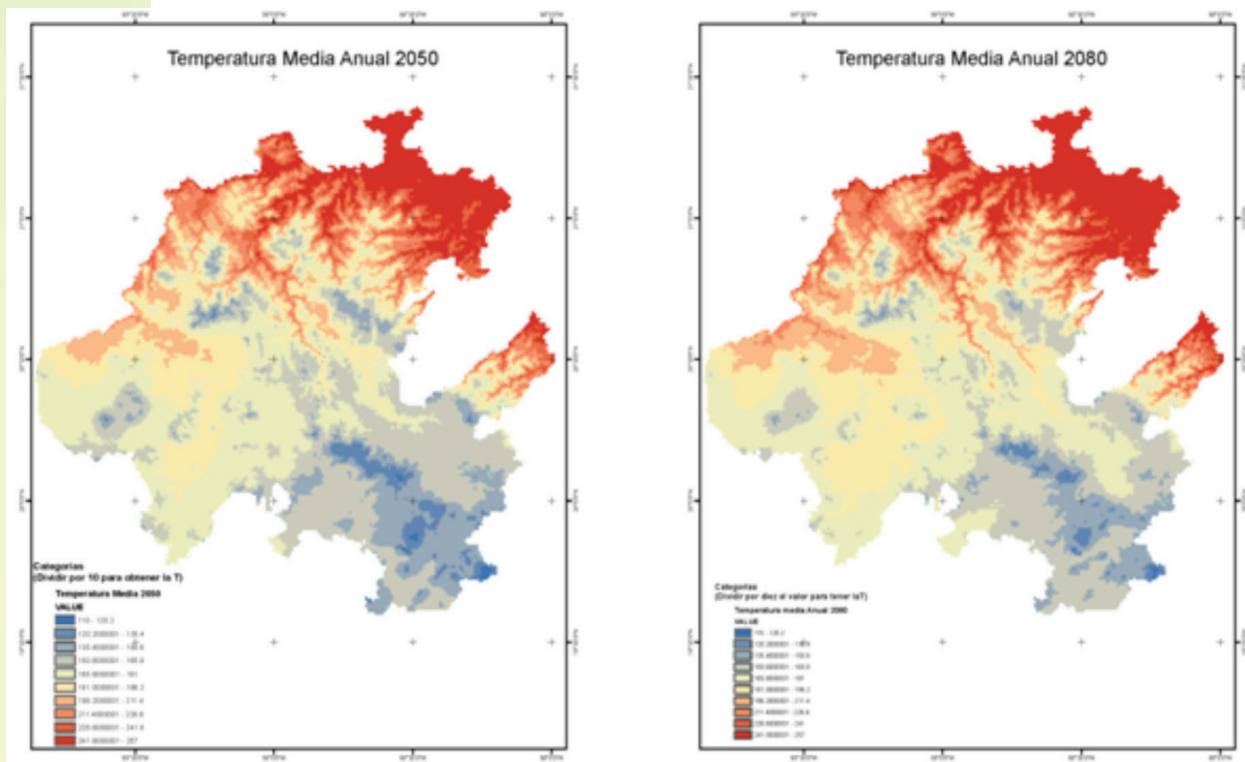


Figura 5.22

Mapas que muestran la temperatura media anual bajo un escenario de cambio climático tipo (B2)



**Figura 5.22**

Continuación

### 5.5.4. Escenario A2

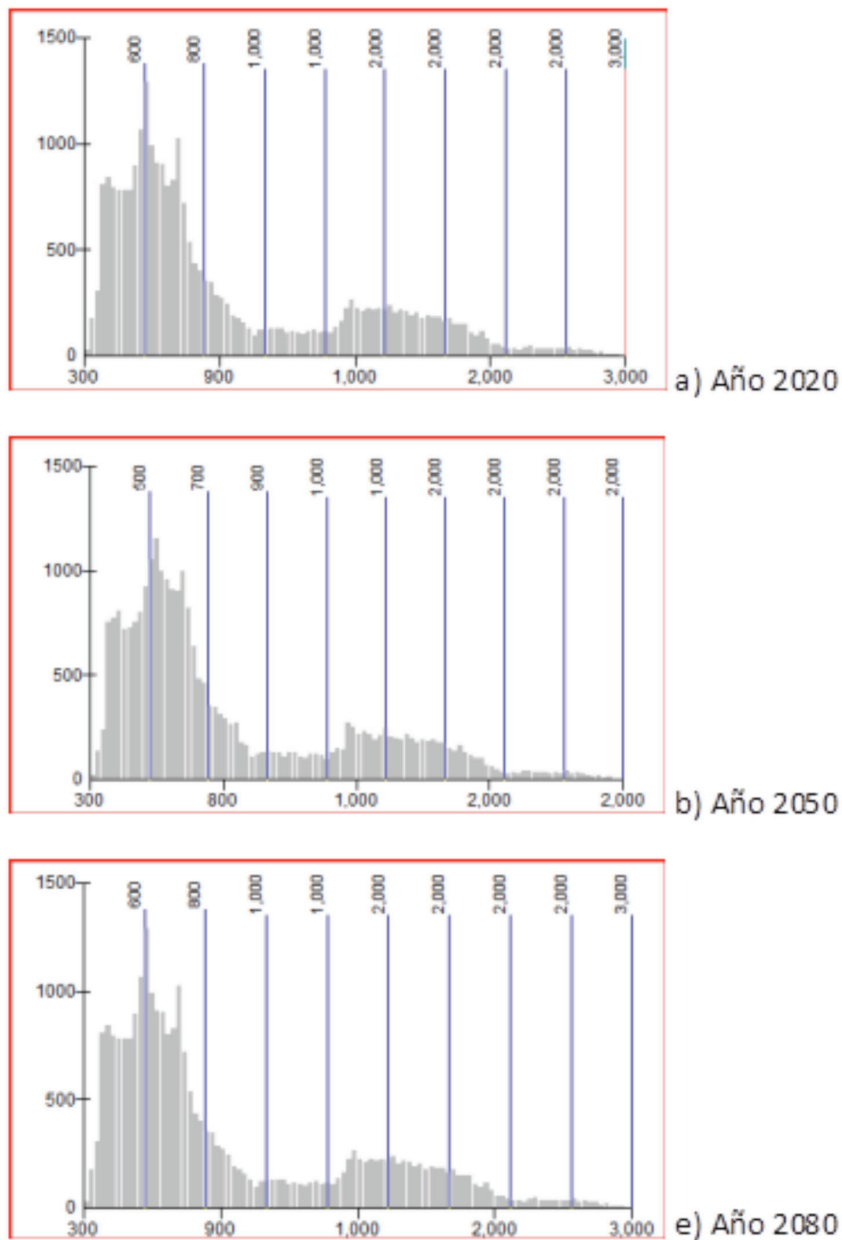
#### 5.5.4.1. Precipitación

Utilizando como línea base el año 2000, se encuentra que la precipitación promedio en el estado de Hidalgo para este escenario es más drástica que en el B2. Para el año 2020 se estima que el valor promedio de la precipitación anual es de 900 mm, con un máximo de precipitación de 3000 mm y una mínima de 300 mm (Figura 5.23.a). Se observa que las mayores pérdidas de precipitación ocurren en la región tropical del estado que se ubica en el noreste (Figura 5.24.a).

Para el año 2050 la estimación de la precipitación es de 800 mm con un valor máximo de 2000 mm y una mínima de 200 mm (Figura 5.23.b). Las mayores pérdidas de precipitación se tienen en las zonas tropicales del Estado y en el Valle del Mezquital (Figura 5.24.b).

Las proyecciones el año 2080 indican un comportamiento parecido al del año 2020 con una precipitación promedio al año de 900 mm, un valor máximo de 3000 mm y una mínima de 300 mm (figura 5.23.c). La tendencia de los años anteriores dentro del estado se intensifica (Figura. 5.24.c).



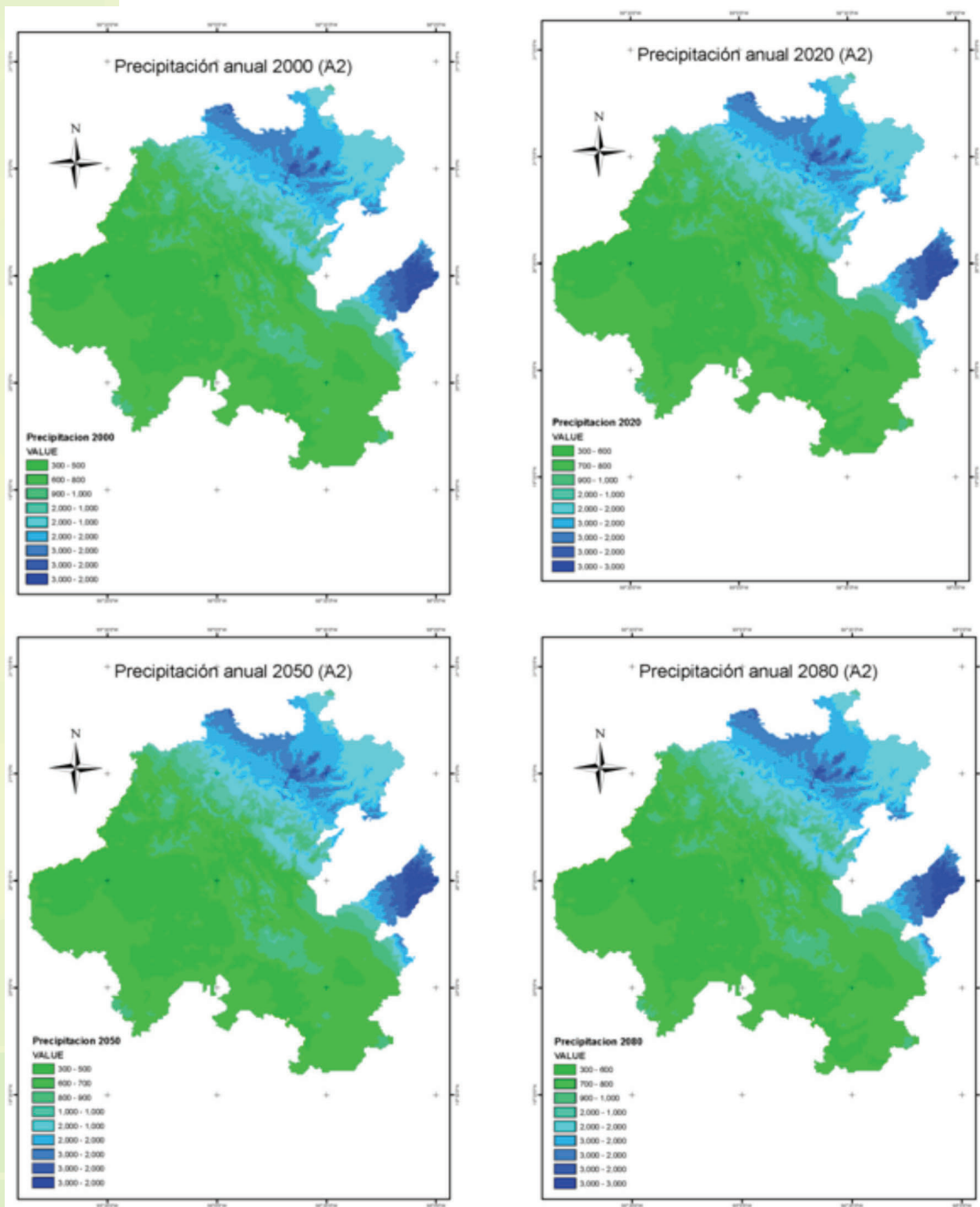


**Figura 5.23**

Distribución de frecuencias de los valores de precipitación utilizando el GCM Canadian Center for Climate Modeling and Analysis, bajo escenario A2

#### 5.5.4.1. Temperatura media anual

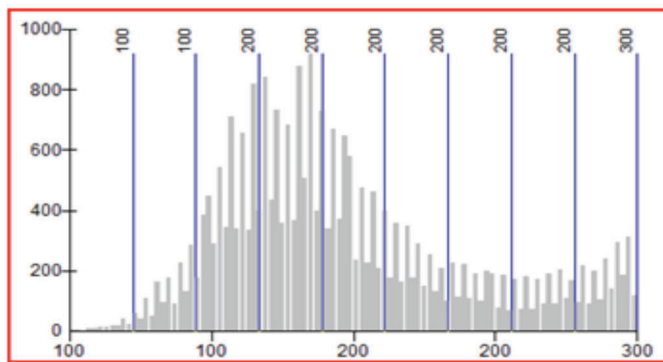
Utilizando la información para el año 2020 se estima que el promedio de la temperatura media anual dentro del Estado de Hidalgo sería de 20° C, con valores máximos de temperatura de 30° C y mínimas de 10° C (Figura 5.25.a). Las regiones del noreste dentro del Estado son las que mayor temperatura muestran y las regiones del sureste presentan las temperaturas más frías (Figura 5.26.a).



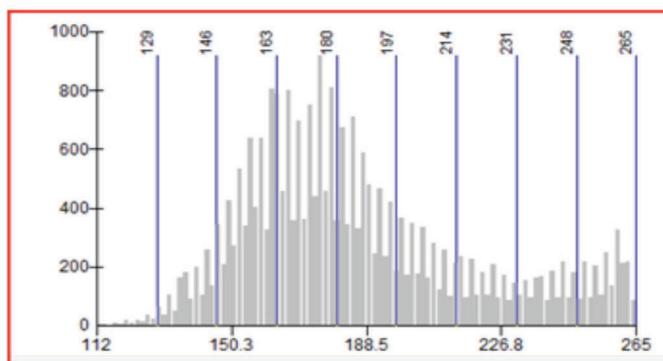
**Figura 5.24**

Mapas que muestran la precipitación media anual bajo un escenario de cambio climático tipo (A2)

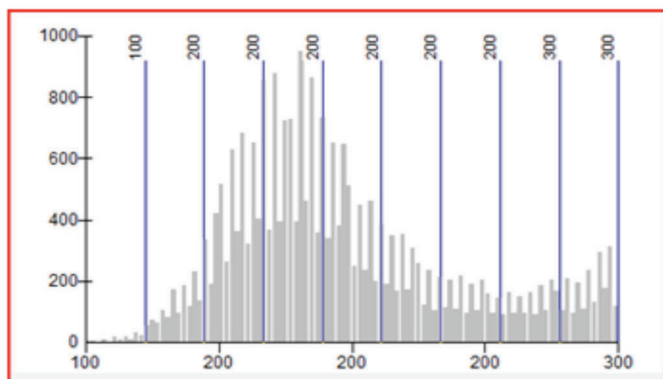
Para el año 2050 se estima que la temperatura dentro del Estado será de  $18.64^{\circ}\text{C}$ , con una máxima de  $26.5^{\circ}\text{C}$  y una mínima de  $11.2^{\circ}\text{C}$  (Figura 5.25.b) y se mantienen espacialmente las mismas tendencias en cuanto a la temperatura (Figura 5.26.b). Finalmente, en el año 2080 se estima que el incremento de la temperatura será de  $2.83^{\circ}\text{C}$  con respecto a la línea base (Figura 5.25.c), las temperatura máximas serán de  $30^{\circ}\text{C}$  y las mínimas de  $10^{\circ}\text{C}$ . El mapa se muestra en la figura 5.25. Tal y como se esperaba de este escenario, los efectos son mucho más drásticos que en el B2.



a) Año 2020



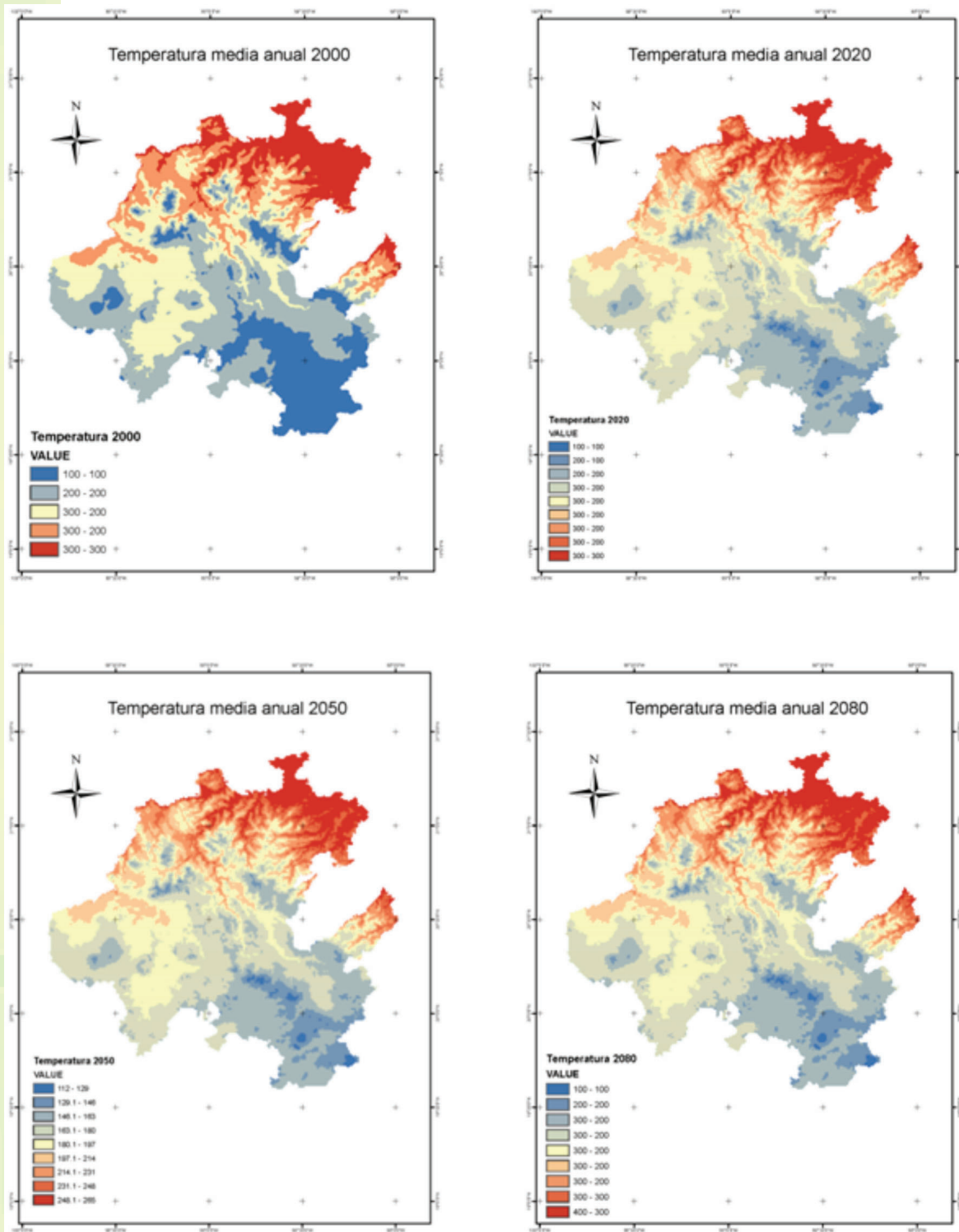
b) Año 2050



e) Año 2080

### Figura 5.25

Distribución de frecuencias de los valores de temperatura utilizando el GCM Canadian Center for Climate Modeling and Analysis, bajo escenario A2



**Figura 5.26**

Mapas que muestran la temperatura media anual bajo un escenario de cambio climático tipo (A2)

### 5.5.5. Consideraciones finales

Utilizando estos dos escenarios contrastantes del cambio climático, el B2 y el A2, se observa cambio muy importante en precipitación y temperatura dentro de los límites estatales. El escenario B2 indicó que la precipitación tenderá a fluctuar entre valores de 873 mm a 900 mm por debajo de la línea base del año 2000 (914.2 mm). En este escenario, el menos severo, habrá una disminución en la precipitación dentro del Estado de Hidalgo.

Las pérdidas en precipitación también se observan en el escenario A2 donde la precipitación fluctúa en un rango más amplio, entre los 800 mm y los 900 mm. En el mapa de la distribución espacial de la precipitación se observa que las mayores disminuciones se dan principalmente en las zonas de la Sierra Madre Oriental y en el Valle del Mezquital.

En cuanto a la temperatura, se observa que el escenario B2 estima un incremento de 1.7°C al 2080, mientras que para el escenario A2 se estimó en 2.85°C. Esta información puede ser de gran utilidad para evaluar la vulnerabilidad de algunos sectores y proponer medidas de adaptación.



## 5.6 Bibliografía

- Arntz W.E., y Fahrbech E. 1996. El Niño, experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 312 p.
- Ayllón T. 1996. Elementos de meteorología y climatología. Trillas, México. 197 p.
- Burn D.H., y Hag-Elnur M.A. 2002. Detection of hydrologic trend and variability. *Journal of Hydrology* 255:107-122.
- Castillo M., Pedernera P., y Peña E. 2003. Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA* 29:44-53.
- CBNDR (Capacity Building for Natural Disaster Reduction), RAPCA (Regional Action Program for Central America). 2003. Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca del Arenal de Montserrat.
- CENAPREP (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2008. Informe de la visita realizada a Tulancingo, Estado de Hidalgo, por las inundaciones causadas por el Huracán Dean. Secretaría de Gobernación, México.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2011. Glosario de términos. Disponible en <[http://www.cenapred.gob.mx /es/Glosario/Glosario\\_I.php](http://www.cenapred.gob.mx/es/Glosario/Glosario_I.php)>
- Delgadillo M.J., Aguilar O.T., y Rodríguez V.D. 1999. Los aspectos económicos y sociales de El Niño. 181-210 pp. En: Magaña Rueda V. O. (Edit.) *Los Impactos de El Niño en México*. Dirección de protección civil, Secretaría de Gobernación, México, D.F.

- Gama-Campillo, LM. (Coordinadora). 2008. Evaluación de la vulnerabilidad de los estados del sureste de México ante lluvias extremas debidas a la variabilidad y el cambio climático: Tabasco, estudio de caso. SEMARNAT, INE. 131 pp.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, 5ª edición. UNAM. México. 90 p.
- Garnica-Peña R. J. y Alcántara-Ayala I. 2004. Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 55: 23-45.
- García-Oliva F, Ezcurra E., y Galicia L. 1991. Pattern of rainfall distribution in the central pacific coast of México. *Geografiska Annaler* 73:3-4.
- Gergis J.L., y Fowler A.M. 2009. A history of ENSO events since A.D. 1525: implications for future climate change. *Climatic Change* 92:343-387.
- González-Ramírez L.M., Galicia L., y Gómez-Mendoza L. 2007. El efecto de El Niño (ENSO) en la presencia de incendios forestales extremos. Resúmenes de las comunicaciones de la IV Conferencia Internacional sobre incendios forestales. 13-17 mayo de 2007, Sevilla España.
- Lázaro Y.R., Rodrigo F.S., Gutiérrez L., Domingo, F., y Puigdefábregas J. 2001. Analysis of a 30-year rainfall in semi-arid Spain for implications on vegetation. *Journal of Arid Environments* 48: 373-395.
- Magaña V.O. 1998. Climatología de México. En: Los Impactos de El Niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. México.
- Magaña V., y Morales C. 1999. Introducción. 1-22 pp. En: Magaña Rueda V. O. (Edit.) Los Impactos de El Niño en México. Dirección de protección civil, Secretaria de Gobernación, México, D.F.
- Magaña V.O., Vazquez J.L., Pérez, J. L., y Pérez J.B. 2003. Impact of the Niño on precipitation in Mexico. *Geofísica International* 42:313-330.
- Monterroso Rivas A.I. (Ed.). 2009. El bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo: perspectivas ecológicas ante el cambio climático. Universidad Autónoma de Chapingo.
- OMM (Organización meteorológica mundial). 2006. Aspectos sociales y participación de los interesados en la gestión integrada de crecidas. Ginebra. Suiza. 96 pp.
- Page S.E., Siegert F., Rieley J.O., Boehm H.D.V., Jaya A., y Limin S. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61-65.
- Pavón N.P., y Meza-Sánchez M. 2009. Cambio climático en el estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas. *La Ciencia al Día* No. 16. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México.
- Pavón N.P., y Sánchez-Rojas G. 2011. El Niño y los incendios en matorrales semiáridos de México. En: Sánchez-Rojas, G., Ballesteros-Barrera, C., y Pavón N.P.



- (Editores). Cambio Climático: aproximaciones para el estudio de su efecto sobre la biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo 69-80 pp.
- Puig H.P. 1991. Vegetación de la Huasteca México, Estudio fitogeográfico y ecológico. Instituto de ecología, Xalapa, Veracruz, México.
- Saa A., Almorox J., y De Antonio R. 1994. Metodología para la elaboración de estudios aplicados de Climatología. E.T.S.I.A.
- Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T., y Amnell T. 2002. Detecting trends of annual value of atmospheric pollutants by Mann-Kendall test and Sen's slopes estimates – the Excel template application Makesens. Ilmanlaadun Julkaisuja publikationer omluftkvalitet. Publicatiions on air quality No. 31. Finnish Meteorological Institutte, Helsinki.
- Boxall AB, Hardy A, Beulke S, Boucard T, Burgin L, et al. 2009 Impacts of Climate Change on Indirect Human Exposure to Pathogens and Chemicals from Agriculture. *Environ Health Perspect* 117(4): 508-514
- Gitay, H., Suárez, A., Watson, R.T. y Dokken, D.J., (Eds) 2002. Climate change and biodiversity. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Hijmans, R.J. S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Holton, J. 2004. An introduction to dynamic meteorology, Fourth Edition, Elsevier Inc.
- Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K. (1996). Climate Change 1996. The Science of Climatic Change. Cambridge University Press, Cambridge, 572 pp.
- IPCC 2000. Escenarios de emisiones. Informe especial del Grupo de trabajo III del Intergovernmental Panel of Climate Change 27 pp.
- IPCC 2002. Cambio Climático y Biodiversidad. Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC Gitay, H., Suárez, A. Watson R. y Dokken D. (Editores).Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC. IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution Working Group I assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lawler, J. J. 2009. Climate Change Adaptation Strategies for Resource Management and Conservation planning. *New York Academy of Sciences* 1162:79-98.
- Lira, R., O. Téllez & P. Dávila 2009. The effects of climate change on the geographic distribution of Mexican wild relatives of domesticated Cucurbitaceae. *Genetic Resource and Crop Evolution* 56: 691-703.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37:637-669.



- Peterson, A. T., S. Menon, & X. Li. 2010. Recent advances in the climate changes, biology literature: describing the whole elephant. *Wires Climate Changes* 1:548-555.
- Tejeda-Martínez, A., Méndez-Pérez I. R. y E. Luyando-López 2011. Confort térmico humano en la megalópolis del valle de México hacia mediados del siglo XXI. In: Sánchez-Rojas, G., Ballesteros, B. C. & N. Pavón (Eds.) *Cambio Climático. Aproximaciones para el estudio de su efecto en la biodiversidad*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pp. 25-39.
- Téllez, O., Hutchinson, M.A., Nix H.A. & P. Jones 2011. Desarrollo de coberturas digitales climáticas para México. In: Sánchez-Rojas, G., Ballesteros, B. C. & N. Pavón (Eds.) *Cambio Climático. Aproximaciones para el estudio de su efecto en la biodiversidad*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pp. 25-39.
- Tremberth, K. V. 1995. *Climate system modeling*. Cambridge: University Press

# Capítulo 6



## Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en Hidalgo



### Presentación

Este apartado del estudio para crear el Programa Estatal de Acción ante el cambio climático del estado de Hidalgo, tienen dos planteamientos centrales. El primero se propone conocer qué sucedería con la composición de la población ante los cambios climáticos previstos para el estado de Hidalgo, el segundo se complementa al plantear una diversidad de ideas de cómo la población estaría dispuesta a desarrollar nuevas ideas e invertir para desarrollar las adaptaciones ante los retos que estos cambios le presentarán.

A su vez se parte de las condiciones actuales de la población, su composición sociodemográfica y su distribución en el territorio estatal. Lo que da cabida para hacer diversos planteamientos y escenarios sobre los probables impactos, cambios y transformaciones sobre la condición de vida de la sociedad humana. Este apartado parte de que lo humano es el factor fundamental de análisis, siendo el cambio climático el origen que generará todas las nuevas ideas y competencias que serán desarrolladas por los grupos sociales locales, para así mantener su condición humana.

Al partir de las condiciones actuales y hacer las proyecciones sobre el comportamiento de la sociedad, posibilitará desarrollar diversas acciones de intervención que de la posibilidad de fortalecer estos grupos humanos y así puedan enfrentar esos nuevos retos. Dada la gran complejidad y diversidad de la geografía, ambiente, economía y cultura del estado de Hidalgo, finalmente se propone la intervención por grandes regiones, ya que el comportamiento de los datos de los municipios se van agregando y conformando

bajo las mismas condiciones. Esto implica que esta etapa sólo tendremos panoramas amplios regionales sobre las condiciones de vulnerabilidad y los probables escenarios de adaptabilidad. Así como será el primer planteamiento metodológico para su posterior instrumentación y según sea la posibilidad de obtención de bases de datos. Con ello estaríamos creado el modelo multicorrelacional para la construcción de índices, para que a su vez se instrumente como coberturas de un SIG.

En esta etapa se han tomado los probables escenarios del cambio climático, la precipitación y temperatura. A partir de estas proyecciones se analizan las condiciones actuales, se elaboran escenarios hipotéticos y sustentados en una matriz actual de variables sobre la situación económica, social y cultural de las poblaciones asentadas en dichas zonas. Con ello se deducen las condiciones futuras a las que se enfrentarán dichas poblaciones y para ello se les otorga un rango de impacto. Este rango está configurado a partir de cómo los grupos humanos podrán enfrentar esos cambios, yendo de un impacto bajo, medio alto, alto y muy alto, y así configurar una idea de los niveles de vulnerabilidad. A la vez la forma probable de resolver los grandes problemas de adaptarse será baja, media alta, alta y muy alta. Estos rangos serán otorgados en base al comportamiento de los datos de las diversas variables que han sido localizados en diversas fuentes, siendo el INEGI y el CONAPO las principales, en sus Censos, Encuestas y diversas proyecciones ( para el caso de la población se tomaron la del CONAPO, que están proyectadas para el 2030, por año). En este caso las proyecciones se tomaron con la metodología del CONAPO y en base a los Censos del 2000, 2010 y Conteo de Población de 2005. Para el caso de los datos sobre agricultura, agua, energía, turismo, ingreso, salud, transporte, ganadería e industria, se tomaron de diversas fuentes y sistemas de información con que cuentan las diversas instituciones sectoriales.



### Bases teóricas y nota metodológica

La integración de este apartado tiene como ejes fundamentales la vulnerabilidad y la adaptabilidad, en la cual a su vez están integrados como categorías básicas la energía, el comportamiento agrícola, la situación de la ganadero, el agua en su relación con el consumo humano, las acciones sobre el sector económico del turismo, la salud pública sobre la población, los impactos y presión sobre transporte e industria así como las diversas relaciones que se establecen en los diversos sistemas de asentamientos humanos, en este caso para el estado de Hidalgo son sus sistemas de ciudades.

La relación básica que se establecerá es aquella que establece una relación entre las diversos cambios provocados a través del tiempo sobre determina-

das zonas y en temas de cambio climático (temperatura, lluvia) y su impacto sobre las poblaciones humanas que están actuando directamente en dichas zonas. En este caso se tiene que saber que ante cualquier cambio del clima tendrá un impacto directo sobre esos asentamientos humanos. Dichos impactos estarán en relación de las propias capacidades de los grupos humanos en afectación. Implicando una relación directa con estas posibilidades de adaptación, y según su propia composición de vulnerabilidad. Es decir, los grupos humanos están en condiciones de vulnerabilidad cuando se desbordan aquellas variables que mantenían bajo cierto control. Como es el caso de la siembra, la construcción, asentamientos, infraestructura, alimentación, enfermedades, abasto de agua limpia y sus sistemas productivos.

El marco de referencia de los criterios de vulnerabilidad y adaptabilidad ha estado normando y señalado en grandes líneas mediante organismos internacionales y nacionales, que a su vez han servido para el diseño de políticas públicas. A su vez de esta forma se logran establecer las consideraciones básicas en sus aspectos sociodemográficos, económicos, culturales y de gobernabilidad.

En forma general estos conceptos han estado en torno a ciertas ideas:

Adaptación se establece en relación con la respuesta positiva o negativa del cambio climático. En la cual se refiere a los diversos ajustes, pasivo, reactivo o anticipado de los grupos humanos para reaccionar a las consecuencias actuales y anticipadas con el cambio climático. De esta forma se reconoce la existencia del cambio climático como una realidad, que a su vez debe tener una intervención en sus consecuencias a través de las políticas públicas. La adaptación al cambio climático es la capacidad de los sistemas humanos y naturales para ajustarse, espontáneo u ordenadamente a los impactos climáticos adversos.

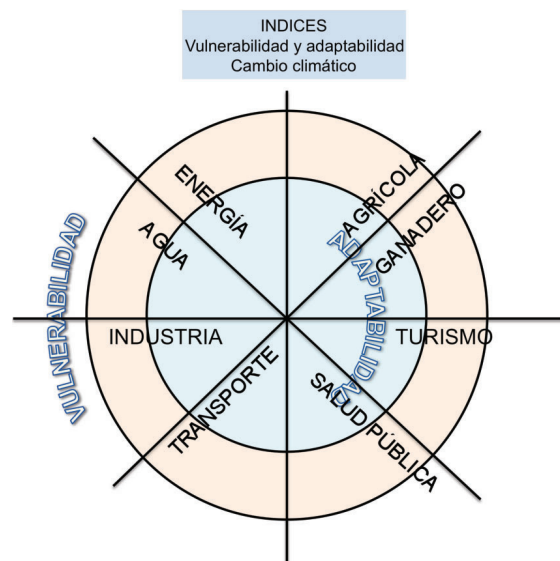
La vulnerabilidad es la situación en que un sistema natural o social es sensible a sufrir ciertos daños del cambio climático, por lo cual se deben establecer indicadores que muestren la capacidad de respuesta del cualquier sistema a los cambios climáticos. Los grados de respuesta de cualquier sistema se establecen como los efectos benéficos y dañinos.

Así, la capacidad de adaptación, en las cuales hacen ajustes a las prácticas, procesos o estructuras para contrarrestar el potencial de daño o tomar ventajas de oportunidades creadas por el cambio climático. Un sistema altamente vulnerable será aquel más sensible a ciertos cambios pequeños en el clima, incluyendo el potencial de los efectos dañinos, y por lo cual tienen restricciones de adaptación

La vulnerabilidad es aquella situación en la cual hay cierto grado para el cual una unidad se exposición es afectada de manera adversa como resultados de los efectos del clima. Esta tiene una fuerte relación entre los factores físicos con los sociales y económicos, los cuales según su propia relación determinan sus niveles de vulnerabilidad.

De esta forma la vulnerabilidad es esa probabilidad de que aquella comunidad que está expuesta a una amenaza natural, pueda sufrir daños humanos y materiales, según su propia fortaleza y fragilidad de los elementos que la constituyen como grupos humanos. Entre ellos su infraestructura, vivienda, unidades productivas, sistemas de protección, formas de instituciones y organización política y de gobernabilidad. Los niveles de daños marcan los niveles de vulnerabilidad. El tipo y caracterización de los daños en sí no son significativos, si no están en relación en cómo las sociedades dan respuesta a los daños y enfrentan los riesgos para recuperarse de los desastres, tanto en su organización social como en la fortaleza de su economía. O en todo caso en las propias probabilidades de genera ideas de prevención o respuesta ante los daños y las reducciones de los riesgos.

Bajo las condiciones de las Ciencias Sociales y sus métodos de creación de conocimiento de debe diseñar la vulnerabilidad y la adaptación en relación del tipo de indicadores que desarrolla. Así la adaptación son cierto conjunto de medidas asociadas o dirigidas a promover cambios, ajustes e innovación de nuevas metodologías y conocimientos. Y que mantienen una relación con el individuo, sus formas de vida, sistemas de producción, modelos de organización social y configuración de sistemas. La vulnerabilidad estará definida por las variables que actúan sobre el mejoramiento de las condiciones desfavorables en individuos, contextos, sectores y sistemas de organización social.



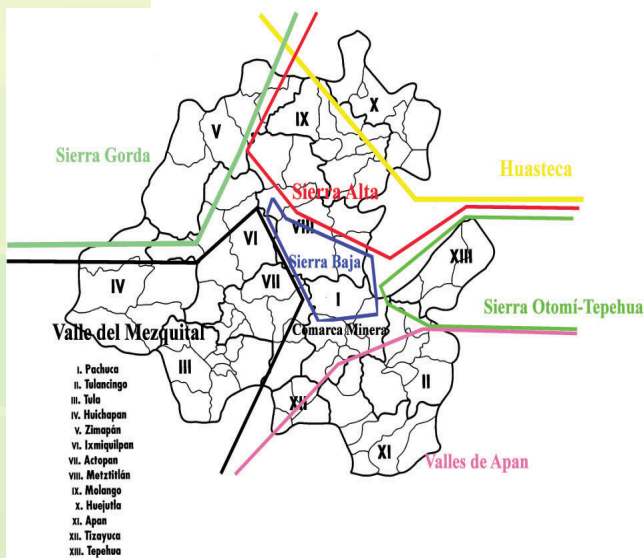
A su vez el desglose de la matriz por indicadores debe ser según los índices de mayor representación.

Índice	Temas de impacto	Factores de riesgo indicador
Vulnerabilidad	Energía	Uso dominante de energía Volúmenes de consumo Distribución geográfica por sector económico Acceso a uso de energías Producción de energía Tipo de energías producidas Energía per cápita
	Agrícola	Cambio y abandono en el tipo de cultivos Cambios en los volúmenes y rendimiento de producción PIB-sectorial Tendencias y Cambio en la PEA Migración Uso de agua-riego Plagas
	Ganadero	Cambio y abandono en la actividad Tipo de Actividad (Pastoreo-estabulada) Cambios en los volúmenes y rendimiento de producción PIB-sectorial Tendencias y Cambio en la PEA Migración Uso de agua-producción Enfermedades
	Agua	Variación de Volúmenes Tipo de consumo Fuentes de consumo Demanda de consumo Relación Volúmenes/Demanda Infraestructura y redes de distribución
	Turismo	Unidades productivas Distribución geográfica PEO-sector Perfiles del sector (tipo de servicios) Cobertura del servicio Distribución del Turismo ecológico
	Salud Pública	Características de enfermedades Distribución regional Nuevas enfermedades Cambios en la morbilidad
	Transporte	Demanda de servicio PEO del sector Volúmenes de impacto por tipo de energía Concentración de la demanda Tendencias para achicar la brecha de demanda Rezago del servicio
	Industria	Unidades productivas Sector secundario - ramos PEO Volúmenes de producción Distribución geográfica Zonas de especialidad Demanda de energía/tipo de industria
	Sistemas Humanos (ciudades)	Crecimiento de ciudades Redes de dependencia entre ciudades Nuevas Zonas Metropolitanas Retos de las ciudades Desplazamientos de población Integración regional y funcionamiento.

ADAPTABILIDAD	Rangos de Factores de riesgo	Localización de cada tema de impacto y evaluar composición a través de cuatro categorías. Localización de brechas Localización de factores de riesgo
	Gobernabilidad	Tipo de conflicto recurrente Evaluación de instituciones Cohesión social. Deterioro del tejido social.
	Capacidad de Organización	Nivel de organización administrativa. Estatal Municipal Localidad Iniciativas civiles
	Base de Recursos Sociales	Índice de desarrollo social Pobreza IDH Analfabetismo Capital social Experiencias regionales de movilidad social
	Base de Recursos Económicos	Composición de la población en cuanto Ingreso Marginación Índice Gini Índice de Desarrollo Humano (IDH) Competitividad
	Sistemas Humanos y distribución de la población	Crecimiento de las ciudades Migración de poblaciones Grandes problemas Brechas y oportunidades



### Delimitación de la zona



Se trata de analizar cuáles serían las implicaciones que se sufrirían en torno al cambio climático en el estado de Hidalgo, por lo cual éste incluye 84 municipios. De igual forma el estado se encuentra dividido en grandes zonas geoculturales, las cuales se da a través de la integración de diversos municipios que tienen proceso de identidad cultural semejantes, lo cual para este estudio es la forma metodológica de integración regional.



### Composición de las regiones afectación del cambio climático estado de Hidalgo

Región	Municipios	Municipio central
Huasteca	San Felipe Orizatlan Jaltocan Huazalingo Atlapexco Yahualica Huautla Xochiatipan	Huejutla de Reyes
Sierra Alta	Tlanchinol Calanali Lolotla Tepehuacan de Guerrero Tiangustengo Xochicoatlan San Agustín Mezquitlán Meztitlán Eloxochitlán Juárez Hidalgo Tlahuiltepa	Zacualipan de Ángeles Molango de Escamilla
Sierra Gorda	Pisaflores Chapulhuacan La Misión Pacula Nicolás Flores	Zimapán Jacala de Delezma
Valle del Mezquital	Cardonal Taxquillo Tecozautila Alfajayucán Nopala de Villagran Chapantongo Tepetitlán Tepeji del Río Atotonilco de Tula Atitalaquia Ajacuba Tlahuelilpan Tlaxcoapan Tetepango San Agustín Tlaxiaca El Arenal San Salvador Santiago de Anaya Santiago de Anaya Chilcuautla Progreso de Obregón Mixquiahuala de Juárez Francisco I. Madero Tezontepec de Aladama	Huichapan Ixmiquilpan Tula de Allende Actopan
Sierra Baja	Huasca de Ocampo Mineral del Chico Mineral del Monte Omitlán de Juárez	Atotonilco El Grande

Altiplano (Valle de Apan)	Almoloya Emiliano Zapata Tlanalapa	Tepeapulco Apan
Valle de Tulancingo	Acatlán Metepec Santiago Tulantepec Cuautepec de Hinojosa	Tulancingo de Bravo
Sierra Otomí-Tepehua	San Bartolo Tutotepec Huehuetla Acaxochitlán Agua Blanca	Tenango de Doria
Comarca Minera (Altiplano)	Mineral de la Reforma Epazoyucan Singuilucan Zempoala Villa de Tezontepec Tolcayuca Zapotlán de Juárez	Pachuca de Soto Tizayuca

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH. Generalmente se acostumbra integrar en una sola zona del Altiplano los diversos municipios que la integran, para este caso se ha encontrado que es mejor su separación, dado la composición actual de la región y la nueva lógica funcional de su población y economía.

La población que se verá afectada por lo proceso de cambio climático en el estado es de 2,665,018 habitantes (de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010), de los cuales el 52.2% 1,391,240 viven en localidades urbanas, es decir, localidades con más de 2500 habitantes y el 47.8% en localidades rurales (1,273, 778 habitantes). Y se tiene una distribución de la población en los 84 municipios de Hidalgo:

### Población total, edad mediana y relación hombres-mujeres por municipio de 2010

Municipio	Población total a/			Edad mediana b/			Relación hombres-mujeres	c/
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres		
Estado	2 665 018	1 285 222	1 379 796	25	24	26	93.2	
Acatlán	20 077	9 669	10 408	23	22	23	92.9	
Acaxochitlán	40 583	19 390	21 193	20	19	21	91.5	
Actopan	54 299	25 741	28 558	26	24	27	90.1	
Agua Blanca de Iturbide	8 994	4 294	4 700	24	23	24	91.4	
Ajacuba	17 055	8 375	8 680	27	26	28	96.5	
Alfajayucan	18 879	9 208	9 671	27	27	28	95.2	
Almoloya	11 294	5 593	5 701	25	24	26	98.1	
Apan	42 563	20 359	22 204	27	25	28	91.7	
Atitalaquia	26 904	13 253	13 651	27	26	27	97.1	

Atlapexco	19 452	9 370	10 082	25	24	26	92.9
Atotonilco de Tula	31 078	15 193	15 885	26	25	26	95.6
Atotonilco el Grande	26 940	12 776	14 164	25	24	26	90.2
Calnali	16 962	8 195	8 767	26	25	27	93.5
Cardonal	18 427	8 919	9 508	26	25	26	93.8
Chapantongo	12 271	6 044	6 227	29	29	29	97.1
Chapulhuacán	22 402	11 328	11 074	23	23	23	102.3
Chilcuautla	17 436	8 491	8 945	25	24	25	94.9
Cuautepec de Hinojosa	54 500	25 893	28 607	24	22	25	90.5
El Arenal	17 374	8 267	9 107	24	23	25	90.8
Eloxochilán	2 800	1 321	1 479	34	35	33	89.3
Emiliano Zapata	13 357	6 322	7 035	27	26	28	89.9
Epazoyucan	13 830	6 739	7 091	26	26	27	95.0
Francisco I. Madero	33 901	16 202	17 699	26	24	27	91.5
Huasca de Ocampo	17 182	8 261	8 921	23	22	24	92.6
Huautla	22 621	10 930	11 691	29	26	31	93.5
Huazalingo	12 779	6 295	6 484	22	20	23	97.1
Huehuetla	23 563	11 427	12 136	23	22	23	94.2
Huejutla de Reyes	122 905	60 254	62 651	23	22	24	96.2
Huichapan	44 253	21 176	23 077	26	26	27	91.8
Ixmiquilpan	86 363	40 740	45 623	24	23	25	89.3
Jacala de Ledezma	12 804	6 098	6 706	28	28	28	90.9
Jaltocán	10 933	5 416	5 517	25	25	26	98.2
Juárez Hidalgo	3 193	1 546	1 647	29	28	30	93.9
La Misión	10 452	5 147	5 305	26	25	26	97.0
Lolotla	9 843	4 831	5 012	24	24	25	96.4
Metepec	11 429	5 339	6 090	24	23	24	87.7
Metztlán	21 623	10 255	11 368	29	28	30	90.2
Mineral de la Reforma	127 404	60 921	66 483	26	25	27	91.6
Mineral del Chico	7 980	3 875	4 105	25	24	26	94.4
Mineral del Monte	13 864	6 599	7 265	27	25	28	90.8
Mixquiahuala de Juárez	42 834	20 483	22 351	26	25	26	91.6
Molango de Escamilla	11 209	5 519	5 690	26	26	27	97.0
Nicolás Flores	6 614	3 177	3 437	24	23	26	92.4
Nopala de Villagrán	15 666	7 689	7 977	29	29	29	96.4
Omitlán de Juárez	8 963	4 299	4 664	25	24	26	92.2
Pachuca de Soto	267 862	127 236	140 626	28	26	29	90.5
Pacula	5 049	2 354	2 695	27	25	28	87.4
Pisaflores	18 244	9 115	9 129	19	19	20	99.9
Progreso de Obregón	22 217	10 536	11 681	27	26	27	90.2

San Agustín Metzquitlán	9 364	4 480	4 884	29	29	30	91.7
San Agustín Tlaxiaca	32 057	15 597	16 460	25	25	26	94.8
San Bartolo Tutotepec	18 137	9 006	9 131	22	21	23	98.6
San Felipe Orizatlán	39 181	19 406	19 775	23	23	24	98.1
San Salvador	32 773	15 794	16 979	26	25	27	93.0
Santiago de Anaya	16 014	7 763	8 251	26	24	27	94.1
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	33 495	15 938	17 557	25	24	26	90.8
Singuilucan	14 851	7 252	7 599	25	24	26	95.4
Tasquillo	16 865	7 744	9 121	27	25	28	84.9
Tecozautla	35 067	16 658	18 409	25	24	25	90.5
Tenango de Doria	17 206	8 307	8 899	23	22	23	93.4
Tepeapulco	51 664	24 741	26 923	28	27	30	91.9
Tepehuacán de Guerrero	29 125	14 788	14 337	20	20	20	103.2
Tepeji del Río de Ocampo	80 612	39 569	41 043	25	25	26	96.4
Tepetitlán	9 940	4 830	5 110	29	27	30	94.5
Tetepango	11 112	5 465	5 647	26	25	27	96.8
Tezontepec de Aldama	48 025	23 622	24 403	25	24	25	96.8
Tiangustengo	14 037	6 853	7 184	24	23	25	95.4
Tizayuca	97 461	48 102	49 359	25	24	25	97.5
Tlahuelilpan	17 153	8 401	8 752	25	24	26	96.0
Tlahuiltepa	9 753	4 821	4 932	28	29	28	97.8
Tlanalapa	10 248	4 944	5 304	28	27	29	93.2
Tlanchinol	36 382	17 975	18 407	22	21	22	97.7
Tlaxcoapan	26 758	13 076	13 682	26	25	26	95.6
Tolcayuca	13 228	6 454	6 774	26	24	27	95.3
Tula de Allende	103 919	50 490	53 429	27	27	28	94.5
Tulancingo de Bravo	151 584	71 287	80 297	25	24	27	88.8
Villa de Tezontepec	11 654	5 732	5 922	25	24	26	96.8
Xochiatipan	19 067	9 364	9 703	20	19	22	96.5
Xochicoatlán	7 320	3 618	3 702	29	28	29	97.7
Yahualica	23 607	11 574	12 033	21	20	23	96.2
Zacualtipán de Ángeles	32 437	15 416	17 021	25	23	26	90.6
Zapotlán de Juárez	18 036	8 678	9 358	27	26	28	92.7
Zempoala	39 143	19 069	20 074	26	25	27	95.0
Zimapan	38 516	17 948	20 568	25	23	26	87.3

a. Incluye una estimación de 20 271 personas que corresponden a 6 757 viviendas sin información de ocupantes.

b. Edad que divide a la población en dos partes numéricamente iguales, esto es, la edad hasta la cual se acumula el 50% de la población total. Excluye a la población de edad no especificada.

c. Expresa el número de varones por cada 100 mujeres.

Fuente: INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. *Censo de Población y Vivienda 2010*. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (7 de marzo de 2011).



## Distribución de la población en el territorio de Hidalgo

En el estado hay 4,714 localidades de las cuales el 97% de ellas son rurales y el 3% son localidades urbanas con una concentración de 52.2% de la población.

El 65.5% del total de localidades de Hidalgo agrupan de 1 a 250 habitantes y todas éstas concentran solamente el 8.3% de la población total, 31.5% de las localidades van de 250 a 2,499 moradores y aglutinan el 39.5% de población; el 2.8% de las localidades tienen de 2,500 a 29,999 personas con el 33% de población y el resto el 0.2% de las localidades tienen de 30,000 a 499,999 individuos. Estas últimas representan sólo 6 localidades con una concentración del 19.2% de la población (511,220 residentes). Estas localidades que concentran el 19.2% de la población, son las ciudades más pobladas con entre 30,000 a 49,999 habitantes. Estas son las redes de ciudades que hay en Hidalgo, y que las conforman las cabeceras municipales de Tizayuca (43,250), Huejutla de Reyes(40,015), Ixmiquilpan (34,814) y Tepeji de Ocampo (34,151), las que tienen de 100,000 a 249,999 moradores en las que se encuentra Tulancingo (102,406) y una localidad de 250 mil a 499,999 habitantes que es la capital del estado, Pachuca de Soto (256,584 residentes).



## Poblaciones con más localidades

Los 6 municipios que más localidades tienen son Huejutla de Reyes (202), Zimapán (160), San Felipe Orizatlán (133), San Bartolo Tutotepec (128), Metztitlán (114) y Mineral de la Reforma (105). Los municipios con menos localidades Tetepango (6), Juárez Hidalgo (8), Emiliano Zapata (11), Zapotlán de Juárez, Tlaxcoapan y Tlahuelilpan con 12. De esto últimos implica una gran dispersión de su población a lo largo del territorio de cada Municipio. este elemento es de gran relevancia ante los impactos que se puedan tener ante el cambio climático, ya que los cambios que van a suceder en Hidalgo son recibidos en condiciones desventajosas por esa población, a la vez que encuentra dispersa en las zonas de mayor cambio, a pesar de ser pocos habitantes. Esta misma composición está sobre su economía, es decir se encuentran en condiciones de pobreza.

A su vez esta población ha tenido un desarrollo en sus diversos indicadores poblacionales.

**Principales indicadores demográficos de 2005 a 2010**

Indicador	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población a mitad del año	2 369 307	2 382 691	2 396 201	2 409 162	2 421 606	2 433 563
Hombres	1 147 195	1 150 686	1 154 350	1 157 755	1 160 935	1 163 897
Mujeres	1 222 112	1 232 005	1 241 851	1 251 407	1 260 671	1 269 666
Tasas de crecimiento (Porcentaje)						
Total	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Natural	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
Social	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Tasa de natalidad (Nacimientos por cada 1 000 habitantes)	19.6	19.3	19.0	18.7	18.4	18.2
Tasa bruta de mortalidad (Defunciones por cada 1 000 habitantes)	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3
Tasa global de fecundidad (Hijos nacidos vivos por mujer)	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
Esperanza de vida (Años)						
Total	74.2	74.5	74.7	74.8	75.0	75.1
Hombres	71.7	72.1	72.3	72.4	72.6	72.8
Mujeres	76.7	76.9	77.1	77.2	77.4	77.5

Nota: La información corresponde a estimaciones obtenidas por CONAPO.  
Fuente: CONAPO. Indicadores demográficos básicos 1990-2030.

**Hidalgo Indicadores demográficos 2005-2030**

Indicador	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Población a mitad de año	2369307	2433563	2486077	2527491	2556750	2569852
Hombres	1147195	1163897	1175543	1182656	1184997	1180591
Mujeres	1222112	1269666	1310534	1344835	1371753	1389261
Nacimientos	46466	44186	42290	40200	37660	34874
Defunciones	12167	12784	13948	15182	16764	18664
Crecimiento natural	34299	31402	28342	25018	20896	16210
Inmigrantes interestatales	15708	16138	16479	16727	16803	16768
Emigrantes interestatales	5805	5862	5821	5710	5516	5305
Migración neta interestatal	9903	10276	10658	11017	11287	11463
Migración neta internacional	-31242	-29965	-29652	-28867	-27827	-26930
Crecimiento social total	-21339	-19689	-18994	-17850	-16540	-15467
Crecimiento total	12960	11713	9349	7169	4356	743
Tasa bruta de natalidad*	19.61	18.16	17.01	15.91	14.73	13.57
Tasa bruta de mortalidad*	5.14	5.25	5.61	6.01	6.56	7.26
Tasa de crecimiento natural**	1.45	1.29	1.14	0.99	0.82	0.63
Tasa de inmigración interestatal**	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65

Tasa de emigración interestatal**	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21
Tasa de migración neta interestatal**	0.42	0.42	0.43	0.44	0.44	0.45
Tasa de migración neta internacional**	-1.32	-1.23	-1.19	-1.14	-1.09	-1.05
Tasa de crecimiento social total**	-0.90	-0.81	-0.76	-0.71	-0.65	-0.60
Tasa de crecimiento total**	0.55	0.48	0.38	0.28	0.17	0.03
Tasa global de fecundidad	2.23	2.06	1.97	1.91	1.88	1.87
Esperanza de vida total	74.17	75.14	75.84	76.78	77.66	78.51
Esperanza de vida hombres	71.69	72.77	73.55	74.51	75.42	76.30
Esperanza de vida mujeres	76.65	77.50	78.14	79.05	79.90	80.71
Tasa de mortalidad infantil*	18.73	15.43	13.01	10.92	9.16	7.66

\* Por mil  
\*\* Por cien

### Pobreza multidimensional México 2008

Indicadores de incidencia	Nacional		Hidalgo	
	Porcentaje	Millones de personas	Porcentaje	Millones de personas
<b>Pobreza multidimensional</b>				
Población en situación de pobreza multidimensional	44.2	47.19	56.4	1.36
Población en situación de pobreza multidimensional moderada	33.7	35.99	40.7	0.98
Población en situación de pobreza multidimensional extrema	10.5	11.20	15.6	0.38
Población vulnerable por carencias sociales	33.0	35.18	30.4	0.73
Población vulnerable por ingresos	4.5	4.78	3.3	0.08
Población no pobre multidimensional y no vulnerable	18.3	19.53	10.0	0.24
<b>Privación social</b>				
Población con al menos una carencia social	77.2	82.37	86.7	2.09
Población con al menos tres carencias sociales	30.7	32.77	39.8	0.96
<b>Indicadores de carencias sociales<sup>1</sup></b>				
Rezago educativo	21.7	23.16	23.9	0.58
Acceso a los servicios de salud	40.7	43.38	49.0	1.18
Acceso a la seguridad social	64.7	68.99	77.5	1.87
Calidad y espacios de la vivienda	17.5	18.62	21.8	0.52
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	18.9	20.13	26.1	0.63
Acceso a la alimentación	21.6	23.06	24.3	0.59
<b>Bienestar</b>				
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar	48.7	51.97	59.7	1.44
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	16.5	17.64	23.2	0.56

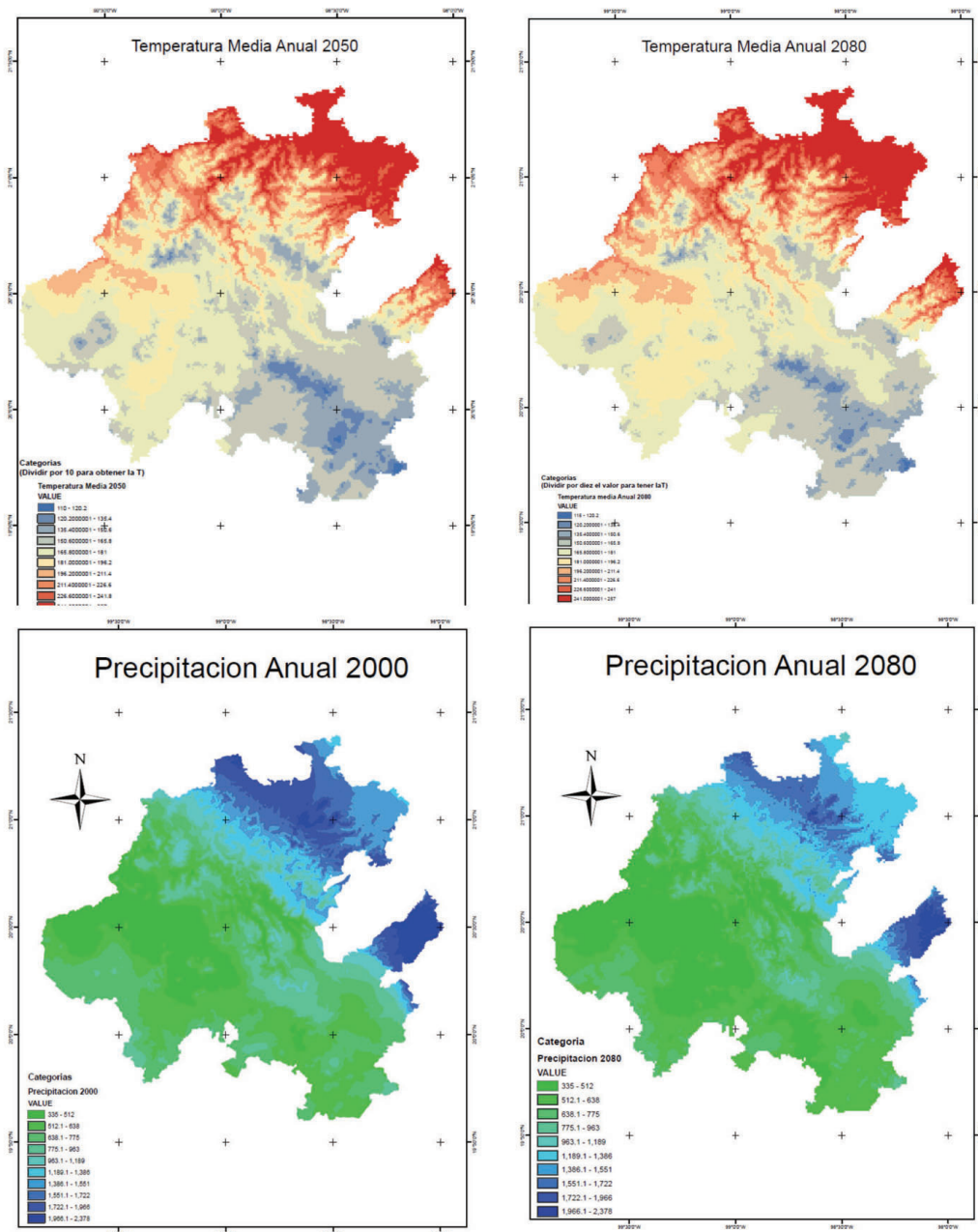
<sup>1</sup> Se reporta el porcentaje de la población con cada carencia social.  
Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2008.





## Población susceptible y residente en los lugares de impacto en el estado de Hidalgo

La localización de la población está en función del comportamiento climático en sus cambios. En este caso se consideran dos elementos de impacto, los cambios en temperatura y la precipitación de lluvias. En la cual las proyecciones presentan los siguientes resultados:



De esa forma la población afectada en este proceso de cambio climático esta bajo la siguiente categoría:

**Población total y relación hombres-mujeres por municipio que sufrirán algún tipo de impacto derivado del cambio climático**

Estado de Hidalgo Población al año 2010 Impacto climático al 2080							
Municipio	Población total a/			Precipitación	Temperatura		
	Total	Hombres	Mujeres				
Estado	2 665 018	1 285 222	1 379 796				
Acatlán	20 077	9 669	10 408	1		4	
Acaxochitlán	40 583	19 390	21 193	1		4	
Actopan	54 299	25 741	28 558	4		2B	
Agua Blanca de Iturbide	8 994	4 294	4 700	1		4	
Ajacuba	17 055	8 375	8 680	4		2B	
Alfajayucan	18 879	9 208	9 671	4		1B	
Almoloya	11 294	5 593	5 701	4		3	
Apan	42 563	20 359	22 204	4		3	
Atitalaquia	26 904	13 253	13 651	4		3	
Atlapexco	19 452	9 370	10 082	4		2B	
Atotonilco de Tula	31 078	15 193	15 885	2		1A	
Atotonilco el Grande	26 940	12 776	14 164	1		4	
Calnali	16 962	8 195	8 767	4		2B	
Cardonal	18 427	8 919	9 508	3		1A	
Chapantongo	12 271	6 044	6 227	4		1B	
Chapulhuacán	22 402	11 328	11 074	1		4	
Chilcuautla	17 436	8 491	8 945	4		2B	
Cuautepec de Hinojosa	54 500	25 893	28 607	3		1A	
El Arenal	17 374	8 267	9 107	4		2B	
Eloxochitlán	2 800	1 321	1 479	1		1A	
Emiliano Zapata	13 357	6 322	7 035	4		3	
Epazoyucan	13 830	6 739	7 091	4		2A	
Francisco I. Madero	33 901	16 202	17 699	4		2B	
Huasca de Ocampo	17 182	8 261	8 921	4		4	
Huautla	22 621	10 930	11 691	2		1A	
Huazalingo	12 779	6 295	6 484	1		1A	
Huehuetla	23 563	11 427	12 136	2		1A	
Huejutla de Reyes	122 905	60 254	62 651	2		1A	
Huichapan	44 253	21 176	23 077	4		1B	
Ixmiquilpan	86 363	40 740	45 623	4		1B	
Jacala de Ledezma	12 804	6 098	6 706	4		1A	

Jaltocán	10 933	5 416	5 517	1		1A	
Juárez Hidalgo	3 193	1 546	1 647	3		1B	
La Misión	10 452	5 147	5 305	1		1A	
Lolotla	9 843	4 831	5 012	3		4	
Metepec	11 429	5 339	6 090	1		1B	
Metztlán	21 623	10 255	11 368	1		1B	
Mineral de la Reforma	127 404	60 921	66 483	1		2B	
Mineral del Chico	7 980	3 875	4 105	4		3	
Mineral del Monte	13 864	6 599	7 265	4		1A	
Mixquiahuala de Juárez	42 834	20 483	22 351	1		2A	
Molango de Escamilla	11 209	5 519	5 690	1		1A	
Nicolás Flores	6 614	3 177	3 437	4		1B	
Nopala de Villagrán	15 666	7 689	7 977	4		2A	
Omitlán de Juárez	8 963	4 299	4 664	4		4	
Pachuca de Soto	267 862	127 236	140 626	4		4	
Pacula	5 049	2 354	2 695	4		1B	
Pisaflores	18 244	9 115	9 129	4		3	
Progreso de Obregón	22 217	10 536	11 681	4		1A	
San Agustín Metzquitlán	9 364	4 480	4 884	4		2A	
San Agustín Tlaxiaca	32 057	15 597	16 460	4		3	
San Bartolo Tutotepec	18 137	9 006	9 131	1		3	
San Felipe Orizatlán	39 181	19 406	19 775	3		1A	
San Salvador	32 773	15 794	16 979	4		2A	
Santiago de Anaya	16 014	7 763	8 251	4		1B	
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	33 495	15 938	17 557	4		3	
Singuilucan	14 851	7 252	7 599	4		3	
Tasquillo	16 865	7 744	9 121	4		1B	
Tecozautla	35 067	16 658	18 409	4		1B	
Tenango de Doria	17 206	8 307	8 899	3		1A	
Tepeapulco	51 664	24 741	26 923	4		3	
Tepehuacán de Guerrero	29 125	14 788	14 337	3		1A	
Tepeji del Río de Ocampo	80 612	39 569	41 043	4		2B	
Tepetitlán	9 940	4 830	5 110	4		2B	
Tetepango	11 112	5 465	5 647	4		2B	
Tezontepec de Aldama	48 025	23 622	24 403	4		2B	
Tianguistengo	14 037	6 853	7 184	4		1A	
Tizayuca	97 461	48 102	49 359	4		3	
Tlahuelilpan	17 153	8 401	8 752	4		2B	
Tlahuiltepa	9 753	4 821	4 932	3		1B	
Tlanalapa	10 248	4 944	5 304	4		3	

Tlanchinol	36 382	17 975	18 407	3		1A
Tlaxcoapan	26 758	13 076	13 682	4		2B
Tolcayuca	13 228	6 454	6 774	4		3
Tula de Allende	103 919	50 490	53 429	4		2A
Tulancingo de Bravo	151 584	71 287	80 297	1		4
Villa de Tezontepec	11 654	5 732	5 922	4		4
Xochiatipan	19 067	9 364	9 703	1		1A
Xochicoatlán	7 320	3 618	3 702	1		1A
Yahualica	23 607	11 574	12 033	2		1A
Zacualtipán de Ángeles	32 437	15 416	17 021	1		1B
Zapotlán de Juárez	18 036	8 678	9 358	4		3
Zempoala	39 143	19 069	20 074	4		3
Zimapán	38 516	17 948	20 568	4		1B

- a. Incluye una estimación de 20 271 personas que corresponden a 6 757 viviendas sin información de ocupantes.  
 b. Edad que divide a la población en dos partes numéricamente iguales, esto es, la edad hasta la cual se acumula el 50% de la población total. Excluye a la población de edad no especificada.  
 c. Expresa el número de varones por cada 100 mujeres.

Fuente: INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. *Censo de Población y Vivienda 2010*. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (7 de marzo de 2011). Elaboración propia, López S. Nov. 2011, con datos del grupo de investigación interdisciplinario UAEH.

En este caso se refiere a la población actual en una situación de cambio climático al 2080, en sus aspectos de temperatura y precipitación, los datos de población son en relación del año 2011.



## Localización de la población susceptible y residente de impacto en el estado de Hidalgo

### Proyecciones de población para el año 2020

#### Población total afectada por municipio ante el cambio climático estado de Hidalgo proyecciones 2020

Municipio		Precipitación	Temperatura
	2 527 491		
Acatlán	13 257	2	4
Acaxochitlán	31 130	2	4
Actopan	45 043	4	3
Agua Blanca de Iturbide	8 677	2	4
Ajacuba	17 966	4	3
Alfajayucan	12 277	4	2

Almoloya	11 418	4		4	
Apan	36 343	4		4	
Arenal, El	12 836	4		4	
Atitalaquia	35 174	4		3	
Atlapexco	23 405	4		2	
Atotonilco El Grande	17 360	2		4	
Atotonilco de Tula	32 272	4		3	
Calnali	15 675	4		2	
Cardonal	11 619	4		2	
Cuautepec de Hinojosa	40 792	2		4	
Chapantongo	11 620	4		3	
Chapulhuacán	15 911	4		2	
Chilcuautla	11 438	4		3	
Eloxochitlán	1 708	2		2	
Emiliano Zapata	12 472	4		4	
Epazoyucan	9 368	4		3	
Francisco I. Madero	25 157	4		3	
Huasca de Ocampo	11 661	4		4	
Huautla	22 652	3		2	
Huazalingo	15 721	2		2	
Huehuetla	20 145	3		2	
Huejutla de Reyes	150 388	3		2	
Huichapan	32 665	4		2	
Ixmiquilpan	54 538	4		2	
Jacala de Ledezma	8 929	4		2	
Jaltocán	11 202	2		2	
Juárez Hidalgo	2 127	4		2	
Lolotla	8 717	2		2	
Metepec	6 891	4		4	
San Agustín Metzquititlán	6 535	2		2	
Metztlán	16 551	2		2	
Mineral del Chico	5 435	2		3	
Mineral del Monte	8 595	4		4	
Misión, La	7 324	4		2	
Mixquiahuala de Juárez	36 710	2		3	
Molango de Escamilla	9 332	2		2	
Nicolás Flores	4 674	4		2	
Nopala de Villagrán	14 745	4		3	
Omitlán de Juárez	5 710	4		4	
San Felipe Orizatlán	46 017	4		4	
Pacula	3 028	4		2	

Pachuca de Soto	345 451	4		4	
Pisaflores	16 132	4		2	
Progreso de Obregón	16 486	4		3	
Mineral de la Reforma	149 859	4		4	
San Agustín Tlaxiaca	35 066	2		4	
San Bartolo Tutotepec	17 026	4		2	
San Salvador	21 393	4		3	
Santiago de Anaya	10 721	4		2	
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	34 919	4		4	
Singuilucan	9 924	4		4	
Tasquillo	11 323	4		2	
Tecozautla	23 321	4		2	
Tenango de Doria	11 579	4		2	
Tepeapulco	43 853	4		4	
Tepehuacán de Guerrero	32 279	4		2	
Tepeji del Río de Ocampo	72 864	4		3	
Tepetitlán	8 845	4		3	
Tetepango	11 959	4		3	
Villa de Tezontepec	17 083	4		3	
Tezontepec de Aldama	49 633	4		2	
Tianguistengo	14 400	4		4	
Tizayuca	86 148	4		3	
Tlahuelilpan	19 718	4		2	
Tlahuiltepa	7 080	4		4	
Tlanalapa	6 500	4		2	
Tlanchinol	37 718	4		3	
Tlaxcoapan	32 710	4		4	
Tolcayuca	12 730	4		3	
Tula de Allende	107 107	2		4	
Tulancingo de Bravo	133 354	4		4	
Xochiatipan	25 244	2		2	
Xochicoatlán	6 154	2		2	
Yahualica	31 451	3		2	
Zacualtipán de Angeles	25 297	2		2	
Zapotlán de Juárez	19 981	4		4	
Zempoala	34 458	4		4	
Zimapán	24 515	4		2	

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH. Con datos de proyección del CONAPO al 2005. Las diferencias de población con datos del Censo 2010 se deben a que las proyecciones contemplan la dinámica de migración, que en el periodo ha sido alta, así como las bajas tasas de crecimiento en la mayor parte de los municipios.



## Localización de la población susceptible y residente de impacto en el estado de Hidalgo

### Proyecciones de población para el año 2030

#### Población total afectada por municipio ante el cambio climático estado de Hidalgo proyecciones de población 2010-2020-2030

	Hidalgo	2010	2020	2030	Precipitación	Clima
		2 433 563	2 527 491	2 569 852		
13001	Acatlán	16 373	13 257	11 129	1	4
13002	Acaxochitlán	34 264	31 130	27 397	1	4
13003	Actopan	48 346	45 043	40 423	4	2B
13004	Agua Blanca de Iturbide	8 684	8 677	8 349	1	4
13005	Ajacuba	17 024	17 966	18 158	4	2B
13006	Alfajayucan	15 240	12 277	10 461	4	1B
13007	Almoloya	11 087	11 418	11 318	4	3
13008	Apan	38 940	36 343	33 020	4	3
13009	Arenal, El	14 557	12 836	11 021	4	3
13010	Atitalaquia	28 314	35 174	40 989	4	2B
13011	Atlapexco	20 500	23 405	25 687	2	1A
13012	Atotonilco El Grande	21 551	17 360	14 782	1	4
13013	Atotonilco de Tula	28 735	32 272	34 713	4	2B
13014	Calnali	16 066	15 675	14 771	3	1A
13015	Cardonal	14 405	11 619	9 853	4	1B
13016	Cuautepec de Hinojosa	44 750	40 792	36 150	1	4
13017	Chapantongo	11 684	11 620	11 137	4	2B
13018	Chapulhuacán	19 305	15 911	12 827	3	1A
13019	Chilcuautla	14 044	11 438	9 466	4	2B
13020	Eloxochitlán	2 138	1 708	1 498	1	1A
13021	Emiliano Zapata	12 576	12 472	11 990	4	3
13022	Epazoyucan	10 960	9 368	7 899	4	2A
13023	Francisco I. Madero	28 543	25 157	21 524	4	2B
13024	Huasca de Ocampo	14 196	11 661	9 469	4	4
13025	Huautla	22 975	22 652	21 597	2	1A
13026	Huazalingo	13 219	15 721	17 899	1	1A
13027	Huehuetla	22 415	20 145	17 538	2	1A
13028	Huejutla de Reyes	128 200	150 388	168 414	2	1A
13029	Huichapan	37 967	32 665	27 563	4	1B
13030	Ixmiquilpan	67 389	54 538	45 833	4	1B
13031	Jacala de Ledezma	11 024	8 929	7 490	4	1A
13032	Jaltocán	10 745	11 202	11 265	1	1A
13033	Juárez Hidalgo	2 608	2 127	1 755	3	1B
13034	Lolotla	9 429	8 717	7 841	1	1A



13035	Metepéc	8 499	6 891	5 766	3		4	
13036	San Agustín Metzquitlán	7 971	6 535	5 329	1		1B	
13037	Metztitlán	19 249	16 551	13 858	1		1B	
13038	Mineral del Chico	6 389	5 435	4 515	1		2B	
13039	Mineral del Monte	10 950	8 595	6 603	4		3	
13040	Misión, La	9 106	7 324	6 263	4		1A	
13041	Mixquiahuala de Juárez	38 164	36 710	34 011	1		2A	
13042	Molango de Escamilla	10 223	9 332	8 266	1		1A	
13043	Nicolás Flores	5 733	4 674	3 859	4		1B	
13044	Nopala de Villagrán	15 255	14 745	13 830	4		2A	
13045	Omitlán de Juárez	6 985	5 710	4 687	4		4	
13046	San Felipe Orizatlán	41 452	46 017	49 205	4		4	
13047	Pacula	3 799	3 028	2 793	4		1B	
13048	Pachuca de Soto	303 990	345 451	367 743	4		3	
13049	Pisaflores	17 183	16 132	14 650	4		1A	
13050	Progreso de Obregón	18 974	16 486	13 880	4		2A	
13051	Mineral de la Reforma	95 160	149 859	198 838	4		3	
13052	San Agustín Tlaxiaca	30 090	35 066	38 778	1		3	
13053	San Bartolo Tutotepec	17 899	17 026	15 652	3		1A	
13054	San Salvador	26 318	21 393	17 787	4		2A	
13055	Santiago de Anaya	13 085	10 721	8 759	4		1B	
13056	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	31 543	34 919	36 655	4		3	
13057	Singuilucan	12 159	9 924	8 173	4		3	
13058	Tasquillo	14 023	11 323	9 575	4		1B	
13059	Tecoautla	28 827	23 321	19 620	4		1B	
13060	Tenango de Doria	14 346	11 579	9 804	3		1A	
13061	Tepeapulco	48 650	43 853	38 640	4		3	
13062	Tepehuacán de Guerrero	29 245	32 279	34 262	3		1A	
13063	Tepeji del Río de Ocampo	71 909	72 864	71 361	4		2B	
13064	Tepetitlán	9 042	8 845	8 358	4		2B	
13065	Tetepango	10 572	11 959	12 901	4		2B	
13066	Villa de Tezontepec	12 823	17 083	20 999	4		2B	
13067	Tezontepec de Aldama	45 112	49 633	52 192	4		1A	
13068	Tiangüstengo	14 013	14 400	14 289	4		3	
13069	Tizayuca	66 750	86 148	102 169	4		2B	
13070	Tlahuelilpan	17 059	19 718	21 542	3		1B	
13071	Tlahuiltepa	8 633	7 080	5 770	4		3	
13072	Tlanalapa	7 979	6 500	5 376	3		1A	
13073	Tlanchinol	35 543	37 718	38 599	4		2B	
13074	Tlaxcoapan	27 608	32 710	36 843	4		3	
13075	Tolcayuca	12 265	12 730	12 769	4		2A	
13076	Tula de Allende	99 384	107 107	110 625	1		4	
13077	Tulancingo de Bravo	133 723	133 354	127 240	4		4	

13078	Xochiatipan	20 514	25 244	29 801	1		1A	
13079	Xochicoatlán	6 813	6 154	5 393	1		1A	
13080	Yahualica	25 309	31 451	37 309	2		1A	
13081	Zacualtipán de Angeles	26 250	25 297	23 558	1		1B	
13082	Zapotlán de Juárez	17 897	19 981	21 291	4		3	
13083	Zempoala	30 199	34 458	37 080	4		3	
13084	Zimapan	30 646	24 515	21 360	4		1B	

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH.  
Con datos de proyección del CONAPO al 2005.

A su vez las poblaciones existe una clara relación entre las poblaciones, sus culturas y las zonas de afectación del cambio climático, las cuales hasta el momento las podemos clasificar por regiones geoculturales. A su vez, desde el punto de vista natural y considerando las características de clima, suelo, geología, vegetación, etc., el estado se divide en ocho regiones naturales:

### Composición de la afectación del cambio climático estado de Hidalgo

Región	2020		2030	
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura
Huasteca	3	4	4	4
Sierra Alta	3	2	4	3
Sierra Gorda	3	2	4	3
Valle del Mezquital	2	3	3	4
Sierra Baja	2	2	3	3
Altiplano (Valle de Apan)	2	3	3	4
Valle de Tulancingo	2	2	3	3
Sierra Otomí-Tepehua	3	3	4	4
Comarca Minera	3	2	3	3

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH.  
Con base a la combinación de datos presentado en la matriz de variables.

En la cual el tipo de impacto está clasificado, según:

Clasificación	Rango	Color
Muy Alta	1	
Alta	2	
Media alta	3	
Baja	4	

### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población

Región	Estado de Hidalgo Energía									
	2020				2030				Rango	
	Rango de impacto		Rango de impacto		Rango de impacto		Factores de riesgo		Adaptabilidad	
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Vulnerabilidad	Adaptabilidad		
Huasteca	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Baja	Baja
Sierra Alta	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Baja	Baja
Sierra Gorda	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Baja	Baja
Valle del Mezquital	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Sierra Baja	Medio Alta	Medio Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Medio Alta	Medio Alta	Baja	Baja
Altiplano (Valle de Apan)	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Sierra Oromí-Tepehua	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta	Media Alta

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población

Región	Estado de Hidalgo Agrícola				RANGO	
	2020		2030		Factores de riesgo	Adaptabilidad
	Rango de impacto Precipitación	Rango de impacto Temperatura	Rango de impacto Precipitación	Rango de impacto Temperatura		
Huasteca	Alto	Bajo	Muy Alto	Muy Alto	MUY ALTA Concentración de población y viviendas en derredor de los ríos. Alto uso de los flujos de agua para consumo humano, agricultura y desechos. Variación de la precipitación, inundación de los poblados bajos. Reducción de las unidades productivas. Bajo rendimiento. Incremento de plagas. Crecimiento de la migración. Cambio de cultivos, menos a más rentables. Ampliación de potreros. Cultivos afectados: maíz, frijol, frutos, café, cítricos. Reducción de cultivos de riego. Rápido crecimiento y cambio en usos del suelo, de agrícola a habitacional. Proceso rápido de urbanización. Concentración en Huejutla de servicios. Atlapexco, Yahualica mayores pérdidas.	BAJA Baja escolaridad Bajos ingresos Trabajos precarios Migración media Alta y muy alta marginación Pobreza alta (Alimentación, capacidades, patrimonio). Alta concentración de población indígena (Nahuas). Bajo IDH. Altos niveles de analfabetismo. Desplazamiento de la población hacia Veracruz. Concentración hacia trabajos precarios en sector terciario. Altas tasas de fecundidad. Economía sustentada en programas sociales. Crecimiento de núcleos poblacionales sin control. Huejutla presenta gran movimiento intermunicipal y concentra recursos.

Sierra Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	MUY ALTA Pérdida de todos los cultivos por inundaciones. Antecedentes de permanentes inundaciones, crecimiento de la laguna de Mezititlan. Altos volúmenes de agua en la Barranca de Mezititlan. Reducción de cultivos de maíz. Cambio en el uso de suelo y procesos de urbanización (Calnali, Zacualtipan, Lolotla, Molango). Altas tasas de crecimiento.	BAJA Polarización de la zona, centros económicos fuertes (Zacualtipan, Molango), y alta marginación (Tianguistengo, Calnali, Tlahuiltepan, tepehuacan de Gro.). Población indígena Nahua en condiciones de alta dispersión. Poblados con pocos habitantes y sin medios ni infraestructura de comunicación. Economía heterogénea industrial, rural, de servicios, y con fuerte dependencia de programas sociales gubernamentales.
Sierra Gorda	Baja	Alta	Alta	Muy Alta	MUY ALTA Pérdida total de las actividades agrícolas, bajos rendimientos de los cultivos tradicionales, abandono de las huertas de café, desaparición de pequeños poblados.	BAJA Pérdida de población por desplazamientos locales e intensificación de migración internacional. Despoblamiento de Pacula, la Misión y Jacala. Concentración e Integración hacia Zimapan de la población. Segmentación de la población en mujeres, niños y adultos mayores. Altas tasas de migración, marginación y pobreza, bajos IDH. Economía sustentada en remesas. Integración tardía de Pisaflores y Chapulhuacan.

294	Valle del Mezquital	Baja	Alta	Alta	Muy Alta	MUY ALTA Alta concentración de actividades agrícolas, apertura de nuevas tierras de cultivo, ampliación de la zona de riego, crecimiento de cultivos desertificados. Deterioro de suelos y cambios en usos. Pérdida de cultivos por zonas industriales. Ampliación de cultivos de forraje y de consumo humano. Riego intenso con agua residual.	BAJA Altas tasas de migración, fuertes recursos económicos agrícolas, economía compleja sustentada en remesas, programas gubernamentales, y sector servicios. Población segmentada en sus grupos de edad. Zonas de pobreza patrimonial. Trabajos agrícolas precarios. Integración intermunicipal en Ixmiquilpan. Tula rector metropolitano del sector secundario, con intercambio agrícola.
	Sierra Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	MEDIA ALTA Pérdida de cultivos de maíz (Atotonilco). Reducción de potreros. Reducción de unidades de producción de semilla, flores y árboles para replantar (Mineral del Chico). Cambios de cultivos a más rentables. Ampliación de centros poblacionales y de vivienda. Cambio en usos de suelo. Ampliación de siembras de temporal y reducción de riego (Huasca, Omiltilan, Mineral de Chico).	BAJA Índices medios de marginación, población en proceso de urbanización. Economía terciaria del sector turismo con bajos ingresos (Huasca, Omiltilan, El Chico). Procesos de migración intermunicipal y consolidación de la internacional. gran dispersión de la población en pequeños poblados (Huasca, Atotonilco).
	Altiplano (Valle de Apan)	Baja	Alta	Alta	Alta	MEDIA ALTA Pérdida de cultivos, reducción de zonas de cebada, pérdida del cultivo de maíz y avena. Abandono de cultivos. Deterioro de suelos, intensidad en heladas, pérdida de riego temporal.	ALTA Ingreso medio, concentración en actividades secundarias, desplazamiento intermunicipal de la población, fuerte segmento poblacional laboral. IDH medio, bajas tasas de marginación, pobreza media. Apan y Tepeapulco (Cdad. Sahagún) ejes rectores de la economía.

Valle de Tulancingo	Baja	Alta	Muy Alta	Alta	MEDIA ALTA Reducción de zonas de cultivo para forraje, desplazamiento en usos de suelo de agrícola-rural a urbano. Reemplazo de cultivos por vivienda.	ALTA Integración de zona metropolitana con 5 municipios. Bajos índices de pobreza, marginación y alto IDH. Concentración de salarios medios. Secundarias y terciarias. Baja migración, gran desplazamiento intermunicipal.
Sierra Otomi-Tepehua	Alta	Alta	Muy Alta	Alta	MUY ALTA Cambios en los cultivos, pérdida de huertas de café, remplazo por maíz, frijol y potreros. Migración de la población hacia Tenango de Doria, Tulancingo. Pachuca, México y EEUU. Concentración de la pobreza en San Bartolo y Huehuetla. Pérdida de espacio en Huehuetla, crecimiento del río.	BAJA Altos índices de pobreza, muy bajo IDH, concentración de muy alta marginación, analfabetismo y población indígena (Otomi). Bajos salarios y trabajos precarios. Alta concentración en actividades agrícolas. Índices concentrados en San Bartolo y Huehuetla
Comarca Minera	Alta	Baja	Alta	Alta	MEDIA ALTA Desaparición de la producción agrícola. Uso de suelo urbano.	ALTA Terciarización de la economía, con especialización en el sector servicios y comercio. Alta concentración de recursos humanos, tecnológicos y económicos, privados y públicos. Pachuca rector de la dinámica metropolitana. Zona integrada a la dinámica metropolitana del centro del país. Gran intercambio intermunicipal e interestatal. Bajas tasa de marginación, pobreza, alto IDH. Concentración de los poderes administrativos

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH



### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población

REGIÓN	Estado de Hidalgo Ganadero						Factores de riesgo	Adaptabilidad
	2020		2030		RANGO			
	Rango de impacto		Rango de impacto		Factores de riesgo			
Huasteca	Precipitación	Alta	Precipitación	Muy Alta	Vulnerabilidad	MUY ALTA	<p>BAJA</p> <p>Baja escolaridad</p> <p>Bajos ingresos</p> <p>Trabajos precarios</p> <p>Migración media</p> <p>Alta y muy alta marginación</p> <p>Pobreza alta</p> <p>(Alimentación, capacidades, patrimonio). Alta concentración de población indígena (Nahuas). Bajo IDH. Altos niveles de analfabetismo. Desplazamiento de la población hacia Veracruz. Concentración hacia trabajos precarios en sector terciario. Altas tasas de fecundidad. Economía sustentada en programas sociales. Crecimiento de núcleos poblacionales sin control. Huejutla presenta gran movimiento intermunicipal y concentra recursos. Dificultades para hacer una redistribución de potros o centros de producción por escases de espacios. Baja experiencia en el manejo de desastres.</p>	
	Temperatura	Alta	Temperatura	Muy Alta	Vulnerabilidad	<p>Fuerte escases de pastos y agua. Reducción de espacios de pastoreo. Cambios en el uso de suelo por procesos de urbanización. Altos costos de producción. Paso de explotación extensiva a estabulada. Incremento de costos y problemas de sanidad y transporte. Reducción de fuentes de agua. Difícil acceso a tecnologías de la actividad.</p>		

Sierra Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	MUY ALTA Reducción de potreros, baja producción de pastos, reducción de volúmenes de agua, incremento de enfermedades. Baja de producción por pastoreo. Reducción de la actividad por bajo rendimiento. Debilidad por falta de diversidad. Actividad de subsistencia.	BAJA Polarización de la zona, centros económicos fuertes (Zacualtipan, Molango), y alta marginación (Tlanguistengo, Calnali, Tlahuiltepan, tepehuacan de Gro.). Población indígena Nahuatl en condiciones de alta dispersión. Poblados con pocos habitantes y sin medios ni infraestructura de comunicación. Economía heterogénea industrial, rural, de servicios, y con fuerte dependencia de programas sociales gubernamentales. Sector débil por el poco aporte de la actividad al PIB estatal.
Sierra Gorda	Bajo	Bajo	Alta	Alta	ALTA Pérdida total de la actividad, reducción de potreros y unidades productivas, bajo rendimiento. Orientación de la actividad a la producción de autoconsumo en especies menores. Escases de agua, incremento de enfermedades. Pocos recursos de transporte, falta de infraestructura. Incremento de costos en el manejo de la actividad.	BAJA Pérdida de población por desplazamientos locales e intensificación de migración internacional. Despoblamiento de Pacula, la Misión y Jacala. Concentración e Integración hacia Zimapan de la población. Segmentación de la población en mujeres, niños y adultos mayores. Altas tasas de migración, marginación y pobreza, bajos IDH. Economía sustentada en remesas. Integración tardía de Pisaflores y Chapulhuacán. Poca experiencia en el manejo de la actividad (Pacula, La Misión). Poco aporte al sector de la economía. Falta de instituciones de control sanitario.

Valle del Mezquital	Baja	Baja	Alta	Alta	BAJA Experiencia en el manejo de la actividad. Fácil acceso a mercados. Integración a cadenas productivas de forraje. Escases de aguas limpias. Especialización en la en producción de pocos tipos de especies. Reducción de áreas de producción. Cambios en el uso de suelo. Reducción de la productividad.	ALTA Altas tasas de migración, fuertes recursos económicos agrícolas, economía compleja sustentada en remesas, programas gubernamentales, y sector servicios. Población segmentada en sus grupos de edad. Zonas de pobreza patrimonial. Integración intermunicipal en Ixmiquilpan. Tula rector metropolitano del sector secundario, con intercambio agrícola. Reducción de la PEA que se dedica a la actividad y su remplazo rápido a otros sectores. Apertura de nuevos mercados.
Sierra Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	MEDIA ALTA Experiencia en el manejo de la actividad. Fácil acceso a cadenas productivas de forraje a costos medios. Escases de agua. facilidad en la diversificación en la producción de tipos de especies. Fácil acceso a la tecnología de la actividad. Reducción de áreas de producción. Cambios en el uso de suelo. Reducción de la productividad e incremento de costos.	BAJA Índices medios de marginación, población en proceso de urbanización. Economía terciaria del sector turismo con bajos ingresos (Huasca, Omitlan, El Chico). Procesos de migración intermunicipal y consolidación de la internacional. gran dispersión de la población en pequeños poblados (Huasca, Atotonilco).

Altiplano (Valle de Apan)	Baja	Alta	Alta	Alta	MEDIA ALTA Desaparición de la actividad. Reducción de zonas de pastoreo. Escases de agua. Altos costos de producción. Actividad orientada al autoconsumo y en especies menores.	BAJA Ingreso medio, concentración en actividades secundarias, desplazamiento intermunicipal de la población, fuerte segmento poblacional laboral. IDH medio, bajas tasas de marginación, pobreza media. Apan y Tepeapulco (Cdad. Sahagún) ejes rectores de la economía. Desaparición de PEA de la actividad. Reemplazo de los productos por mercados cercanos y a bajos costos.
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	ALTA Reducción de la actividad por crecimiento de la población y cambios en el uso de suelo. Crecimiento de los costos de producción. Falta de diversificación de la producción. Reemplazo de productos por mercados cercanos. Cambios en el mercado laboral. Escases de agua. Altos costos para el control de desechos. Incremento de costos por control sanitario animal. Baja calidad de los productos animales.	ALTA Integración de zona metropolitana con 5 municipios. Bajos índices de pobreza, marginación y alto IDH. Concentración de salarios medios. Concentración en Actividades Secundarias y terciarias. Baja migración, gran desplazamiento intermunicipal. Acceso a mercados de productos similares a costos medios. Reducción de la actividad y reemplazo por nuevas.

Sierra Otomí-Tepehua	Baja	Baja	Alta	Alta	ALTA Desaparición de la actividad y mantenimiento de especies menores para autoconsumo. Reducción de potreros y de la producción de pastos. Reducción de la calidad productiva por enfermedades, falta de agua. falta de introducción de nuevas tecnologías de la actividad. Falta de control sanitario.	BAJA Altos índices de pobreza, muy bajo IDH, concentración de muy alta marginación, analfabetismo y población indígena (Otomí). Bajos salarios y trabajos precarios. Alta concentración en actividades agrícolas. Índices concentrados en San Bartolo y Huehuetla. Nulos recursos de inversión para mejorar el sector. Dependencia fuerte a las fuentes de financiamiento gubernamental. Aislamiento regional y falta de acceso a mercados. Falta de infraestructura de caminos y transporte. Falta de instituciones de control sanitario.
Comarca Minera	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	MEDIA ALTA Desaparición de la producción ganadera. Alta concentración de uso de suelo urbano.	ALTA Terciarización de la economía, con especialización en el sector servicios y comercio. Alta concentración de recursos humanos, tecnológicos y económicos, privados y públicos. Pachuca rector de la dinámica metropolitana. Zona integrada a la dinámica metropolitana del centro del país. Gran intercambio intermunicipal e interestatal. Bajas tasa de marginación, pobreza, alto IDH. Concentración de los poderes administrativos. Instituciones de control animal. Acceso a Nuevos mercados y remplazo de la actividad. Desplazamiento de la actividad a otras zonas.

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAIEH

**Composición de la afectación del cambio climático sobre la población**

Región	Estado de Hidalgo Agua				Factores de riesgo	Adaptabilidad	
	2020		2030				Vulnerabilidad
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura			
Huasteca	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta Reducción de volúmenes de las fuentes de abasto. Crecimiento de la demanda. Explotación irracional. Falta de obras de almacén, distribución y planeación del abasto. Creación de nuevos centros habitacionales y urbanización de localidades. Falta de recuperación de aguas residuales. Reducción de la calidad para consumo humano.	Baja Falta de recursos de inversión para mejorar sistema de almacén, distribución y abasto. Agotamiento de las fuentes de abasto. Alto crecimiento de la población. Cambios en el uso de suelo y construcción habitacional en zonas de captura. Falta de experiencia en el campo de manejo de agua. Ausencia de instituciones de administración de agua. Falta de cultura de uso y manejo de agua.	
Sierra Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta Reducción de volúmenes de agua en zonas más altas. Pérdida de captación en zonas montañosas. Reducción de fuentes de consumo humano. Incremento en los costos del agua (horas para obtenerla). Incremento en los niveles de agua en las zonas bajas con inundación de zonas habitables y de producción agrícola.	Baja Economía limitada, baja inversión pública del sector, desdoblamiento por procesos de migración. Dispersión de la población en pequeñas comunidades. Altos niveles de pobreza y marginación. Concentración media de población indígena. Poco infraestructura de redes de abasto. Deterioro de los medios de comunicación e infraestructura carretera.	

Sierra Gorda	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	<p>Muy Alta</p> <p>Agotamiento de las fuentes principales de agua. Reducción de volúmenes de abasto.</p>	<p>Baja</p> <p>Grandes distancias entre las fuentes y las poblaciones. Deterioro de la infraestructura de abasto. Altos índices de migración, pobreza y marginación. Deterioro de la infraestructura carretera. Economía de subsistencia, con apoyos gubernamentales y remesas.</p>
Valle del Mezquital	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	<p>Alta</p> <p>Reducción de la calidad de agua para consumo humano. Desaparición de agua limpias y mezcla con aguas residuales. Contaminación y desaparición de las fuentes originales de consumo humano. Apertura de nuevas tierras de cultivo y de canales de agua residual. Intensificación de las actividades agrícolas y apertura de nuevos canales de riego. Se mantiene el modelo de compartir la vivienda con el riego de agua residual y los cultivos. Desertificación de suelos, cultivos, infraestructura de riego. Conflicto permanente en la distribución de agua residual para riego, entre el productor y la administración.</p>	<p>Media Alta</p> <p>Gran capacidad económica. Índices de pobreza y marginación media. Alta capacidad de organización. Fuerte inversión pública y de remesas. Fuerte cultura de desastres y experiencia con resiliencia ante condiciones ambientales y económicas. Importante infraestructura de comunicaciones y transporte.</p>





Sierra Otomí-Tepehua	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Reducción de volúmenes de las fuentes de abasto. Explotación irracional. Falta de obras de almacén, distribución y planeación del abasto.	Baja Grandes distancias entre las fuentes y las poblaciones. Falta de infraestructura de abasto. Altos índices de migración, pobreza y marginación. Deterioro de la infraestructura carretera. Economía de subsistencia, con apoyos gubernamentales. Gran dispersión de la población en zonas inaccesibles y con localidades poco pobladas.
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Reducción de volúmenes de las fuentes de abasto. Crecimiento de la demanda. Explotación irracional y pérdidas de flujo. Falta de obras de almacén, mala distribución y planeación del abasto. Poca tecnología aplicada para el desarrollo de redes y abasto. Desarrollo de nuevos centros habitacionales con integración y urbanización de localidades cercanas (conurbación). Falta de recuperación de aguas residuales. Reducción de la calidad para consumo humano.	Media Alta Concentración de recursos en red de ciudades (Pachuca, Mineral de la Reforma). Economía secundaria (industria) y terciaria (servicios, comercio, administración) en desarrollo. Concentración de altos y medios Ingresos. Índices bajos de marginación y pobreza baja. Buena infraestructura carretera e integración a las zonas metropolitanas (Valle de México). Marcada Población urbana. Centro dinámico de desarrollo regional-Estatal

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

**Composición de la afectación del cambio climático sobre la población**

Región	Estado de Hidalgo Turismo						RANGO	
	2020			2030			Factores de riesgo	
	Rango de impacto			Rango de impacto			Vulnerabilidad	Adaptabilidad
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura		
Huasteca	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja
Sierra Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja
Sierra Gorda	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja
Valle del Mezquital	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta
Sierra Baja	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media Alta
Altiplano (Valle de Apan)	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Baja
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta
Sierra Otomí-Tepehua	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

**Composición de la afectación del cambio climático sobre la población**

Región	Estado de Hidalgo Salud Pública								
	2020				2030				RANGO
	Rango de impacto		Rango de impacto		Rango de impacto		Factores de riesgo		
Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Vulnerabilidad	Adaptabilidad		
Huasteca	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Sierra Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Sierra Gorda	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Valle del Mezquital	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta	
Sierra Baja	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media Alta	
Altiplano (Valle de Apan)	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta	
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media Alta	
Sierra Otomí-Tepehua	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media Alta	

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEEH

**Composición de la afectación del cambio climático sobre la población**

Región	Estado de Hidalgo Transporte								
	2020				2030				RANGO
	Rango de impacto		Rango de impacto		Rango de impacto		Factores de riesgo		
Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Vulnerabilidad	Adaptabilidad		
Huasteca	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta	
Sierra Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Sierra Gorda	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Valle del Mezquital	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta	
Sierra Baja	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta	
Altiplano (Valle de Apan)	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	
Valle de Tulancingo	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	
Sierra Otomí-Tepehua	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Comarca Minera	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

**Composición de la afectación del cambio climático sobre la población**

Región	Estado de Hidalgo Industria						RANGO	
	2020		2030		Rango de impacto		Factores de riesgo	
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Vulnerabilidad	Adaptabilidad		
Huasteca	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
Sierra Alta	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
Sierra Gorda	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
Valle del Mezquital	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Sierra Baja	Medio Alta	Medio Alta	Alta	Alta	Alta	Medio Alta	Medio Alta	Medio Alta
Altiplano (Valle de Apan)	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Baja
Sierra Otomí-Tepehua	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta	Media Alta

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población

Región	Estado de Hidalgo sistemas humanos red de ciudades						RANGO	
	2020			2030			Factores de riesgo	
	Rango de impacto		Temperatura	Rango de impacto		Temperatura	Vulnerabilidad	Adaptabilidad
Precipitación	Temperatura	Precipitación		Temperatura				
Huasteca	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Sierra Alta	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	
Sierra Gorda	Baja	Baja	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	
Valle del Mezquital	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Sierra Baja	Medio Alta	Medio Alta	Alta	Alta	Alta	Media Alta	Media Alta	
Altiplano (Valle de Apan)	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Baja	
Valle de Tulancingo	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta	
Sierra Otomí-Tepehua	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	
Comarca Minera	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media Alta	

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH



El crecimiento de la red de ciudades en el estado de Hidalgo, conocida como zonas metropolitanas, es la que está marcando la dinámica del crecimiento regional. Actualmente el estado se ha dividido en dos grandes zonas, una norte con altos índices de marginación y pobreza, con alta concentración de población en actividades agrícolas y gran dispersión en pequeñas localidades. Y un sur más desarrollado, inserto en un corredor industrial que enlaza las ciudades más importantes de Hidalgo, con bajos índices de pobreza y baja marginación, y concentrando fuertes actividades económicas en servicios e industrial. Que a su vez se integra a la dinámica de las ciudades de la zona centro del país. Ante los diversos cambios que se presentaran estas ciudades muestran gran fortaleza para adaptarse y resolver cualquier impacto del cambio climático. Cuentan con recursos humanos y económicos y financiamiento público.

La única ciudad que se mantiene aislada de el resto del estado es Huejutla, la cual logra integra a un grupo de ocho municipios y los mantiene bajo su propia dinámica local. Sin embargo a pesar que mantienen una funcionalidad en ciertos sectores, no se reconoce como parte de la red de ciudades metropolitanas. Para el caso de Ixmiquilpan y Zimapan, logran relacionarse hacia el sur del estado, logrando mantener una funcionalidad ágil a través del movimiento de población, sus redes carreteras y diversas opciones de transporte.

En el último estudios sobre zonas metropolitanas publicado por Conapo, INEGI y Sedesol, consideran que en el estado de Hidalgo existen tres zonas metropolitanas: Pachuca, Tula y Tulancingo. A su vez la de Pachuca se conforma por los municipios de Epazoyucan, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, san Agustín Tlaxiaca, Zapotlán de Juárez y Zempoala. Con un total de 438,692 habitantes para el año 2005 y una tasa de crecimiento media anual de 2.8% y con una superficie de 1,202 Km<sup>2</sup>., con 80.6 hab/ha de densidad media urbana.

En esta ZM llama la atención que Mineral de la Reforma está creciendo a un ritmo de 9.6 uno de los mayores del país, frente a la pérdida de población que ha tenido Mineral del Monte (-1.3%). Las ciudades principales son Pachuca y Mineral de la reforma, ya que concentran 344,282 habitantes (78.5%) y mantienen una conurbación física y son municipios centrales<sup>1</sup>.

Esta zona metropolitana muestra un gran intercambio de población entre sus municipios, en los cuales Pachuca es el dinamizador. El 91.7% de su población trabaja en el mismo municipio de Pachuca en el cual vive, por lo cual sólo se desplaza el 8% hacia la ciudad de México y el 0.3% a otro de la misma ZM. En tanto Epazoyucan (60.04% reside y trabaja en el municipio)

1 Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005. Sedesol, Conapo, INEGI. México 2007.

y Tlaxiaca (54.1%) aportan población laboral a Pachuca a través del desplazamiento diario (10 Km. Aproximadamente), es decir el 34.5% y 26.5 respectivamente de población se desplaza a los municipios contiguos. Sin embargo cerca del 20% de la población laboral de Tlaxiaca se desplaza a municipios cercanos hacia la región de Tula. En tanto la población laboral de Zempoala tiene más opciones para desplazarse hacia la zona de Pachuca (7.9%) o bien hacia Ciudad Sahagún (11.6%) y principalmente a actividades secundarias en la zona industrial y terciarias hacia la ciudad central (Pachuca), aunque poco menos del 20% de su población laboral aun se dedica a actividades primarias. Y para el caso de Zapotlán llama la atención que el 20.4% de su población laboral está ocupada en el municipio pero radica fuera de él, lo que significa formas de integración de áreas conurbadas y aparición y crecimiento de nuevos espacios habitacionales, entre Acayuca, Matilde, San Antonio y Venta Prieta<sup>2</sup>.

Estos elementos hacen que el estado de Hidalgo esté dividido en grandes regiones con diferentes características de desarrollo y aporte a la economía estatal. Ya que 15 municipios concentran el 70.33% de las unidades económicas con 44,039. Y en 21 municipios aportan el 91.24% del personal ocupado remunerado que depende de la razón social de la unidad económica con 129,967 personas. Que a su vez implica directamente que en esos municipios se concentra el total de salarios, protección del empleo, servicios complementarios e infraestructura<sup>3</sup>.

En tanto el total de remuneraciones que se ocupan en las unidades económicas a nivel estatal es cubierto por 14 municipios con el 65.52% con \$6,063,816,000.00. Y la producción bruta total estatal es de \$109,249,064 (miles de pesos), en la cual apenas 16 municipios aportan el 55.35% con \$60,466,452.00 (miles de pesos). A su vez de estos Atitalaquia, Pachuca, Tepeji del Río, Tizayuca, Tula de Allende, Tulancingo, Tepeapulco, Ixmiquilpan y Mineral de la Reforma son los que mayor aporte ofrecen a esta producción. Sobre todo porque concentran la mayor cantidad de unidades productivas y de industria manufacturera. Y es Atitalaquia quien da mayor valor agregado censal bruto con \$7,868,973.00 (en miles de pesos), que es el 20.68%. Para el caso de Pachuca agrega \$6,057,714.00 (en miles de pesos) que es el 15.92%. Es decir que dos municipios aportan el 36.6% del valor agregado estatal.

2 López, P. Sócrates. Diagnóstico sociodemográfico de la megalópolis de la zona centro del país. México. 2008, UAEH. Este apartado se aborda con los criterios del autor para considerar a la red de ciudades del estado de Hidalgo bajo el mismo modelo, en la cual se explica la funcionalidad de la zona metropolitana de Hidalgo y su integración a la megalópolis de la zona centro del país, incluso con mayor funcionalidad que hacia e interior del estado.

3 LÓPEZ Pérez Sócrates. Compendio del estado de Hidalgo 2007. UAEH. México, 2007.



## Ranqueo por sectores de impacto

### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población estado de Hidalgo mapa estatal de vulnerabilidad panorama 2050

#### RESUMEN

Región	Energía	Agrícola	Ganadero	Turismo	Salud	Transporte	Industria	Agua	Ciudades
Huasteca									
Sierra Alta									
Sierra Gorda									
Valle del Mezquital									
Sierra Baja									
Altiplano (Valle de Apan)									
Valle de Tulancingo									
Sierra Otomí-Tepesua									
Comarca Minera									

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH

### Composición de la afectación del cambio climático sobre la población estado de Hidalgo mapa estatal de adaptabilidad panorama 2050

#### RESUMEN

Región	Energía	Agrícola	Ganadero	Turismo	Salud	Transporte	Industria	Agua	Ciudades
Huasteca									
Sierra Alta									
Sierra Gorda									
Valle del Mezquital									
Sierra Baja									
Altiplano (Valle de Apan)									
Valle de Tulancingo									
Sierra Otomí-Tepesua									
Comarca Minera									

López, P. Elaboración propia. Nov. 2011. Con datos de grupo interdisciplinario de investigación UAEH



## Vulnerabilidad

### Regiones de atención para diseñar acciones de intervención

La población afectada y más vulnerable en las regiones de mayor impacto será la Huasteca y las Sierras Otomí-Tepehua, Gorda y Alta; en términos medios estará el Valle del Mezquital y el Valle de Tulancingo; el siguiente grupo serán el Altiplano, la Sierra Baja y finalmente la Comarca Minera.

### Sector de prioridad

El Agua, Salud y Energía serán los temas de mayor vulnerabilidad para el estado de Hidalgo; siendo en segunda de importancia los Asentamientos Humanos y el Transporte; en seguida la Industria; finalmente será la Agricultura, Ganadería y Turismo los de la siguiente importancia.

### Región y sector de colapso

En este caso sería la Zona de la Huasteca y Serrana, con impacto en Agua y salud.



## Adaptabilidad

### Regiones de atención para diseñar acciones de intervención

Las regiones de menor adaptabilidad serán las Sierras Alta, Gorda y Otomí-tepehua; siendo la segunda la Huasteca; la tercera el Valle del Mezquital, finalmente la Sierra Media, el Valle de Tulancingo y en Altiplano; la Comarca Minera tendrá la mejor capacidad de adaptación.

### Sector de prioridad

Los de mayor prioridad para adaptación será el Agua y la Industria; en segunda será Salud y la Agricultura, finalmente en orden descendente de importancia será Energía y Ganadería, Transporte, Turismo y Asentamientos Humanos.

En cuanto a Municipio que integran estas zonas será Atlapexco, Yahualica, San Bartolo Tutotepec, Pacula, Xochiatipan, Tepehuacan de Guerrero, Tlanchinol y Tianguisitengo.

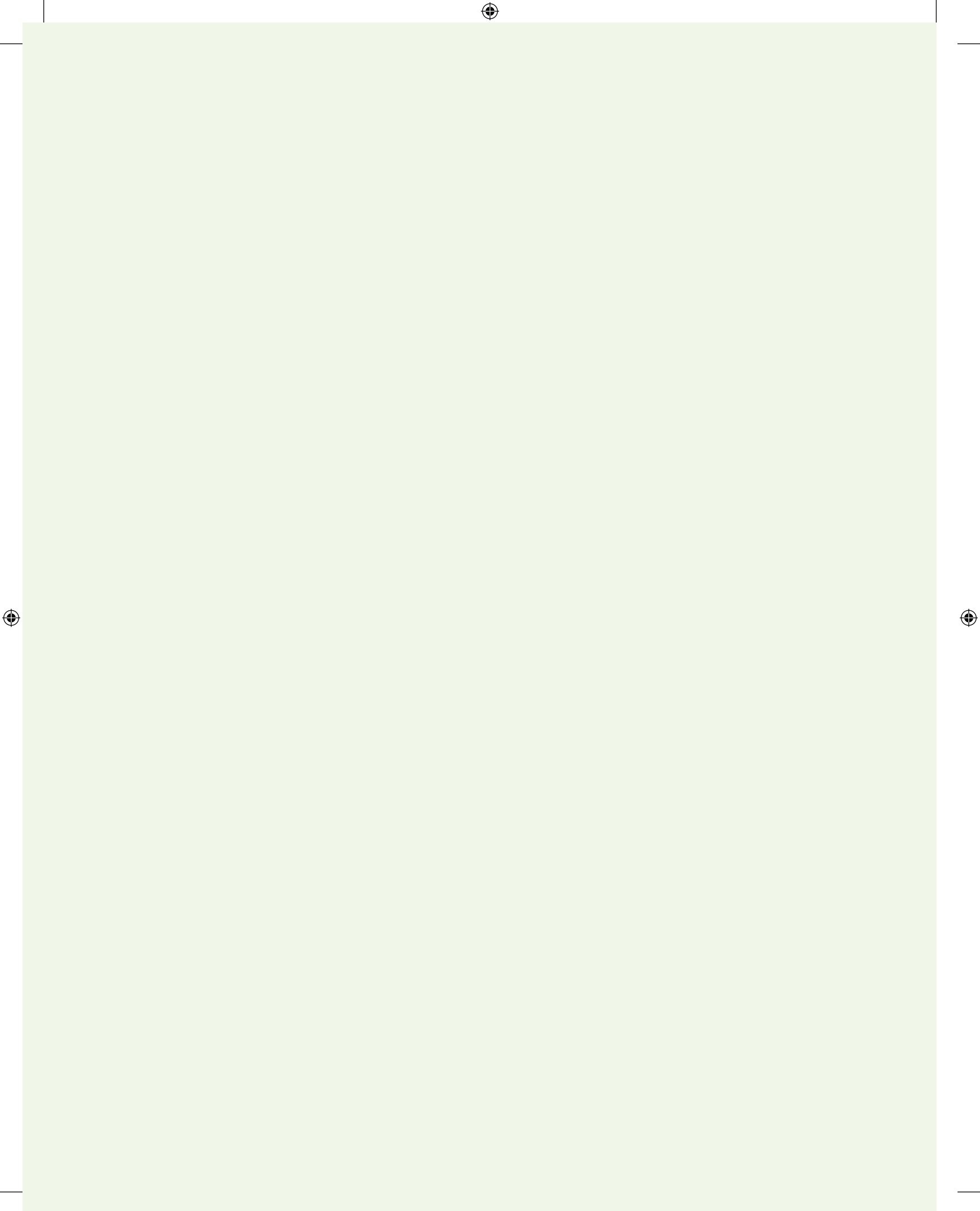
Siendo el agua, la salud y la Energía los sectores de mayor prioridad.



## Bibliografía

- AGUILAR Adrián Guillermo (coord.), 2004, “Procesos metropolitanos y grandes ciudades: Dinámicas recientes en México y otros países, México, Cámara de Diputados-LIX Legislatura, Universidad Autónoma de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Miguel, Ángel Porrúa.
- CONAPO, 1997, Escenario demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Síntesis, México, CONAPO.
- CONAPO, 1997, “Migración interna” en *La situación demográfica de México, 1997*, CONAPO, México, 1998.
- CONAPO, 1998, “Migración interna” en *La situación demográfica de México, 1998*, CONAPO, México, 1999, pp. 59-70.
- CONAPO (2000) Índice de desarrollo humano.
- CONAPO (2008) Proyecciones de población 2030.
- GEO ciudad de México. (2003). *Una visión Territorial del sistema urbano ambiental*. PNUMA-Naciones Unidas. México.
- GOTTMANN, Jean. (1961). *Megalópolis: El noreste de Seaboard urbanizada de los Estados Unidos*. Nueva York: El Fondo del siglo XX, 1961. GOTTMANN, Jean. *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*. New York: The Twentieth Century Fund, 1961.
- GRANADOS Alcántar, José Aurelio. *Las corrientes migratorias en las ciudades contiguas a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: el caso de la aglomeración urbana de Pachuca*. ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y URBANOS, vol. 22, núm. 3 (66).
- INEGI, 1991, XI Censo de Población y Vivienda 1990, México. CD Room Códice.
- INEGI, 2002, XII Censo de Población y Vivienda 2000, México.
- INEGI, 2006, II Conteo de Población y vivienda 2005, México.
- INEGI, 2011, XIII Censo de Población y Vivienda 2010, México.
- INEGI, 1996, *Cien Años de Censos de Población*, México.
- INEGI. 2002, Cuadernos Estadísticos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Edición 2002. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2008, Estimación no oficial con base en el Sistema de Cuentas Nacionales e información de Censos Económicos 1999, 2004. México.
- INEGI, 2008, “Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa”, México, Instituto Nacional De Estadística Geográfica e Informática.
- INEGI. 2008. Censos Económicos 1999, Censos Económicos 2004. México.
- INEGI 2008. Comunicado num.104/08, 28 de mayo de 2008. Aguascalientes, Ags, 1/5.
- LEDESMA José Luis y José B. Morelos (coords.), (2006). “Población, Ciudad y Medio Ambiente en el México Contemporáneo”, México, El Colegio De México.

- NEGRETE Ma. Eugenia y Héctor Salazar, (1986). “Zonas metropolitanas en México, 1980”, Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 1, núm. 1<, pp. 97-124.
- SEDESOL, CONAPO e INEGI. En *Delimitación de las Zonas Metropolitanas, México*, 2004.
- SEDESOL, CONAPO, INEGI. Declaratoria de zona conurbada o zona metropolitana. Delimitación de zonas metropolitanas de México 2005. 2007. México, 2007 Anexo estadístico.
- SEDESOL, CONAPO e INEGI. Delimitación de las zonas metropolitanas de México. México 2004. Y la versión actualizada para el conteo 2005 y publicada en 2008. CONAPO, México.
- SOBRINO Jaime, 2003, “Competitividad de las ciudades en México”, México, El Colegio De México.
- SOBRINO Jaime, 2003, “Urbanización y localización de las actividades económicas en la región centro del país, 1980-1998”, en *Sociológica*, año 18, número 51, enero-abril de 2003, UAM, México, pp.99-127.
- STERN Claudio. (1979). *Las migraciones rural-urbanas*, Serie: Cuadernos del CES, No. 2, COLMEX.
- Subsecretaría de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ecología, Gobierno del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hgo. Junio de 2008.
- TUIRÁN Rodolfo, (2000). “Tendencias Recientes de la movilidad territorial en algunas zonas metropolitanas de México”, en *La situación demográfica de México*, CONAPO, México, 145-158.
- TUIRÁN Rodolfo, Partida Virgilio y Ávila José L., (2000). “Las causas de la migración hacia Estados Unidos” en Rodolfo Tuirán (coord.) *Migración México Estados Unidos. Presente y futuro*, CONAPO, México, 2000, pp. 29-34
- UNIKEL, Luís. (1976). *El desarrollo urbano en México, diagnóstico e implicaciones futuras*. EL Colegio de México, México. 1976.
- UNFPA 2007, “Estado de Población Mundial 2007”, Liberar el potencial del crecimiento urbano, Fondo de Población de las Naciones Unidas.
- UNFPA. (2007). *El alba de un milenio urbano*. En “Estado de la población mundial 2007. Liberar el potencial del crecimiento urbano”. Fondo de Población de las Naciones Unidas.





# Capítulo 7



## Estrategias de Adaptación ante el cambio climático para el Estado de Hidalgo

En el presente capítulo se realiza el planteamiento y la propuesta de implementación de la Estrategia de Adaptación ante el cambio climático para el Estado de Hidalgo (EACCEH). Para ello, primero se explican los principios generales de los cuales se parte. Segundo, se explica el marco teórico conceptual usado. Tercero, se hace una descripción general del Estado. Por último, se realiza el planteamiento y la propuesta de implementación del EACCEH.



### 7.1 Principios

La identificación de las medidas de adaptación y su priorización para el Estado de Hidalgo parte de los siguientes principios:

- Las actividades del hombre, han provocado la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ya está causando alteraciones en la temperatura media, en las estaciones, una mayor intensidad de eventos climáticos extremos y se prevé que empeorarán en el futuro. Millones de personas, principalmente en los países en desarrollo, ya están sufriendo escasez de agua, de

alimentos y mayores problemas de salud. El cambio climático está afectando a los países en desarrollo, porque cuentan con menos recursos para la adaptación. Igualmente se ve afectado el desarrollo sostenible de los países y su capacidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM) para el año 2015 (Schipper *et al.*, 2008).

- El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) indicaron que el cambio climático tendrá efectos importantes en todos los sectores y escalas. Hasta 250 millones de habitantes de África pueden estar expuestos a falta de agua, para el año 2020. Otros impactos que se estimaron son un mayor riesgo de inundaciones con el retroceso de los glaciares, el aumento del nivel del mar (de 28 a 43 centímetros para este siglo) y mayor frecuencia de ciclones tropicales de mayor intensidad, además de cambios importantes en los patrones de precipitación y en los eventos hidrometeorológicos extremos (IPCC, 2007). Así mismo, se indica que el calentamiento global provocará un aumento en la temperatura del planeta, de entre 1.1 a 4.5 grados centígrados. Por lo tanto, el IPCC (2007) llegó a la conclusión de que los impactos y cambios producto del cambio climático son inevitables e irán más allá de la capacidad de hacerles frente, por lo tanto la sociedad deberá poner en práctica medidas de adaptación.
- El proceso de adaptación es aquel mediante el cual los individuos, las comunidades y los países buscan hacerle frente a las consecuencias del cambio climático, las cuales incluyen la variabilidad.
- El proceso de adaptación de individuos, comunidades y países no es nuevo, sino que a lo largo del tiempo los grupos humanos se han adaptado a condiciones cambiantes, entre ellas los cambios del clima. Sin embargo, es novedoso el incorporar los riesgos climáticos futuros en los planes de formulación de políticas ante los cambios climáticos proyectados, conociendo de antemano algunos de los factores que influyen en la capacidad de adaptación de los sistemas sociales y naturales, así como la resiliencia de los mismos (Lim y Spanger-Siegfried, 2005).
- Las estrategias para una adaptación exitosa conllevan medidas en diferentes niveles: comunitario, nacional, regional y/o internacional. Existe cada vez más consenso científico, económico, político y social en el sentido de que estas medidas de adaptación implican pensar a largo plazo y evaluar de forma explícita los riesgos del cambio climático en los niveles regional, nacional y local. Además, exigen una combinación de muchos componentes, como

una evaluación de las vulnerabilidades al cambio climático, tecnologías adecuadas, evaluación de la capacidad, prácticas locales para hacerles frente y acciones gubernamentales.

- La Secretaría del Cambio Climático de las Naciones Unidas ha estimado que para 2030 los países en desarrollo necesitarán entre 28 y 67 mil millones de dólares para permitir la adaptación al cambio climático (Schipper *et al*, 2008). Esta cifra corresponde al 0.2–0.8% de los flujos de inversión globales y del 0.06 al 0.21% del PIB mundial proyectado para 2030. Los costos de adaptación al cambio climático estimados en los países en desarrollo tienden a ser de alrededor de 10 a 40 mil millones de dólares por año (Banco Mundial, 2006). Además, el Informe Stern (2007) sobre la economía del cambio climático estimó que si no se toman medidas para mitigar el cambio climático, los costos de los daños equivaldrán al menos al 5% del PIB mundial por año y las pérdidas serán más altas en la mayoría de los países en desarrollo. Sin embargo, el financiamiento mundial actual para la adaptación es una fracción de la cantidad necesaria.
- En lo que respecta a México se ha observado que los cambios en el clima en periodos de El Niño han afectado a millones de personas y han provocado causado grandes pérdidas económicas. El Niño es un fenómeno océano-atmosférico que en México se manifiesta como un aumento en las lluvias invernales, principalmente en Baja California Norte, sin embargo, El Niño en verano provoca una disminución de las lluvias en gran parte del país (Magaña, 1999). La falta de precipitación ha llegado a ser tan severa que ha provocado sequías y problemas por el déficit de agua. Así, la sequía en 1997 y parte de 1998 fue muy grave, provocando enormes pérdidas en la agricultura y un récord en incendios forestales. El fenómeno de El Niño en 1997-1998 provocó costos para el país de aproximadamente dos mil millones de dólares, principalmente por perdidas en la agricultura, en los recursos forestales, por desastres naturales y por alteraciones en la pesca (Magaña, 1999). No se cuantifico el número de personas afectadas por este fenómeno, pero se estima que pudieron ser cerca de veinte millones. Aunque se conocía el potencial negativo de este fenómeno sobre México, no existieron verdaderos planes de acción para enfrentar las anomalías climáticas (Martínez y Fernández Bremauntz, 2004).
- Las proyecciones de cambio climático, que se han realizado para México muestran en general que para finales del presente siglo

habrá un aumento en la temperatura, siendo mayor en el norte y noroeste del país (Galindo, 2009). Igualmente, los escenarios de cambio climático muestran una gran dispersión en la precipitación. Destaca que, bajo el escenario A2 (ver Recuadro 1), la precipitación promedio anual podría disminuir en promedio para todo el país en orden de 11% (Galindo, 2009).

- Para el estado de Hidalgo se proyecta que el CC causaría un incremento notable en la aridez de todo el territorio. Esta aridez es debida al efecto conjunto del incremento de las temperaturas y a la disminución de la precipitación, así como la distribución temporal de la precipitación [detalles más precisos se explican mas ampliamente en el apartado D1].

Por lo anterior, es un hecho la necesidad de aplicar en el estado de Hidalgo medidas de adaptación ante el cambio climático de los sistemas sociales y biológicos, en diferentes escalas. Para lograr esto, es indispensable hacer un análisis de las medidas de adaptación por sectores y regiones. El objetivo de este informe es realizar estos análisis para el estado de Hidalgo.



## 7.2 Marco conceptual y metodológico empleado

Se define **Adaptación** como “el ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que modera el daño o aprovecha las oportunidades beneficiosas” (IPPC, 2007).

En la actualidad se dispone del documento “*Marco de Políticas de Adaptación al cambio climático: desarrollo de estrategias, políticas y medidas*”, conocido en la literatura simplemente como “Marco de Políticas de Adaptación” (MPA), el cual es una guía para la formulación y puesta en marcha de estrategias de adaptación ante cambio climático (Lim y Spanger-Siegfried, 2005). Éste fue desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas - Fondo para el Medio Ambiente Mundial (PNUD-FMAM), con apoyo de Los Países Bajos, Suiza y Canadá, con el objetivo de ayudar a diversos países (particularmente a los países en desarrollo) a incorporar dentro de sus políticas de desarrollo sostenible una estrategia nacional de adaptación al cambio climático (Lim y Spanger-Siegfried, 2005).

El MPA constituye la base conceptual para plantear, planificar e implementar la Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático para el Estado de Hidalgo (EACCEH). Se plantea el seguimiento de las estrategias de adaptación y la revisión a mediano plazo del EACCEH, con base en consultas y diálogos entre los diversos sectores. La EACCEH aquí presentado constituye

una base sólida como punto de inicio de un programa de adaptación al CC, el cual es en sí mismo dinámico.

El MPA está integrado por cinco componentes :

1. *La evaluación del alcance y el diseño de un proyecto de adaptación.*
2. *La evaluación de la vulnerabilidad actual.*
3. *La evaluación de los riesgos climáticos futuros.*
4. *La formulación de una estrategia de adaptación.*
5. *La continuación del proceso de adaptación.*

La formulación de una estrategia de adaptación (componente 4) a su vez implica la realización de los siguientes cinco pasos (Lim y Spanger-Siegfried, 2005):

1. Sintetizar resultados anteriores de los Componentes del MPAy de otros estudios.
2. Diseñar la estrategia de adaptación.
3. Formular opciones para políticas y medidas de adaptación.
4. Priorizar y seccionar políticas y medidas de adaptación.
5. Formular una estrategia de adaptación.



### 7.3 Planteamiento y propuesta de implementación de la Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático para el Estado de Hidalgo

Para la formulación de la Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático del Estado de Hidalgo (EACCEH), se incluye un análisis a nivel regional, así como para cada uno de los sectores más relevantes para el Estado, buscando diseñar una estrategia que permita minimizar los efectos del cambio climático. En los siguientes apartados se desarrolla cada uno de los cinco pasos para la formulación de la estrategia de adaptación que son planteados en el MPA.

#### 7.3.1. Síntesis de los resultados de la vulnerabilidad y efectos esperados

En términos del cambio climático, la vulnerabilidad es entendida como el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema (biológico o social) para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta vulnerabilidad depende a su vez de tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2007). La exposición es el grado en que

un sistema experimenta los impactos del cambio climático. La sensibilidad es el grado en que un sistema responde a cambios en el entorno. La capacidad de adaptación es el conjunto de posibilidades y habilidades de un sistema que le permitiría implementar medidas de adaptación eficaces (IPCC, 2007).

El análisis fino de los escenarios esperados de cambio climático para el estado de Hidalgo (ver capítulo 5) muestra una tendencia a la desertificación del estado<sup>1</sup>. En dicho análisis se usó el índice de Lang, el cual determina la aridez, mediante la interrelación de la temperatura y precipitación. Aunque en general hay una tendencia a la desertificación del territorio hidalguense, se espera que algunas zonas sean más áridas que otras. Los detalles de ello pueden observarse en la sección de los efectos esperados por región. Además, se recomienda al lector revisar los mapas detallados para el estado de Hidalgo, reportados en el capítulo referente a los escenarios climáticos.

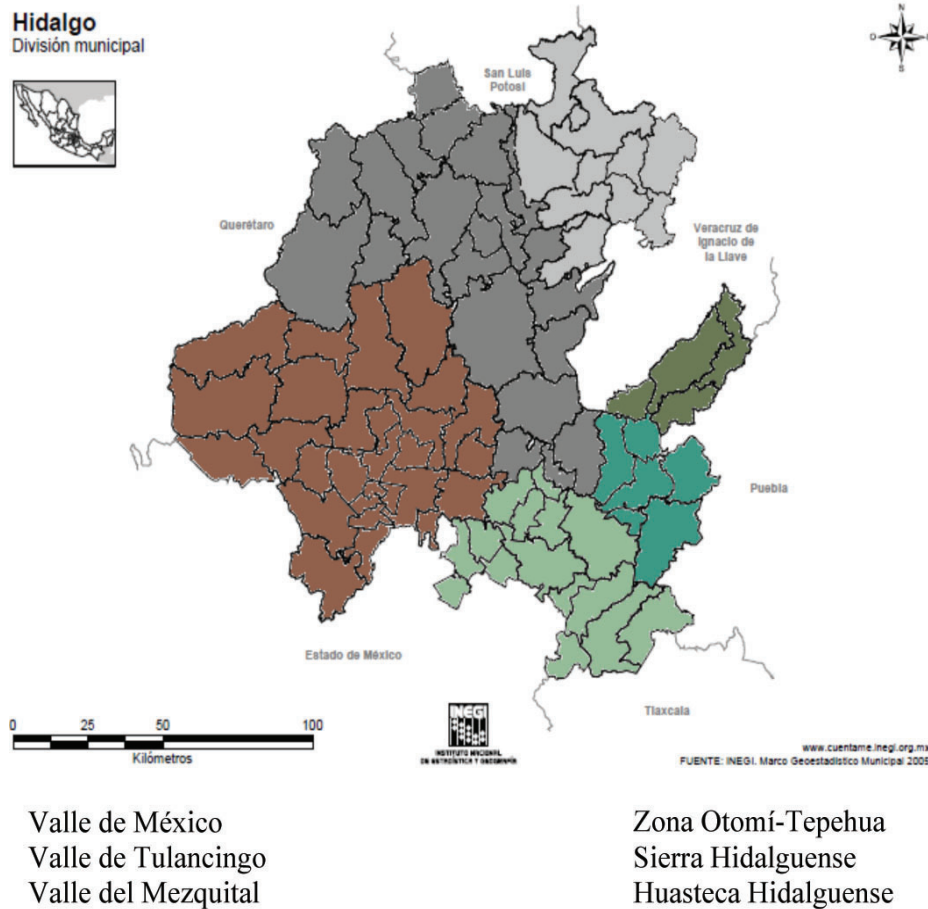
En cuanto a los desastres de origen hidrometeorológicos más frecuentes (lo cual implica la exposición del sistema) en el estado de Hidalgo para el período 1980 a 2001 corresponden principalmente a inundaciones con aproximadamente 34 eventos, seguido por lluvias, granizadas y tempestad. Fueron mucho menos frecuentes los eventos de incendios, sequías, huracanes, nevadas y olas de calor (INE, 2010).

#### *7.3.1.1. Caracterización de las regiones y efectos esperados por Región*

El estado de Hidalgo puede subdividirse en seis regiones naturales: Valle de México, Valle de Tulancingo, Valle del Mezquital, Zona Otomí-Tepehuá, Sierra Hidalguense y Huasteca Hidalguense, zonas que comparten características culturales y sociodemográficas, esta clasificación es la más reconocida y utilizada para el estado (Figura 7.1). A continuación se caracteriza cada región y se describen los efectos esperados del cambio climático de acuerdo con la información disponible.

**Valle de México:** Presenta la mayor densidad de personas de 0 a 4 años y de 65 años o más, la cual es la población más vulnerable al cambio climático, esto se debe a que en la región se ubican los principales centros urbanos del estado, incluyendo la capital (Pachuca de Soto). En la región se desarrolla la industrial textil, automotriz, la industria minera, de alimentos y de

<sup>1</sup> El territorio Hidalguense fue clasificado en ese análisis empleando las siguientes categorías: Húmeda de grandes bosques, Húmeda de bosques claros, Húmeda de estepa y sabana, Árida y Desiertos.



**Figura 7.1**

Regiones eco-geográficas del estado de Hidalgo.  
Fuente: Elaboración propia, con base en la Clasificación del Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011.

servicios que ha sido impulsado por el comercio con la Ciudad de México (Consejo Estatal de Ecología Hidalgo, 2011). Esta región del Estado destaca por tener la mayor densidad de personas ocupadas en el sector de servicios (55 personas/km<sup>2</sup>), así como en el sector secundario y comercio.

La región presenta una presión hídrica fuerte ya que se explota más del 40% del agua naturalmente disponible (Bunge, 2010). La tasa media anual de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales del periodo 1998 a 2005 para todos los grupos de edad fue de 3 a 5 por cada 100,000 habitantes. Mientras que la tasa media anual de mortalidad por enfermedades infecciosas en niños menores de cinco años fue de 12 a 18 por cada 100,000 habitantes (Riojas Rodríguez *et al.*, 2010).

En la región, las tendencias observadas en las últimas décadas muestran un aumento de eventos hidrometeorológicos extremos que podrían provocar un aumento de la vulnerabilidad del sector agrícola, que ya ha tenido considerables pérdidas económicas debido a eventos como el Huracán Gert en 1993, con pérdidas superiores a los 56 millones de pesos



y en 1999 inundaciones asociadas al fenómeno de La Niña provocaron pérdidas en la agricultura que superaron los 144 millones de pesos (Pavón *et al.*, 2010).

**Valle de Tulancingo:** El bosque de encino, bosque de pino y chaparral son los tipos de vegetación dominante en esta zona (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011). La principal actividad económica es de servicios, industrial y agrícola. Los municipios de Tulancingo y Santiago Tulantepec tienen la mayor densidad de población ocupada en el sector de servicios en la región. El Valle de Tulancingo es una zona importante para el flujo comercial pues se encuentra comunicado con la Sierra Hidalguense, la Sierra Poblana y Veracruzana. Los principales problemas ambientales de la región son causados por los residuos sólidos y la descarga de aguas residuales, producto de la industria textil y láctea (Consejo Estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

En lo que respecta a la presión hídrica es de media a fuerte, pues se explota del 20 a 40% de agua naturalmente disponible (Bunge, 2010). Las enfermedades infecciosas intestinales, provocaron una tasa media anual de mortalidad de 3 a 5 por cada 100,000 habitantes (periodo 1998 a 2005) y la mortalidad en niños menores de cinco años fue de 12 a 18 por cada 100,000 habitantes (Riojas Rodríguez *et al.*, 2010). La región ocupa el segundo lugar estatal en densidad de niños menores de cinco años (aprox. 25 niños/km<sup>2</sup>) y en personas de la tercera edad (13/km<sup>2</sup>), que corresponden a la población más vulnerable ante el cambio climático. El municipio de Tulancingo destaca por encontrarse muy por encima de la densidad promedio de niños de 0 a 4 años y de personas de 65 años o más en la Región.

Los escenarios de cambio climático proyectan un aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación, con lo cual aumentarán las zonas con clima árido, que podría traer afectaciones a la población rural cuya principal actividad económica depende de la agricultura. Las sequías también podrían aumentar la posibilidad de evento de incendios, cabe destacar que en la última década el Valle de Tulancingo ha sido la región más afectada por incendios, en 2009 se registró 1,604 hectáreas dañadas por el fuego (Pavón *et al.* 2010).

**Valle del Mezquital:** Esta región se localiza en la parte suroeste de Hidalgo y comprende 27 municipios. La vegetación predominante es el matorral xerófilo, la precipitación anual es menor a 700 mm y ocurre principalmente en verano, las temperaturas son mayores a 12 °C y el clima es semiseco a seco (Consejo Estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

El Valle del Mezquital se caracteriza por ser la región del Estado en la que más se han desarrollado las actividades de agricultura de riego y la actividad industrial, las cuales han permitido el desarrollo económico en esta zona. En la región se encuentra el corredor industrial Atitalaquia-Tula Tepeji, donde se encuentran empresas textiles, la industria del acero, la industria cementera, ladrilleras, así como la Refinería de PEMEX y la Termoeléctrica de CFE y hay 80,000 hectáreas agrícolas que son regadas con aguas negras provenientes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y del Estado de Hidalgo. La mayor densidad poblacional se distribuye en el sur, donde hay mayor urbanización (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

Se explota del 20 a 40% de agua naturalmente disponible, por lo que la presión hídrica es de media a fuerte (Bunge, 2010). Las enfermedades infecciosas intestinales, han provocaron una tasa media anual de mortalidad de 3 a 5 por cada 100,000 habitantes (periodo 1998 a 2005) y la mortalidad en niños menores de cinco años fue de 12 a 18 por cada 100,000 habitantes (Riojas Rodríguez *et al.*, 2010). En la región hay en promedio 12 niños menores de cinco años/ km<sup>2</sup> y 9 adultos de 65 años o más /km<sup>2</sup>. No obstante en varios municipios hay una densidad mucho mayor al promedio de personas de 0 a 4 años y de 65 años o más de la región.

Las proyecciones de cambio climático muestran que, si bien hay un clima árido y algunas zonas de clima húmedo de estepas y sabana en la región, a futuro las condiciones climáticas tenderán a una mayor aridez y algunos municipios como Ixmiquilpan, Tasquillo, Alfajayucan y Tecozautla podrían presentar un clima desértico. El corredor industrial se verá afectado por la disminución en la disponibilidad y el suministro de agua, también el sector agrícola se podría ver afectado, principalmente en las zonas altas donde no llega el riego con aguas negras. Debido a que en la parte sur de la región se concentra una alta densidad de la población, existirá una alta presión sobre el recurso hídrico y la población podría llegar a ser más vulnerable a problemas de salud como son las infecciones gastrointestinales. Con respecto al nivel de vulnerabilidad a inundaciones es bajo en el Valle de Mezquital y llega a ser medio en los sitios cercanos a cuerpos de agua en los Municipios de Ixmiquilpan, Tecozautla y Tula de Allende (Pavón *et al.* 2010).

**Zona Otomí – Tepehua:** Predominan las zonas montañosas, con clima semicálido y templado. La temperatura media es de 18°C y la precipitación es mayor a 1,000 mm anuales, dichas características dan lugar a vegetaciones como el bosque mesófilo de montaña y de pino – encino (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

Las actividades económicas que se desarrollan en la región son principalmente la agricultura de temporal, pastoreo extensivo e intensivo, aprovechamiento forestal y plantaciones de café, de tal forma que aproximadamente hay 10 personas/km<sup>2</sup> ocupadas en el sector primario. También son explotados algunos minerales, como el caolín. Un problema ambiental que se presenta es la acidificación del agua, debido al manejo inadecuado de residuos del café (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

La presión hídrica es moderada, ya que sólo se explota del 10 al 20% de agua naturalmente disponible (Bunge, 2010). La región presenta un grado de marginación muy alto (Anzaldo Gómez *et al.*, 2010) y hay en promedio ocho niños menores de cinco años y siete adultos mayores por kilómetro cuadrado, con una densidad menor de población vulnerable con respecto a las regiones descritas anteriormente, esto podría deberse a que en la zona no se encuentran municipios con grandes centros urbanos, por lo que la concentración de población por unidad de área es menor. Las enfermedades infecciosas intestinales, han provocado una tasa media anual de mortalidad de 3 a 5 por cada 100,000 habitantes, en el periodo 1998 a 2005 y la de mortalidad en niños menores de cinco años fue de 12 a 18 por cada 100,000 habitantes (Riojas Rodríguez *et al.*, 2010).

Para la región, los modelos de cambio climático proyectan que los sitios con clima húmedo de grandes bosques disminuirán considerablemente, de tal forma que para 2080 podrían encontrarse sólo en algunos sitios remanentes y predominarían condiciones de clima húmedo de bosques claros. Es probable que las actividades productivas de agricultura de temporal, pastoreo y aprovechamiento forestal en la Zona Otomí-Tepehua, se vean disminuidas debido a las modificaciones del clima. Dichos sectores serán más vulnerables a la mayor proporción de eventos climáticos extremos (sequías, inundación), entre otros. La vulnerabilidad a inundaciones para los asentamientos humanos es de media a muy alta en la parte noreste de la región debido a que se encuentran cerca de varios cuerpos de agua (Pavón *et al.* 2010).

**Sierra Hidalguense:** La región abarca 21 municipios, el clima es semicálido y templado con lluvias mayores a 700 mm anuales y temperatura media anual de 12°C. La vegetación corresponde a matorral xerófilo, selva baja caducifolia y bosque de pino –encino (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011). En la región la población se dedica principalmente al sector primario, en el año 2010 había 35,026 personas ocupadas en dicho sector (5 personas/km<sup>2</sup>), seguido por el sector secundario y de servicios.

Los datos de INEGI (2011), muestran que la densidad promedio de personas de 0 a 4 años (5 personas/km<sup>2</sup>) y de 65 años o más (4 personas/km<sup>2</sup>) es menor con respecto a las otras regiones, no obstante varios muni-

cipios como Pisaflores, Tepehuacan de Guerrero, Zacualtipán, entre otros tienen una densidad mayor al promedio de la región. En lo que respecta a la presión hídrica es de media a fuerte, pues se explota del 20 a 40% de agua naturalmente disponible (Bunge, 2010).

La región presenta una vulnerabilidad baja a inundaciones, excepto Atotonilco y Huasca donde la vulnerabilidad llega a ser media en los sitios próximos a cuerpos de agua (Pavón *et al.* 2010). Las proyecciones climáticas muestran que las zonas climáticas húmedas de bosques claros serán remplazadas en gran proporción por un clima húmedo de estepas y sabanas, así mismo aumentarían las zonas áridas y gran parte del municipio de Zimapán sufrirá desertificación. La modificación de la temperatura y de la precipitación, incrementaría los riesgos de incidencia de enfermedades respiratorias y gastrointestinales.

**Huasteca Hidalguense:** La región se encuentra en la parte noreste del Estado y esta constituida por los municipios de Atlapexco, Calnali, Huautla, Huazalingo, Huejutla de Reyes, Jaltocán, San Felipe Orizatlán, Tianguistengo, Tlanchinol, Xochiatipan y Yahualica. El clima es semicálido y cálido, con temperaturas de 18°C y lluvias de 1,000 a 1,500 mm anuales. La vegetación corresponde a selva mediana subperenifolia y bosque mesófilo de montaña (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011).

En la región domina la población rural y destaca por tener la mayor densidad de personas dedicadas al sector primario (19 personas/km<sup>2</sup>). Sólo los municipios de Huejutla, Jaltocán, San Felipe Orizatlán y Calnali presentan urbanización (Consejo estatal de Ecología Hidalgo, 2011). La Huasteca Hidalguense ocupa el tercer lugar en densidad de personas vulnerables al cambio climático (14 niños menores de cinco años/km<sup>2</sup> y 11 adultos de la tercera edad/km<sup>2</sup>).

A diferencia de las otras regiones, la Huasteca Hidalguense presenta la mayor vulnerabilidad a inundaciones (Pavón *et al.* 2010). Si bien actualmente predominan los sitios húmedos de bosques claros y son seguidos por los sitios húmedos de grandes bosques, las proyecciones indican que con el cambio climático disminuirán considerablemente y predominen las condiciones húmedas de estepa y sabana.

### 7.3.1.2 Municipios hidalguenses más vulnerables al cambio climático

Se dispone del índice de vulnerabilidad para los municipios hidalguenses desarrollado por Serafín-Aguilar (2011), basado en la exposición, sensibilidad y su capacidad de adaptarse al cambio climático. Ese trabajo incluye las tendencias históricas observadas de 1980 a 2000 (escenario base), así

como las tendencias climáticas proyectadas para precipitación, temperatura y cambio en población para el año 2030, bajo el escenario de emisiones A2, mediante el Modelo Hadgem y el Modelo Echam.

El escenario base indica que al menos ocho municipios del Estado de Hidalgo presentan un índice de vulnerabilidad “muy alto”, siendo estos: Huejutla de Reyes, Xochiatipan, Huazalingo, Calnali, San Felipe Orizatlán, Yahualica, San Bartolo Tutotepec y Actopan. Estos ocho municipios presentan una alta exposición a fenómenos provocados por el cambio climático, son sensibles a dichos fenómenos y además presentan poca capacidad adaptativa, como se explica a continuación.

Hay cinco municipios con mayor exposición al CC. Así, en el caso de Huejutla de Reyes tiene una mayor exposición al clima pues hay reportes que indican pérdidas debido a sequías, deslizamientos e inundaciones principalmente (Serafín-Aguilar, 2011). Huazalingo, además de estar expuesto a las condiciones climáticas, también ha presentado problemas provocados por plagas y fitosanitarios de los recursos, contaminación y/o escasez de agua y crecimiento de la mancha urbana, al igual que Yahualica. San Felipe Orizatlán es vulnerable debido a que se encuentra expuesto a condiciones climáticas que han provocado pérdidas en las unidades productivas. Por su parte Actopan se encuentra expuesto a eventos atípicos como son sequías, granizadas y heladas que afectan a cultivos básicos principalmente maíz y frijol (Serafín-Aguilar, 2011).

En relación al grado de sensibilidad ante el CC, los ocho municipios presentan una gran sensibilidad al cambio climático en el sector agrícola, debido principalmente a las condiciones edáficas, climáticas y/o debido a las pendientes muy pronunciada del terreno. Igualmente, estos ocho municipios presentaron los menores valores de capacidad de adaptación.

Con base en lo anterior, la Huasteca Hidalguense y la Zona Otomí-Tepohua son las regiones que presentan un mayor número de municipios con “muy alto” grado de vulnerabilidad al cambio climático, según el escenario base. Además, los escenarios de cambio climático esperados para 2030 prevén que en general los municipios que actualmente son muy vulnerables, lo seguirán siendo en el futuro.

### *7.3.1.3 Generalidades del sector y afectaciones esperadas por sector socioeconómico relevante*

El estado de Hidalgo se divide en seis distritos de desarrollo rural (DDR)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Los DDR son: Huejutla, Huichapan, Zacualtipán, Mixquiahuala, Pachuca y Tulancingo, de acuerdo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2006)

En el estado de Hidalgo, el sector agropecuario tiene al menos 15 cadenas agropecuarias de gran importancia (Espinoza-García *et al.*, 2009). En términos de las unidades de producción, la cadena más importante es la de alfalfa verde, seguida por frijol en grano y cebada grano. En cuanto a número de empleos, las cadenas productivas más relevantes corresponden a bovinos carne, maíz grano y ovinos respectivamente. En términos del valor de la producción sobresalen las cadenas de ave carne, seguida por bovinos carne, bovinos leche y maíz grano. A continuación se explican generalidades por sector.

**Agricultura:** Una tercera parte del territorio del estado de Hidalgo (aproximadamente 586 mil hectáreas), fue destinada a la producción agrícola en el año 2006. La agricultura de temporal ocupó 444,888 hectáreas, representando la mitad del valor de la producción. Mientras que la superficie destinada a la agricultura de riego fue de 133,467 hectáreas. En el estado, el maíz, cebada y frijol, corresponden a los principales cultivos cíclicos, mientras que los cultivos perennes con mayor producción y valor comercial corresponden a la alfalfa, maguey pulquero y café (mayor información en capítulo de vulnerabilidad).

El estado Hidalgo ocupó el segundo lugar en la producción de alfalfa a nivel nacional<sup>3</sup>; el DDR Mixquiahuala el principal productor de alfalfa, cultivo con importancia para el forraje de ganado bovino. La producción de cebada en el estado de Hidalgo es de gran importancia en el PIB estatal, por ejemplo en el año 2004 contribuyó con el 1.8%. El maíz corresponde al principal producto agrícola que se produce en Hidalgo, en el año 2007 se sembró 262,084 hectáreas, se cosecho 232,925 hectáreas con una producción de 590,510 toneladas. El rendimiento fue de 2.54 ton ha-1. El municipio de Huejutla presenta la mayor superficie sembrada y cosechada; el municipio con mayor rendimiento es Mixquiahuala con 9 ton ha-1.

**Ganadería:** En lo que respecta a la actividad ganadera se desarrolla principalmente en los DDR de Pachuca, Mixquiahuala y Tulancingo, en los cuales se encuentra el 80.2% del hato de ganado, aves y algunas otras especies. En el año 2006, el estado de Hidalgo se encontró en el octavo lugar a nivel nacional en la producción de leche. El estado de Hidalgo tiene reportadas 43 mil 107 unidades de producción de ovinos, estando en su mayoría distribuidos en el DDR Pachuca.

3 con 4.1 millones de toneladas, en el periodo 2001-2005



**Silvicultura:** En el año 2001, la producción forestal maderable en el estado de Hidalgo fue de 81,959 metros cúbicos de madera en rollo, los municipios que más aportaron a dicha producción fueron Acaxochitlán, Eloxochitlán y Zacualtipan. De dicha producción sobresale el pino con el 42.4%, seguido por encino con 30.6% y oyamel con 16.1%.

**Salud:** La causa número uno de riesgo de enfermedad en Hidalgo corresponden a las infecciones de vías respiratorias, seguida por infecciones intestinales.

**Recursos hídricos:** Los recursos hídricos con los que cuenta el estado de Hidalgo son pocos, esto debido principalmente a los factores del clima y topografía que se presenta en la entidad.

**Industria:** La actividad industrial es la que más aporta al PIB del estado de Hidalgo (en 2008 representó el 34.5% del PIB estatal, según INEGI, 2010 b). La industria en la entidad se centra principalmente en la minería y la actividad manufacturera. La mayor parte de dichas zonas industriales se localizan en el sur del Estado.

**Energía:** Según los resultados expuestos en el capítulo 3, entre el año 2005 a 2007 la producción total de energía primaria en el estado de Hidalgo correspondió a 28.3456 Petajoules (PJ). La producción de energía primaria en la entidad se obtuvo a partir de energía hidroeléctrica (50.85%) y leña combustible (49.15%), entre los años 2005 al 2007, aunque más recientemente ha tendido a dominar el uso de la leña. El consumo neto de energía en el Estado en el año 2009 fue de 664.52 PJ. Los sectores que consumieron más energía fueron el sector transporte con 358.806 PJ y el sector industrial con 202.5671 PJ, mientras que el sector con menor consumo de energía fue el agropecuario con 24.403 PJ.

#### *Efectos esperados por sector*

A continuación se presenta algunas de las posibles consecuencias a largo plazo por sector a las que conduciría posiblemente el cambio climático en el estado. A partir del entendimiento de los posibles impactos y vulnerabilidad que puede sufrir cada sector se plantea la formulación de medidas de adaptación y políticas que apoyen y sirvan de base para que esas medidas de adaptación propuestas sean ejecutadas. Las posibles afectaciones están mencionadas en el Cuadro 1.



### Cuadro 7.1

Posibles afectaciones de los cambios esperados en el clima sobre algunos de los sectores más relevantes para el estado de Hidalgo.

SECTOR	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN
Impacto esperado del cambio climático	Aumento de la temperatura en todo el territorio	Tendencia a la disminución de la precipitación en todo el territorio y posiblemente la precipitación tienda a ser mas estacional.
Salud	El aumento de la temperatura puede afectar la frecuencia de algunas enfermedades. La menor producción agrícola esperada (especialmente en la agricultura de temporal) puede incrementar los niveles de desnutrición, en particular de niños y ancianos.	La disminución de la precipitación y el aumento poblacional se espera que disminuya la disponibilidad de agua per capita. Además, se espera disminuya la calidad del agua y su disponibilidad temporal para uso humano. Por lo anterior, puede incrementarse los casos de deshidratación, mortalidad por golpe de calor.
Recursos hídricos	Los aumentos de temperatura incrementarían la evaporación del agua y por ende disminuiría su disponibilidad total y temporal. La calidad de agua podría disminuir debido a la mayor proliferación de organismos contaminantes con los incrementos en la temperatura.	Disminuirá la disponibilidad de recursos hídricos totales y per capita para el estado debido a la combinación de: menor precipitación, crecimiento poblacional, aumento de la contaminación del agua
Asentamientos humanos	El aumento de la temperatura puede así mismo incrementar la temperatura dentro de las casas, situación que puede disminuir la comodidad de los hogares rurales y urbanos.	La afectación del medio ambiente y las economías locales podría incrementar los índices de migración, y por lo tanto modificar la distribución espacial de los asentamientos humanos. Los cambios en la estacionalidad de la precipitación, pueden conllevar a incrementar la frecuencia de lluvias torrenciales que provoquen inundaciones (especialmente en la Huasteca y Barranca de Metztitlán), lo cual puede afectar las viviendas, en especial aquellas de materiales menos resistentes.
Agricultura	-El aumento de la temperatura puede afectar negativamente la agricultura porque podría alterar la fenología de las especies y la comunidad de polinizadores, hechos que potencialmente se verían reflejados en disminución en la polinización y por ende disminución en los volúmenes de cosecha. Algunas plagas y enfermedades pueden verse favorecidas y esto aumentaría las pérdidas agrícolas.	La menor disponibilidad de agua y su mayor estacionalidad podría implicar pérdidas agrícolas significativas, especialmente en cultivos de mayores requerimientos hídricos y en zonas de agricultura de temporal. Cultivos importantes en ciertas zonas del estado como la cebada podrían verse afectados. Especies como el maguey, tan importante en el estado, puede tener mayor resistencia al cambio climático. La disminución de la producción agrícola se verá reflejada en el aumento de precios, lo cual afectará a la sociedad en general.

Recursos forestales y biodiversidad	<p>Un incremento en la temperatura podría generar un desequilibrio en la población de plagas y enfermedades, lo que causaría mortalidad de grandes superficies de bosques y selvas.</p> <p>Un aumento de temperatura puede afectar la distribución de las regiones de bosques templados, matorrales y pastizales naturales, esperando que disminuya el área de su cobertura.</p> <p>Especies propias de zonas más frías pueden verse especialmente afectadas.</p>	<p>La afectación de pastos y menor disponibilidad de agua para el ganado podría incidir en mayor ramoneo del ganado en vegetación natural, afectando la abundancia y distribución de aquellas especies de la vegetación natural que sean más palatables para el ganado.</p> <p>El déficit de humedad en el suelo puede llevar a condiciones de sequía que aumentará la incidencia de incendios forestales.</p> <p>Especies propias de zonas húmedas podrían verse afectadas en cuanto a su tamaño poblacional, distribución geográfica y posiblemente estructura genética.</p>
Energía	El aumento de temperatura potencialmente aumentaría la tasa de consumo de energía por familia y a nivel de industria y comercio.	Se esperaría un desabasto en la disponibilidad de energía eléctrica.
Industria		Podría presentarse una disminución en el desarrollo industria debido a la dependencia de este sector hacia los recursos hídricos para el desarrollo de sus actividades.
Comunicaciones y Transporte	Podría requerirse mayor energía para el enfriamiento de transporte.	Se espera un incremento en vehículos automotores, promovidos en parte por el crecimiento poblacional humano y la concentración espacial de la población. Se esperarían averías en la infraestructura vial y un incremento en los costos de mantenimiento de la red vial.
Ganadería	Se esperaría un aumento en la mortalidad del ganado debido al incremento de la temperatura y disminución de la disponibilidad de agua.	La disminución de agua disponible podría incrementar la mortalidad del ganado y disminuir las ganancias del sector.
Turismo	<p>Temperaturas más calidas provocarían estrés térmico para los turistas.</p> <p>Aumentarán los costos de enfriamiento para la industria hotelera.</p> <p>La pérdida de atractivos naturales y de especies debido al aumento de temperatura, afectaría la demanda en algunos sitios turísticos.</p>	Una disminución en la disponibilidad de agua podría provocar una competencia por el recurso entre el turismo y otros sectores. La escasez de agua dará lugar a desertificación y aumento de incendios forestales que amenazan la infraestructura turística y que además afectan a la demanda.

### 7.3.2. Opciones y políticas de adaptación ante el cambio climático

Teniendo en cuenta el diagnóstico del impacto esperado del cambio climático para el Estado de Hidalgo, los objetivos, los Ejes Rectores y los Ejes Transversales planteados en la EACCEH, es necesario seleccionar las políticas y las medidas de adaptación pertinentes.

Para el planteamiento de políticas y medidas de adaptación ante el cambio climático en el estado de Hidalgo, se partió de una recopilación bibliográfica de una serie de medidas y políticas que ya han sido planteadas y/o ejecutadas en otros territorios para hacer frente al cambio climático.

### 7.3.3. Diseño y propuesta de implementación de la EACCEH

El planteamiento e implementación de la EACCEH, requiere de la determinación de objetivos generales, aunados con opciones de adaptación, planeación de acciones, así como la asignación de responsables de llevar a cabo esas acciones. A continuación se desarrollarán estos temas.

#### D.3.1. Objetivos generales de la EACCEH

De acuerdo con las recomendaciones planteadas por el MPA así como a las necesidades, prioridades y vulnerabilidad identificada para el estado de Hidalgo se plantean los siguientes objetivos generales que se pretenden alcanzar por medio de la EACCEH:

1. Disminuir al máximo las afectaciones y pérdidas a que pueda conllevar el Cambio Climático sobre los sistemas sociales, biológicos y económicos, mediante el fortalecimiento de las capacidades de adaptación que ya tengan estos sistemas, así como incentivar el desarrollo de nuevas capacidades.
2. Fomentar acciones enfocadas a disminuir la vulnerabilidad de los sectores y sistemas que actualmente presentan mayor vulnerabilidad, para que a mediano y largo plazo estos sistemas y sectores cuenten con mejores capacidades para enfrentar el cambio climático. En este sentido es fundamental alcanzar la meta de una sólida articulación entre la política pública, la inversión pública, el trabajo intersectorial, entre otros aspectos.
3. Proponer acciones planificadas que potencialmente sigan siendo útiles en el largo plazo, de manera que se optimice las inversiones requeridas. Esto se logrará por medio del análisis cuidadoso de la información disponible, así como la comunicación exitosa de esta información a la sociedad en general, para su aplicación.

A partir de los tres objetivos generales de la EACCEH se hace el planteamiento tanto de las estrategias a seguir como del conjunto de las acciones específicas asociadas con cada estrategia. Así mismo, para el planteamiento de las acciones a proponer y las prioridades de ejecución de cada acción es necesario

realizar un trabajo conjunto con los diversos actores que potencialmente estén involucrados tanto en la problemática como en las soluciones propuestas.

Es por lo tanto crucial la realización de la consulta pública con los actores claves involucrados en esta estrategia para el estado de Hidalgo, lo cual se sugiere como una de las acciones imprescindibles para la puesta en marcha de este Programa. Sin embargo, esta consulta queda fuera de los alcances posibles en el presente documento. En los siguientes apartados se hace una propuesta inicial de los instrumentos de adaptación ante el cambio climático para el estado, se hace una evaluación de cuáles medidas serían más factibles y beneficiosas, se proponen indicadores de monitoreo y fuentes de financiamiento para desarrollar la Estrategia.

#### *7.3.3.2. Ejes rectores de las estrategias de adaptación ante el cambio climático del Estado de Hidalgo*

A continuación se hace el planteamiento de los Ejes Rectores propuestos como guía para la EACCEH. Cada uno de estos Ejes Rectores están asociados a una serie de acciones específicas, objetivos concretos, criterios de aplicación, responsables de las acciones y plazos para ejecutar estas acciones. Todos estos pasos se irán desarrollando en los siguientes apartados.

Los Ejes Rectores de la EACCEH son:

- Eje Rector 1: Asegurar el uso eficiente de los recursos hídricos del Estado, así como mejorar la calidad del agua disponible para la población y ampliar la red de su distribución.
- Eje Rector 2: Minimizar el riesgo ante el cambio climático de los asentamientos humanos en el Estado, así como planificar adecuadamente la distribución geográfica de nuevos asentamientos acorde con la vulnerabilidad observada. Así mismo, minimizar los riesgos de los hidalguenses en su salud e integridad.
- Eje Rector 3: Promover un desarrollo sostenible mediante el incentivo de estrategias productivas (agrícolas, ganaderas, silvícolas, tradicionales, turismo) que sean más resilientes ante el cambio y variabilidad del clima en las próximas décadas.
- Eje Rector 4: Aumentar las capacidades del sector industrial para realizar sus actividades en el marco de un desarrollo económico, social y biológicamente sostenible, que les permita tanto al sector como a la sociedad en su conjunto minimizar las pérdidas ante el cambio climático.
- Eje Rector 5: Mantener los ecosistemas naturales existentes, así como promover su restauración en sitios estratégicos para que se

asegure su mantenimiento en el largo plazo y a su vez perduren los servicios ambientales que estos ecosistemas proveen al hombre, de forma que ello en su conjunto disminuya la vulnerabilidad ante el cambio climático de los diversos sectores de interés para el estado.

- Eje Rector 6: Optimizar el uso de la energía y la eficiencia en las comunicaciones y transporte, dentro de un marco de desarrollo sostenible, que repercuta a nivel social, industrial y de infraestructura, entre otros.

Además de lo anterior, se plantean los Ejes Transversales encaminados a incrementar las capacidades de adaptación de los diversos sectores y disminuir los efectos esperados del cambio climático. Los Ejes Transversales son:

- Eje Transversal 1: Disponer de un marco de políticas públicas en el estado de Hidalgo que contemple y apoye las medidas de adaptación ante el cambio climático en el Estado.
- Eje Transversal 2: Incentivar de manera activa la educación, investigación y uso y desarrollo de tecnologías dirigidas a fortalecer el desarrollo sostenible del estado de Hidalgo, que a su vez favorezcan las capacidades de adaptación de todos los sectores ante el cambio climático.

### 7.3.3.3. Selección y priorización de opciones y políticas de adaptación al cambio climático para el Estado de Hidalgo

En función de los Ejes Rectores planteados, se seleccionaron las opciones de adaptación más relevantes. Un mismo Eje Rector puede incluir uno o mas sectores. A continuación se presenta las opciones de adaptación, el objetivo de cada una y los criterios con los que se aplicaría.

#### Eje Rector 1

Asegurar el uso eficiente de los recursos hídricos del Estado, así como mejorar la calidad del agua disponible para la población y ampliar la red de su distribución.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
Recursos hídricos		
1. Eficiencia de uso del agua y de la irrigación agrícola	Modernización tecnológica para el uso de sistemas de riego eficientes que minimicen las pérdidas por evaporación y escurrimientos	Aceptación de nueva tecnología por parte de los productores agrícolas; disponibilidad de tecnología; costo de inversión.

2. Restauración de ecosistemas prioritarios	Manejo integral de cuencas, regulación de escurrimientos superficiales y mantener (o reconstituir) barreras naturales que regulen el flujo de agua y evite inundaciones	Posibilidad de uso de la tierra con fines de restauración ecológica; costos de inversión; disponibilidad del conocimiento técnico científico para la restauración; aceptación por parte de las comunidades locales
3. Construir infraestructura para potenciar la recarga de acuíferos.	Asegurar la recarga de acuíferos	Contar con la autorización local para hacer la infraestructura requerida en las formaciones geológicas claves donde hay mayor recarga de acuíferos; disposición de mapa de zonas de recarga
4. Construcción de presas	Garantizar la disponibilidad de agua para la población a lo largo del año	Costo de inversión; aceptación pública.
5. Concientización sobre manejo y ahorro del agua.	Garantizar racionalidad en el uso del recurso hídrico	Contar con la aceptación del público
6. Desarrollar e implementar campañas de educación del mejor uso del agua.	Optimizar el uso doméstico del agua, minimizar los desperdicios	Contar con la aceptación del público; disponer de buenas estrategias de educación
7. Fomentar la adopción de cambios tecnológicos en el consumo de agua, los procesos y dispositivos de almacenamiento	minimizar los desperdicios domésticos e industriales de agua, mediante mejoras tecnológicas	Contar con tecnologías domésticas e industriales que disminuyan la tasa de consumo requerida per capita; costos de inversión
8. Mejora en los sistemas de drenaje	Minimizar las pérdidas debidas a fallas en drenaje	Disponibilidad presupuestal para mejora de drenajes urbanos
9. Manejo de los focos de contaminación puntual para mejorar la calidad del agua.	Aumentar la disponibilidad de agua de mejor calidad	Conocer la ubicación de los focos de contaminación y el tipo de contaminantes
10. Reutilización del agua	Minimizar la demanda per capita de agua	Aceptación por la población local
11. Captura y almacenamiento de agua de lluvia con métodos tradicionales	Optimizar el uso del agua	Aceptación y voluntad de la población local
12. Plantación de jardines que incorporan plantas seleccionadas por su uso eficiente del agua.	Disminuir la demanda de agua y proveer de servicios culturales a las comunidades humanas	Conocer un abanico de especies que hagan un uso más eficiente del agua
13. Sistemas de separación de aguas negras.	Reducción de contaminación de cuerpos de agua	Conocimiento tecnológico para manejo de aguas negras
14. Reducir los eventos de inundación y minimizar los impactos de las inundaciones por medio de infraestructura verde en zonas urbanas (espacios verdes, árboles en las calles, parques, instalaciones deportivas al aire libre, jardines privados y los techos o paredes verdes)	El establecimiento y la protección de la infraestructura verde en las zonas urbanas permite atenuar los flujos máximos e inhibir las inundaciones repentinas. Además, provee de un espacio de esparcimiento y aprendizaje.	Disponibilidad del terreno para ejecutar estas infraestructuras; aceptación por la población local; conocimiento de ecotecias
15. El uso de 'pavimentos frescos' o 'pavimentos porosos'.	Permitir la infiltración; permitir la recarga de acuíferos; regulación de escurrimientos superficiales	Aceptación por parte de la población local

### Eje Rector 2

Minimizar el riesgo ante el cambio climático de los asentamientos humanos en el Estado, así como planificar adecuadamente la distribución geográfica de nuevos asentamientos acorde con la vulnerabilidad observada. Así mismo, minimizar los riesgos de los hidalguenses en su salud e integridad.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
Asentamientos humanos		
1. Incorporar criterios preventivos ante el cambio climático en el diseño de los ordenamientos territoriales	Planificar el desarrollo urbano; disminuir la población vulnerable al cambio climático en el futuro	Contar con información veraz sobre cuales son los sitios y población más vulnerable en el Estado para el desarrollo del ordenamiento territorial.
2. Construir obras de amortiguamiento	Disminuir la exposición de las poblaciones al riesgo de daños por fenómenos meteorológicos	Disponibilidad presupuestal para construir obras de amortiguamiento.
3. Reubicar familias asentadas en áreas de riesgo e instrumentar acciones coercitivas y penales	Frenar el crecimiento urbano irregular y así evitar el incremento de la población vulnerable.	Contar con espacios seguros para la reubicación de población vulnerable, aceptación por parte de la población y aplicación más rigurosa de las leyes por parte del gobierno, para evitar nuevos asentamientos en sitios de riesgo.
4. Mejorar la capacidad de respuesta ante desastres (planeación de acciones de evacuación en regiones vulnerables; diseño de programas de atención expedita y eficaz a damnificados)	Disminuir las afectaciones de los desastres climáticos sobre la población.	Disponer de datos sobre los riesgos, vulnerabilidad y capacidad de respuesta ante desastres de cada región del Estado; contar con sistemas de alerta temprana; así como asignación de recursos para que la población enfrente los eventos climáticos extremos.
5. Incrementar la capacidad y la eficiencia de las redes de drenaje	Evitar sobrecargas en las redes de drenaje que pueden llegar a ocasionar inundaciones.	Contar con presupuesto para la incorporación de un sistema de drenaje que permita una mayor captación y desalojo de aguas negras; concientizar a la población para evitar afectaciones en el drenaje debido a un mal empleo del mismo.
6. Adecuar códigos de construcción y ajustar la infraestructura existente para mejorar el equilibrio térmico de los inmuebles, captar agua de lluvia para usos no potables, reciclar agua para usos diversos e incrementar la resistencia a vientos huracanados.	Hacer construcciones sostenibles que optimicen el uso de los recursos naturales.	Contar con una normatividad que incorpore los lineamientos que debe cumplir la infraestructura para que sea sostenible; apoyo financiero y técnico para el desarrollo de infraestructura sostenible.
7. Desarrollar una normatividad para la construcción de vivienda que incorpore criterios de utilización de materiales, equipos e instalaciones ahorradoras de energía, disposición adecuada de desechos, sistemas de recarga y tratamiento de aguas. Incluyendo además el apoyo en mecanismos financieros, como las hipotecas verdes y fideicomisos para el ahorro de energía.	Construir viviendas sostenibles, que permitan mantener los recursos naturales, evitando la menor contaminación en el entorno.	Difusión de las ventajas y beneficios que proporcionan las viviendas sostenibles; disponibilidad y aceptación de la población para la incorporación de nuevas características en sus viviendas y apoyo por parte del gobierno para el desarrollo de viviendas más sostenibles.



8. Desarrollo de un plan de acción para la atención a grupos vulnerables ante eventos climáticos extremos.	Dar atención oportuna y eficaz a poblaciones propensas a afectaciones debido a eventos climáticos extremos.	Contar con recursos financieros destinados a la preparación de un plan de acción y a la repuesta en casos de eventos climáticos extremos; recursos humanos destinados a la respuesta en casos eventos extremos; conciencia y compromiso de las autoridades para la reducción de desastres.
Salud		
9. Asignar más recursos para atención médica básica y monitoreo de índices de morbilidad en zonas susceptibles a enfermedades infecciosas y por vectores.	Mejorar la salud en las poblaciones más propensas a las enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores.	Incorporación de una mayor proporción de recursos financieros destinados al monitoreo y control de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores, en zonas que pueden ser afectadas .
10. Mejora de las medidas de monitoreo y control de enfermedades sensibles al clima.	Evitar la diseminación de enfermedades que podrían aumentar su rango de distribución debido a los efectos del cambio climático y reducir al mínimo su efecto en la salud de la población.	Contar con información científica sobre cuales son las enfermedades que podrían aumentar su proliferación debido al cambio climático, cual podrían ser los sitios donde se podrían presentar y las posibles afectaciones que podrían causar; participación de la sociedad en el desarrollo e implementación de medidas preventivas ante enfermedades.
11. Agua salubre y mejora de los saneamientos.	Reducir los riesgos para la salud, prevenir la contaminación y mejorar la calidad de vida en zonas urbanas y rurales.	Participación de la población para evitar la descargas de desechos en los afluentes y reservorios de agua; disponibilidad de recursos para mejorar el saneamiento.
12. Mejorar sistemas de aislamiento, ventilación y control de temperatura en viviendas.	Reducir morbilidad y mortalidad por deshidratación durante olas de calor.	Aceptación de la población; apoyo del gobierno a la sociedad para la obtención de sistemas para el control de temperatura.
13. Aplicar políticas específicas para reducir el riesgo de la población más sensible a los impactos climáticos con especial atención a las grandes ciudades y a los posibles contagios de enfermedades infecciosas en las zonas rurales.	Fortalecer y mejorar la respuesta y atención medica en las zonas urbanas y rurales, ante los posibles impactos del cambio climático en la salud humana.	Crear e implementar políticas publicas enfocadas a aumentar la resiliencia a enfermedades infecciosas; contar con financiamiento gubernamental para la mejora y creación de unidades de salud en aquellas regiones donde hay grandes centros urbanos y zonas rurales vulnerables a enfermedades infecciosas.
14. Atención a grupos vulnerables por enfermedades infecciosas respiratorias y gastrointestinales.	Disminuir la proporción de individuos afectados por enfermedades infecciosas, respiratorias y gastrointestinales, así como reducir la mortalidad provocada por dichas enfermedades.	Aumentar y asegurar el acceso a servicios de salud a la población que es más vulnerable a enfermedades gastrointestinales, infecciosas y respiratorias; contar con campañas de salud para prevención de dichas enfermedades en aquellas regiones más vulnerables.
15. Campañas de atención en temporada de olas de calor.	Prevenir y reducir la proliferación de enfermedades provocadas por el aumento de temperaturas.	Difundir información a la población sobre medidas preventivas que evitan o disminuyen problemas de salud en temporadas de calor; contar con servicios médicos para evitar la diseminación de enfermedades en temporadas de olas de calor.

### Eje Rector 3

Promover un desarrollo sostenible mediante el incentivo de estrategias productivas (agrícolas, ganaderas, silvícolas, tradicionales, turismo) que sean más resilientes ante el cambio y variabilidad del clima en las próximas décadas.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
Agricultura		
1. Rotación de cultivos y otros métodos relacionados.	Lograr la sostenibilidad en el uso del suelo, a partir de la alternancia de cultivos que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión.	Contar con información sobre los cultivos que pueden ser empleados en la rotación de cultivos en cada región del Estado; conocimiento y aceptación por parte de los agricultores, de la importancia y beneficios de la rotación de cultivos.
2. Implementación de un sistema de control de plagas y enfermedades.	Disminuir la pérdida de cultivos agrícolas causadas por organismos patógenos que podrían aumentar su incidencia y distribución debido al cambio climático.	Tener información de las plagas y enfermedades que afectan los cultivos en el Estado; determinar métodos para su control y/o eliminación; contar con financiamiento para la implementación de los sistemas de control.
3. Siembra de cultivos y variedades con bajos requerimientos de agua.	Asegurar la obtención de cosechas en sitios donde disminuirá la disponibilidad de recursos hídricos.	Disponibilidad de datos sobre aquellos cultivos que resisten mejor el estrés hídrico, el tiempo necesario para su desarrollo, rendimientos y mercado potencial; contar con el financiamiento para la compra de semillas con bajos requerimientos de agua y apoyo técnico para su cultivo en aquellos sitios con poca disponibilidad de agua.
4. Almacenamiento preventivo de granos y alimentos.	Compensar cosechas malas.	Participación de la población en el almacenamiento de granos y alimentos, como medida preventiva ante épocas de escasez.
5. Diversificación y reconversión productiva.	Lograr el uso óptimo del suelo y reducir la siniestralidad, para minimizar los riesgos productivos y mejorar las condiciones de seguridad alimentaria.	Contar con financiamiento para la incorporación de diversos cultivos en de las tierras agrícolas, así como para la adopción de nuevos sistemas y procedimientos de producción; asesoría técnica a los productores y aceptación por parte de los agricultores.
6. Recuperación de prácticas agrícolas ancestrales en zonas de montaña.	Mantener la agricultura de ladera y conservar hábitats y capital genético de los cultivos tradicionales y comerciales.	Participación de los agricultores mediante el desarrollo y conservación de sus prácticas agrícolas tradicionales; la difusión de estas a nuevas generaciones; dar a conocer y difundir cuales son las practicas agrícolas tradicionales en el Estado.
7. Uso adecuado de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.	Reducir los efectos de la contaminación del suelo y del agua superficial.	Que los productores conozcan los efectos negativos que provoca el uso excesivo fertilizantes, pesticidas y herbicidas en la salud y en el ambiente; aceptación y participación de los agricultores; que los agricultores cuenten con el apoyo de personas capacitadas en el uso adecuado de pesticidas, herbicidas y fertilizantes, entre otros .
8. Difundir los seguros agrícolas basados en índices meteorológicos.	actividades agrícolas que exigen una inversión inicial más alta.	Difundir información sobre qué son los seguros agrícolas, sus costos y cuáles son los beneficios, que brindan, entre otros; contar con la aceptación por parte de los agricultores.
9. Cultivo de alimentos en invernadero.	Evitar y /o disminuir la pérdida de productos agrícolas, aumentar el rendimiento en una menor de superficie.	Contar con la infraestructura y tecnología necesaria para el desarrollo de invernaderos; información y asesoría a los agricultores sobre el manejo de invernaderos; aceptación de la población.

10. Tratamiento de aguas para riego.	Lograr obtener agua de calidad adecuada para su reutilización, una agricultura más sostenible y proteger cuerpos de agua evitando la descarga de aguas residuales.	Disponibilidad de recursos económicos para el desarrollo de infraestructura y adquisición de tecnología para el tratamiento de aguas negras para el riego en tierras agrícolas; participación de agricultores para la reutilización de agua para cultivos.
<b>Ganadería</b>		
11. Diversificación de especies y variedades de ganado.	Introducir especies de ganado de alta producción y más resistente a las afectaciones de cambio climático.	Tener información sobre cuales son las especies y variedades de ganado que pueden ser producidas en las zonas ganaderas del Estado; contar con recursos económicos para introducir una mayor diversidad de ganado; disponer de ganado de buen rendimiento y además resistente a las condiciones climáticas de las diferentes regiones; interés de los productores por la diversificación de sus hatos ganaderos.
12. Ajustar la carga ganadera con la producción de pastos	Evitar pérdidas en la producción ganadera debido a problemas con el suministro de alimento en los sitios de pastoreo.	Contar con capacitación a los productores de cómo determinar la capacidad de carga de las tierras de pastoreo; regular la producción para evitar sobrepasar la capacidad de carga en los sitios destinados a la ganadería; participación de los ganaderos en el manejo del tamaño de sus hatos.
13. Rotar pasturas	Mantener la fertilidad del suelo y reducir los niveles de erosión.	Contar con datos de cuales son las pasturas que pueden ser sembradas de acuerdo a las características del suelo de distintas zonas ganaderas, sin comprometer su fertilidad; inversión de recursos para la adquisición de semillas de distintas pasturas; iniciativa de los ganaderos para implementar la rotación de pasturas.
14. Ordenamiento de áreas de producción pecuaria en zonas libres de riesgos.	Evitar la pérdida de ganado debido a eventos climáticos extremos.	Disponer de la aceptación de los ganaderos para la reubicación de sitios ganaderos que se encuentran en zonas de alto riesgo; contar con sitios aptos para la actividad ganadera e inversión para su desarrollo.
15. Promoción de seguros por pérdidas de ganado ante contingencias climáticas.	Lograr que los ganaderos tengan menores pérdidas económicas debido a los efectos adversos del clima.	Difundir información sobre qué son los seguros ganaderos, sus costos y cuáles son los beneficios que brindan, entre otros; contar con la aceptación por parte de los ganaderos.
<b>Silvicultura</b>		
16. Protección forestal contra incendios.	Difundir e implementar actividades de prevención y control, para disminuir el nivel de ocurrencia de incendios forestales.	Contar con tecnología para una erradicación más rápida de incendios forestales; aumentar y dar mayor énfasis a la educación de la población, en materia de la importancia de los bosques, su cuidado, así como prevención y manejo de incendios forestales.
17. Detener la tasa de deforestación.	Asegurar la permanencia de los bosques y de los servicios ecosistémicos que brindan, como por ejemplo la captación de CO <sub>2</sub> .	Contar con un mayor número de personas capacitadas en la vigilancia y cuidado de los bosques; proporcionar otras alternativas de actividades rentables y más amigables con los bosques, para evitar la tala; participación y aceptación de la población en el cuidado de los bosques.

18. Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales con mantenimiento y reposición adecuada, que ofrezcan materias primas industriales de calidad.	Disminuir la presión sobre los bosques nativos.	Destinar sitios para el desarrollo de plantaciones dedicadas a la producción forestal; contar con capacitación y recursos económicos para echar a andar plantaciones forestales, disposición de la población para disminuir la explotación de bosques naturales y participar en el desarrollo de plantaciones.
19. Plantaciones forestales de protección.	Controlar procesos erosivos, regular el régimen hídrico, captar CO <sub>2</sub> y disminuir su vulnerabilidad frente al cambio climático.	Disponibilidad de recursos económicos y humanos para la reforestación y restauración de bosques, así como para proteger a la población de los efectos negativos del cambio climático.
20. Aplicar la silvicultura urbana (es decir, la creación de parques, plantación de árboles en las calles, el cultivo de árboles dentro de los complejos residenciales).	Mejorar las condiciones de vida en las zonas urbanas, moderando el clima, mejorando la calidad del aire, conservando el agua y dándole albergue a la vida silvestre.	Contar con sitios destinados al desarrollo de áreas verdes; concientizar a la población de los beneficios que brindan; contar con la aceptación de la población.
21. Protección forestal contra plagas y enfermedades.	Disminuir las pérdidas económicas y de diversidad en el sector forestal y evitar un incremento en la incidencia de plagas y enfermedades forestales.	Disponer de datos de las características de las plagas que han afectado o podrían dañar a los bosques en el Estado; contar con expertos en la prevención y manejo; participación de la población en la detección de plagas y enfermedades en áreas forestales.
Turismo		
22. Infraestructura resistente a eventos climáticos extremos, pronósticos del clima y sistemas de alerta.	Evitar y prevenir pérdidas materiales, así como evitar pérdida de vidas humanas en los sitios turísticos.	Disponer de tecnología que pronostique y detecte de manera oportuna eventos climáticos extremos; inversión en la mejora de la infraestructura de la industria turística .
23. Diversificación de las atracciones e ingresos turísticos.	Incrementar la sostenibilidad local y ofrecer alternativas de bajas emisiones de carbono a la actividad turística convencional.	Inversión del sector turístico en el desarrollo de nuevos atractivos y la incorporación de más servicios.
24. Divulgar alertas de deslaves y lluvias torrenciales a empresas que prestan servicios eco-turísticos.	Disminuir los impactos económicos en el sector y aumentar la seguridad de los turistas.	Contar con tecnología que detecte de manera oportuna eventos climáticos extremos en sitios eco-turísticos.
25. Desarrollo de un plan de contingencias enfocado a zonas turísticas.	Establecer las acciones a ejecutar ante la ocurrencia de eventos climáticos extremos, con el fin de proteger las zonas turísticas.	Disponibilidad de recursos para identificar riesgos, evaluación de los riesgos, asignación de prioridades de aplicación; inversión en el desarrollo del documento, su verificación e implementación; difusión del plan entre la población.
26. Mejoras en los estándares de preparación de alimentos en zonas turísticas	Evitar enfermedades gastrointestinales.	Aplicación de la reglamentación a personas que ofrecen servicios de preparación de alimentos.
27. Campañas de alerta en zonas de incidencia de enfermedades.	Prevenir y erradicar enfermedades en sitios turísticos.	Disponibilidad de recursos para la difusión de información para la prevención de enfermedades en sitios donde hay mayor propensión a estas.

### Eje Rector 4

Aumentar las capacidades del sector industrial para realizar sus actividades en el marco de un desarrollo económico, social y biológicamente sostenible, que les permita tanto al sector como a la sociedad en su conjunto minimizar las pérdidas ante el cambio climático.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
Industria		
1. Promover los programas de <i>Industria Limpia</i> y fortalecer el cumplimiento de la legislación.	Lograr establecer una industria con bajas emisiones, descargas y manejo de residuos para mejorar las condiciones ambientales.	Difusión de información sobre la iniciativa de certificación como Industria Limpia de PROFEPA y los requerimientos para dicha certificación; capacidad de las industrias para mejorar aspectos tecnología y administrativos en los procesos de producción para disminuir la contaminación que generan.
2. Plantas de tratamiento de aguas industriales.	Obtener agua de calidad para su reutilización en diversos usos, contribuyendo a un consumo sostenible del agua.	Contar con infraestructura y tecnología para llevar a cabo un tratamiento adecuado de aguas industriales; Disponibilidad de los dirigentes de industrias para realizar un tratamiento de sus aguas residuales y así evitar que contaminen suelos y cuerpos de agua.
3. Desarrollo y mejoras en la infraestructura que amortigüe las temperaturas extremas.	Evitar pérdidas en la producción industrial debido a temperaturas extremas.	Difundir información sobre los beneficios que proporciona en la industria el desarrollo de infraestructura que amortigüe la temperatura; aceptación e inversión de la industria en la implementación de dicha infraestructura.
4. Promoción de planes de seguros que cubran pérdidas y daños asociados con contingencias climáticas.	Lograr que cualquier sector de actividad industrial proteja sus bienes y tenga menores pérdidas económicas debido a los efectos del clima.	Dar a conocer los beneficios que brindan los seguros; contar con la aceptación por parte del sector industrial.
5. Promover la innovación tecnológica y aplicar sistemas de incentivos fiscales a las empresas con inversiones para la transformación tecnológica en proporción a las emisiones disminuidas.	Implementar en la industria, tecnologías con bajo impacto ambiental.	Compromiso de la industria para la inversión e implementación de nuevas tecnologías con menor impacto ambiental; aceptación de la población, de productos obtenidos a partir de bajos impactos en el ambiente.

### Eje Rector 5

Mantener los ecosistemas naturales existentes, así como promover su restauración en sitios estratégicos para que se asegure su mantenimiento en el largo plazo y a su vez perduren los servicios ambientales que estos ecosistemas proveen al hombre, de forma que ello en su conjunto disminuya la vulnerabilidad ante el cambio climático de los diversos sectores de interés para el estado.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
Ecosistemas, biodiversidad y servicios ambientales		
1. Establecimiento y mantenimiento de porcentajes mínimos de cubierta arbórea en tierras de uso agropecuario.	Proteger la capacidad de los ecosistemas de ofrecer servicios ambientales.	Crear conciencia sobre las ventajas que brinda el mantener la cobertura arbórea y contar con la aceptación de la población local.
2. Establecimiento de corredores biológicos entre áreas naturales protegidas y zonas de vegetación natural conservada.	Permitir la migración de especies a regiones climáticamente más aptas.	Disponer de información científica sobre sitios potenciales para ser conservados; contar con el apoyo de la población y gobierno en la gestión y manejo de áreas protegidas, promoción de la valoración de los servicios ambientales de las áreas naturales protegidas.
3. Prevención de invasiones, control y erradicación de especies invasoras.	Acabar con especies exóticas que representan una de las principales amenazas para las especies autóctonas y para su hábitat.	Contar con expertos en el manejo y erradicación de especies invasoras; contar con el equipo para evitar la proliferación de especies invasoras; dar a conocer a la población, los efectos negativos que pueden provocar especies invasoras.
4. Regresar las tierras con baja fertilidad a los bosques.	Disminuir la degradación de la tierra y el estrés hídrico.	Aceptación de la población local
5. Mantener y desarrollar áreas naturales protegidas, manejo de ecosistemas, monitoreo y conservación <i>in situ</i> .	Conservar los recursos naturales y los beneficios que brindan como: Regulación del clima, captación de agua, control biológico, mantenimiento de diversidad, fuentes de alimento, etc.	Contar con la asistencia del gobierno para evitar el saqueo de recursos en áreas naturales protegidas, así como ofrecer alternativas de desarrollo económico a la población local para evitar una explotación irracional; incorporación de la población en la gestión y manejo; dar a conocer y crear conciencia de los servicios ambientales de las áreas naturales protegidas.
6. Crear y proteger los espacios azules, tales como ríos, lagos y canales urbanos.	Proporcionar un hábitat para las especies nativas, ayudar a manejar las crecientes temperaturas de mediante el enfriamiento por evaporación y disminuir las inundaciones, proporcionando zonas de almacenamiento del exceso de agua.	Posibilidad de disponer de sitios para el desarrollo de reservorios de agua; costo de inversión; disponibilidad de la población para conservar los ecosistemas acuáticos.
7. Reducción de la contaminación orgánica (especialmente nitratos) en ecosistemas acuáticos.	Evitar la eutrofización que afecta a la biodiversidad (incluyendo especies de importancia comercial) y la calidad del agua.	Aplicación de reglamentación que evite el vertido de contaminantes en cuerpos de agua; compromiso y valoración del agua, por parte de la población en general.

**Eje Rector 6**

Optimizar el uso de la energía y la eficiencia en las comunicaciones y transporte, dentro de un marco de desarrollo sostenible, que repercute a nivel social, industrial y de infraestructura, entre otros.

Sectores/Opciones de adaptación	Objetivo	Criterios de aplicación
<b>Energía</b>		
1. Eficiencia energética.	Desarrollar y obtener tecnologías que ahorren energía.	Contar con mayor inversión para la obtención de tecnologías más eficientes en el uso de energía.
2. Fomentar el desarrollo de plantas de generación eléctrica con fuentes de energía renovables.	Reducir la dependencia de combustibles fósiles y aprovechar las condiciones territoriales de mayor incidencia solar, viento, etc.	Contar con investigación sobre las fuentes renovables de energía y posibles sitios del Estado donde pueden ser explotadas; aceptación de fuentes de energía renovable por parte de la población.
3. Desarrollo de sistemas de alerta temprana para el desbordamiento de presas y ríos que comprometan la generación de energía eléctrica.	Prevenir y evitar la interrupción de la generación y abastecimiento de energía eléctrica.	Disponibilidad de recursos financieros para la modernización y adquisición de sistemas de alerta temprana.
4. Instalación de techos solares que incorporan paneles solares.	Reducir a largo plazo los costos de mantenimiento y contribuir al menor uso de energía.	Contar con una mayor difusión de los beneficios que proporcionan los paneles solares; aceptación de la población; apoyo financiero a la población para la adquisición de paneles solares.
5. Modernización del potencial hidroeléctrico y eficiencia de los sistemas de almacenaje de energía.	Minimizar el consumo y pérdida de energía y reducir las emisiones de GEI.	Disponibilidad de recursos financieros para la modernización y adquisición de sistemas de almacenaje de energía.
6. Fomentar la ventilación natural y luz natural.	Aumentar la ocupación continua de instalaciones aún durante cortes de energía.	Disponer de financiamiento para hacer y adaptar infraestructura con sistemas luz y ventilación natural; contar con aceptación de la sociedad.
<b>Comunicaciones y transporte</b>		
7. Mejorar las infraestructuras de transporte.	Facilitar la evacuación en situaciones de desastre así como para amortiguar la perturbación de ecosistemas y la fragmentación de poblaciones silvestres.	Contar con mayor inversión en el desarrollo de infraestructura de transporte adaptada para resistir eventos climáticos extremos.
8. Normas de diseño y planificación de carreteras, ferrocarriles y otras infraestructuras.	Hacer frente al calentamiento y a los fenómenos de drenado.	Determinar aquellos requerimientos que debe cumplir la infraestructura de transporte y comunicación para evitar pérdidas humanas y económicas, así como para evitar incomunicación de la población por eventos extremos.



#### 7.3.3.4. Estimación de la inversión económica requerida

Un paso fundamental en el planteamiento de la EACCEH es determinar el monto económico requerido para ejecutar las opciones de adaptación. En el Estado de Hidalgo, los requerimientos económicos necesarios para realizar las acciones de adaptación parten de las recomendaciones y análisis hechos por dos textos dedicados al análisis de los costos económicos asociados al cambio climático: “Economía del Cambio Climático” (Stern, 2007) y “La Economía del Cambio Climático en México” (Galindo, 2009).

- Cálculo de la inversión requerida para medidas de adaptación ante el cambio climático en el estado de Hidalgo

Con base en lo planteado tanto en el informe Stern como en Galindo (2009), es claro que los costos de la inacción son mucho más elevados que los de la inversión en medidas de adaptación. Esto muestra de forma evidente que es necesario dar prioridad a la inversión en medidas de adaptación en el Estado.

De acuerdo a las recomendaciones de ambos informes se concluye que al menos se debe invertir el 1% del PIB anualmente para poder hacer frente adecuadamente al cambio climático. En el caso de Hidalgo, su PIB para el año 2008 fue de \$192,441,438,000 pesos corrientes. Por lo tanto, aplicando el criterio del 1%, se requeriría de cerca de \$1,924,414,380 pesos como inversión anual para hacer frente al cambio climático en el estado. Debe señalarse que no necesariamente esta es una inversión *adicional* a las inversiones que ya ejecuta el Gobierno Federal y Estatal para Hidalgo, sino que como se discutirá posteriormente es un dinero que debe invertirse para lograr varias metas de manera simultánea. Además, hay mecanismos de financiamiento que parcialmente pueden cubrir esta necesidad de inversión (ver sección D.3.6).

Como punto de referencia, debe señalarse que el total de egresos para el ejercicio 2008 para el estado fue de \$25,511,900,000 (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2008). Por lo tanto, la inversión anual requerida representa cerca de un 7.5% del presupuesto disponible en el estado para todos los gastos de inversión que se requieren en todos los sectores. La comparación de estas dos magnitudes muestra que la inversión en las medidas de adaptación es significativa con relación al presupuesto de inversión del Estado y también muestra que está dentro de los límites posibles. Debe recordarse que este monto no necesariamente representa un 7.5% de inversión *adicional*, sino que *al menos en parte* ya está siendo considerada en la inversión en algunos sectores, como se explicará mas adelante.

### 7.3.3.5. Análisis de factibilidad y viabilidad de las medidas de adaptación por sector para el Estado de Hidalgo

Existen diversos métodos para priorizar las medidas de adaptación. Una de las opciones más comunes es hacer un análisis costo-beneficio. Otra opción es análisis costo-efectividad, en la cual se fija una meta para la reducción de daños y se escoge la vía más barata para alcanzarla. Una opción adicional es el análisis de impacto, que se basa en escoger una acción y tratar de cuantificar las consecuencias de implementarla; en este último caso se requiere contabilizar los beneficios directos, beneficios indirectos, costos de inversión, costos generados por insumos requeridos, costos de operación, mantenimiento, control y monitoreo.

En los casos anteriores se debe considerar, de inicio, que hay recursos cuyos valores son muy difícil de cuantificar, así como estimar los costos de los daños como efectos del cambio climático. Además, existe muy poca información disponible para realizar cualquiera de estos cálculos. Entre la información más relevante se encuentran varias estimaciones en Galindo (2009), realizadas para México. Información adicional clave sobre los costos y beneficios de medidas de adaptación al cambio climático está disponible en el portal de la Agencia de Cooperación Alemana – GIZ (<http://www.riesgocambioclimatico.org/CostosBeneficiosACC/>). Por último, de acuerdo con Galarza y von Hesse (2011) algunas de las estimaciones de costos disponibles en la literatura señala lo siguiente: en Bolivia la construcción de represas se estima que fluctúa entre USD 300 mil y USD 5.9 millones (según capacidad); en Bolivia el costo de construcción de un microreservorio oscila entre USD 3 500 y USD 5 500; en Chile se estimó que la formación de una red de Áreas Naturales Protegidas cuesta USD 2557 millones (en el escenario A2) o USD 1248 millones (bajo el escenario B2).

En lo que respecta al estado de Hidalgo, no se cuenta con estimaciones precisas para cada uno de los sectores de interés. Por lo tanto, en esta EACCEH se optó por distribuir la inversión requerida con base en una comparación de la aportación relativa que hace cada uno de los sectores al PIB estatal y por otro lado, evaluar la inversión que se efectúa en el gasto público. Con base en estas dos aproximaciones y teniendo en cuenta los objetivos básicos de la EACCEH se planteó la distribución porcentual de la inversión requerida para afrontar el CC en el Estado de Hidalgo. A continuación se desarrollan cada uno de estos puntos mencionados.

#### ► Aporte de cada sector al PIB Estatal

A partir del Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2010) se obtuvieron los datos del PIB del estado de Hidalgo durante el periodo 2003-

2008. Posteriormente, se hizo una reorganización de esa información, subdividiendo el PIB en 10 sectores<sup>4</sup>. El sector que más aporta al PIB del estado de Hidalgo es la industria. En 2008 dicho sector aportó \$37,505,033,000 pesos (a precios constantes), lo cual representa el 29.1% del PIB estatal, seguido por el sector infraestructura/asentamientos humanos con 24.3% y el sector comercio y servicios con 20.2 %. Mientras que el resto de sectores aportaron el 26.5% restante del PIB.

► Inversión del gasto público en el Estado de Hidalgo

De acuerdo con la información de la Cuenta Pública (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2008) durante el año 2008 se invirtió un total de 25 mil 511.9 millones de pesos en el gasto público del Estado de Hidalgo. El gasto público fue destinado a distintos rubros y la mayor parte fue destinado a la educación (44%) con un total de 11,152,108,150 millones de pesos, seguido por las aportaciones destinadas a los municipios con 4,472,766,739 millones de pesos.

En lo que respecta a los egresos por regiones del Estado, el Valle del Mezquital tuvo la mayor cantidad de recursos con 1,256 millones de pesos, no obstante cabe mencionar que en esta región se distribuyen 27 municipios. Finalmente, a nivel de municipio la capital del Estado tuvo los mayores egresos, seguido por Huejutla de Reyes y Tulancingo de Bravo.

► Priorización de inversión en acciones de adaptación ante el CC para el estado de Hidalgo

Como ya se mencionó, tomando como criterio inicial el PIB estatal, se estima que se deben destinar anualmente \$ 1,924,441,380 pesos a los sectores para hacer frente al cambio climático, mediante la implementación de estrategias de mitigación y adaptación. Debido a la transversalidad en la inversión requerida entre sectores, este monto no necesariamente representa una inversión *adicional*, sino que *al menos en parte* ya está siendo considerada en la inversión en algunos sectores.

Aún así, se requiere establecer con claridad cómo asignar esta inversión entre los sectores más relevantes en el Estado. Para esto se tomó como criterios los siguientes: a) ¿es un sector que requiere apoyo gubernamental para frenar/disminuir su problemática ante el CC? o por el contrario, ¿es un sector relativamente autosuficiente para hacerlo? (es decir, tiene los medios de

<sup>4</sup> 1) agricultura, ganadería y recursos forestales, pesca y caza; 2) industria; 3) energía y agua; 4) turismo; 5) salud pública; 6) transporte; 7) infraestructura y asentamientos humanos; 8) comercio y servicios; 9) educación; 10) otros.

lograrlo por si mismo); b) ¿es un sector que sobresale porque se invierte muy escasamente en él?; c) ¿es un sector indispensable para que otros sectores se mantengan en el largo plazo y/o es indispensable para que la situación del CC no empeore en el Estado?.

Con base en lo anterior se propone que la prioridad de inversión en acciones de adaptación ante el CC en el estado de Hidalgo por sector es la siguiente:

**Prioridad uno** (la más prioritaria): se propone una inversión de entre un 50 a 60% del monto de adaptación al CC para el estado. Incluye tres sectores enmarcados en dos Ejes Rectores.

- Sector Asentamientos humanos y salud (Eje Rector 2): se consideró muy prioritario dado que: 1) requiere del apoyo gubernamental para lograr minimizar los efectos del CC, especialmente la población más vulnerable y los municipios donde hay una mayor densidad de población vulnerable; aún así, se reconoce la capacidad de adaptación de la población humana en general a su medio, aunque el acompañamiento gubernamental es fundamental para lograr adecuados ordenamientos territoriales, establecimiento y reubicación de viviendas a sitios poco vulnerables, etc. 2) el sector salud es uno de los que se espera que se afecte más por el CC y tiene una relativa escasa inversión del gasto público. 3) el bienestar humano es el argumento que en últimas justifica en gran medida la estrategia de adaptación que se está planteando.
- Sector Ecosistemas, biodiversidad y Servicios ambientales (Eje Rector 5): se seleccionó como muy prioritario debido a que: 1) el mantenimiento de los ecosistemas y de los servicios que éstos proveen es la condición básica requerida para hacer frente al CC; de esta forma, este sector es indispensable para el mantenimiento de cualquiera de los otros sectores. 2) su conservación puede verse favorecida y depende en gran medida de acciones gubernamentales. 3) es urgente una mayor inversión en el sector para asegurar su mantenimiento.

**Prioridad dos** (de prioridad intermedia): se propone una inversión de entre un 20 a 40% del monto de adaptación al CC para el estado. Incluye tres sectores enmarcados en dos Ejes Rectores.

- Sector Recursos hídricos (Eje Rector 1): este sector es indispensable para el mantenimiento y desarrollo humano, así como para

mantener los ecosistemas antrópicos y naturales. Por otro lado, el sector requiere la inversión y el control gubernamental para asegurar el abasto, buen uso y buena calidad del recurso.

- Sector energía y comunicaciones y transporte (Eje Rector 6): el asegurar la disponibilidad de energía y eficiencia de su uso es indispensable para los diversos sectores que la requieren. Además, para lograr el desarrollo sostenible de cualquier zona está demostrado que la pieza clave es asegurar la eficiencia en la energía, lo cual también implica comunicaciones y transporte.

**Prioridad tres** (la de menor prioridad): se propone una inversión de entre un 10 a 20% del monto de adaptación al CC para el estado. Incluye varios sectores enmarcados en dos Ejes Rectores.

- Los sectores incluidos son por un lado la industria y por otro los sectores productivos (agricultura, ganadería, silvicultura, turismo). Evidentemente todos estos sectores son claves en el estado y son vulnerables al CC. Sin embargo, se considera que hasta cierto punto los industriales y los productores agrícolas de mediano y alto nivel tienen mayor capacidad de responder por sus propios medios ante el CC, por lo que se les da una baja prioridad. Sin embargo, también se parte del hecho que el mantenimiento de los otros sectores (por ejemplo hídrico, ecosistemas) tiene un beneficio indirecto sobre los sectores productivos, por lo que al asegurar estos sectores básicos, se está también favoreciendo a los sectores productivos mencionados. A pesar de su relativa autonomía, se requiere de la inversión gubernamental para promover ciertas acciones de adaptación al CC pues estos sectores son la base del sustento económico de la población en el estado, razón por la cual son indispensables.

Por último, la priorización de sectores y de acciones dentro de cada uno de los sectores es una labor que deberá hacerse en un futuro con base en las consultas ciudadanas y de futuros análisis económicos que ayuden a decidir donde invertir el dinero para acciones de adaptación ante el CC.

#### *7.3.3.6. Responsables de las acciones y fuentes potenciales de financiamiento*

Las acciones de adaptación ante CC en el Estado de Hidalgo deberán ser lideradas por una comisión ex profeso, conformada por diversos actores tales

como municipios, iniciativa primada, secretarías, etc. Sin embargo, algunas acciones claramente dependen de las Secretarías destinadas a este fin. A pesar de las sugerencias anteriormente, debe aclararse que sólo mediante una consulta pública en donde participen los diversos actores y sectores involucrados, será posible asignar/asumir responsabilidades de coordinación/ implementación de acciones ante el CC en el estado.

La inversión planteada en la presente EACCEH puede ser obtenida de la combinación de las siguientes fuentes: fondos estatales destinados a ello, fondos federales destinados a CC, bolsa conjunta creada por diversos sectores (iniciativa privada, paraestatales, municipios), apoyos nacionales y/o internacionales para realizar acciones de adaptación ante el CC.

A continuación se indican algunas fuentes de financiamiento para emprender acciones de adaptación ante el CC, las cuales potencialmente podrían ser útiles para que el gobierno del Estado y demás dependencias puedan gestionar estos recursos. Existe una serie de instituciones de índole internacional y nacional que han desarrollado fondos destinados a apoyar y proporcionar recursos financieros a los países, regiones y grupos más vulnerables, para el desarrollo e implementación de proyectos para hacer frente al cambio climático.

Dentro de las instituciones internacionales se encuentra el Banco Mundial que a desarrollado el fondo de tecnología Limpia y el fondo estratégico del clima, entre otros para promover la aplicación de tecnologías limpias y la obtención de financiamiento para abordar el CC, respectivamente. Otra institución internacional es Global Environment Facility, que cuenta con el fondo de adaptación que proporciona financiamiento a los proyectos y programas de adaptación en los países en desarrollo que participan en el Protocolo de Kyoto y son muy vulnerables a los efectos del cambio climático. También el Banco Interamericano de Desarrollo, apoya a las actividades de la Agenda de Cambio Climático en México relacionadas con la implementación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

En lo que respecta a nivel nacional, existen algunas instituciones que se encargan de administrar recursos financieros, destinados al desarrollo de proyectos que fortalezcan a cada sector ante el cambio climático. Algunas instituciones que hay en el país son: Banco Mexicano de Comercio Exterior, CONACYT, Secretaría de Energía (SENER) y Nacional Financiera (NAFIN). En el caso del Banco Mexicano de Comercio Exterior, cuenta con el Fondo Mexicano de Carbono que promueve e identifica proyectos que impliquen el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), y/o que por sus características reduzcan las emisiones de GEI. NAFIN, por su parte apoya el financiamiento de proyectos de energía renovable.



### 7.3.3.7. Indicadores de monitoreo

El monitoreo tiene como propósito dar seguimiento a la estrategia de adaptación y llevar un registro de los impactos del cambio climático, con la finalidad de evaluar si los resultados de las acciones implementadas son positivos o negativos y de esta manera utilizar esta información en la toma de decisiones de manera oportuna.

A continuación se mencionan algunos indicadores para el monitoreo de la capacidad de adaptación, que han sido propuestos por el CARE International (2010) para ayudar a la supervisión y evaluación de la capacidad de adaptación de la población. Los indicadores aquí mencionados son algunos de los que son considerados a nivel familiar/individual y de gobierno local/comunitario por CARE International (2010). Dentro de los indicadores a nivel familiar se encuentran: % de familias que adoptan estrategias de subsistencia nuevas, resilientes al clima, basadas en información sobre este último; % de familias que cultivan productos resilientes a peligros climáticos que afectan la zona objetivo (por ejemplo, variedades resilientes a la sequía); % de familias que practican la agricultura de conservación; % de familias con fuentes de ingreso no agrícolas; % de familias que han incrementado sus ingresos; % de incremento en la producción de cultivos básicos; % de familias que refugian a su ganado en lugares protegidos y/o que tienen un punto de evacuación seguro; % de miembros de la comunidad (vulnerables/no vulnerables) que conocen el plan de manejo de desastres; % de miembros de la comunidad (vulnerables/no vulnerables) que conocen los procedimientos de emergencia; % de miembros de la comunidad que podrían requerir de asistencia para la evacuación y que poseen un plan adecuado, entre muchos otros indicadores.

Con respecto a algunos de los indicadores a nivel de gobierno local/comunitario que enlista CARE Internacional son: Existen los mecanismos para difundir información sobre el clima (pronósticos estacionales, proyecciones climáticas, análisis de riesgos, etc.), desde el nivel nacional al local; Las instrucciones políticas concretamente apuntan a reducir la vulnerabilidad al cambio climático; Existe un plan de manejo local de desastres; existen dispositivos de almacenamiento de provisiones de emergencia; Las agencias de gobierno local tienen centros de coordinación para el cambio climático; Las instituciones de investigación locales y ONG cuentan con expertos en cambio climático; Las instituciones locales de gobierno y no gubernamentales utilizan herramientas para analizar la vulnerabilidad; El análisis de vulnerabilidad está integrado en la planificación; Las instituciones locales de gobierno y no gubernamentales conocen las tendencias climáticas; Las instituciones locales de gobierno y no gubernamentales conocen las estrategias de adaptación; entre otras.



*7.3.3.8. Criterios que se deben considerar para incorporar las medidas de adaptación en el PEACCH, para que sean consideradas en la planificación de políticas públicas y programas de desarrollo en el Estado de Hidalgo*

Como ya se ha notado a lo largo de este escrito, la presente EACCEH se basa en la Economía Ecológica, en donde se está planteando toda la estrategia con base en los sectores que son más vulnerables al CC y que tienen menos capacidades de acción para afrontar el CC.

De esta forma, se le da prioridad a los sectores más pobres de la población (y a los municipios más vulnerables), pues son éstos quienes necesitan de un mayor apoyo gubernamental para enfrentar el CC. Se parte de que con base en un criterio social y biológico como el planteado se logrará un beneficio para todos los sectores y se hará frente adecuadamente al CC en el Estado.

## 7.4 Conclusiones

- Las proyecciones de cambio climático para el Estado de Hidalgo, muestran que en general habrá un aumento en las temperaturas y una disminución considerable en la precipitación. Se espera que esto incrementara la desertificación del territorio hidalguense, no obstante se prevé que algunas zonas serán más áridas que otras.
- Los escenarios de cambio climático muestran que para el año 2020 aumentará la distribución de sitios áridos y algunos municipios como Ixmiquilpan podrían empezar a desertificarse; para el año 2080 las proyecciones muestran que la porción del Estado por donde atraviesa el Eje Neovolcánico llegara a presentar clima árido casi en su totalidad y en la porción de la Sierra Madre Oriental se modificarán grandes extensiones de bosque.
- Si bien se prevé que el CC afectara a todo el Estado de Hidalgo, hay algunas regiones que podrían verse más afectadas como es el caso del Valle del Mezquital. La región presenta una alta densidad poblacional, concentrada en centros urbanos, los cuales podrían verse sometidos a un alto estrés hídrico en el futuro, pues los escenarios de CC indican que habrá una mayor aridez y algunos sitios podrían llegar a ser desérticos. Otras regiones que podrían ser más afectadas son la Zona Otomí-Tepéhua y la Huasteca Hidalguense, pues la disminución de precipitación y el aumento de temperatura, podrían dar lugar a un cambio drástico en la ve-

getación causando afectaciones en la diversidad y grandes pérdidas en el sector primario que corresponde a la principal actividad económica.

- Entre los sectores que posiblemente se vean más afectados están: el sector hídrico, debido a que disminuirá la disponibilidad y calidad de agua para uso humano. Por lo cual, puede incrementarse los casos de deshidratación y mortalidad por olas de calor. Así como el sector agrícola y ganadero, pues la menor disponibilidad de agua y una mayor estacionalidad, darán lugar a pérdidas de ganado y cultivos con altos requerimientos hídricos y de los cultivos de temporal.
- Se plantean seis Ejes Rectores de la EACCEH a partir de los cuales se proponen una serie de acciones de adaptación específicas para cada sector.
- Se propone que para enfrentar adecuadamente el CC en el estado de Hidalgo debe hacerse una inversión mínima anual del orden de \$1,924,414,380 pesos corrientes. Este monto podría obtenerse por medio de una combinación de estrategias y no sólo del gasto público.
- Se plantea que los sectores salud, asentamientos humanos, así como el de ecosistemas, biodiversidad y servicios ambientales son los sectores más prioritarios para invertir en ellos y así mejorar las capacidades de adaptación ante el CC en todo el estado.



## 7.5 Referencias

- Adger, W. N. 2006. "Vulnerability", *Global Environmental Change*, 16 (3): 268-281.
- Anzaldo Gómez C., Barrón López E. A. y M. Prado López. 2010. Marginación socioeconómica en las cuencas hidrográficas. En: Cotler Ávalos H. Las cuencas Hidrográficas de México. SEMARNAT, INE u Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México. p 68-73.
- Banco Mundial. 2006. Energía Limpia y Desarrollo: Hacia la creación de un marco de inversiones. DC2006-0002, Banco Mundial, Washington, DC, USA. 47 p. [http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20898168/DC2006-0002\(S\)-CleanEnergy.pdf](http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20898168/DC2006-0002(S)-CleanEnergy.pdf)
- Bizikova L., T. Neale y I. Burton 2008. Canadian communities' guidebook for adaptation to climate change. Including an approach to generate mitigation co-benefits in the context of sustainable development. Primera edición. Medio Ambiente de Canadá y la Universidad de British Columbia, Vancouver. 100 p.

- Bunge, V. 2010 a. La disponibilidad natural de agua en las cuencas de México. En: Cotler Ávalos H. Las cuencas Hidrográficas de México. SEMARNAT, INE u Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México. p 88-91.
- Bunge, V. 2010 b. La presión hídrica en las cuencas de México. En: Cotler Ávalos H. Las cuencas Hidrográficas de México. SEMARNAT, INE u Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México. p 46-49.
- CARE International. 2010. Esquema de hitos e indicadores para la adaptación comunitaria. CARE International e Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD). <http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Indicadores.pdf>
- COESPO. 2010. Hidalgo. Densidad de población municipal. Comisión Estatal de Población y Secretaría de Gobierno. México. [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/densidad\\_pob\\_2010.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/descargables/densidad_pob_2010.pdf)
- CICC. 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Comisión Intersectorial de Cambio Climático y SEMARNAT. México. 157 p. [http://meteorologia.semarnat.gob.mx/cambio\\_climatico/estrategias.pdf](http://meteorologia.semarnat.gob.mx/cambio_climatico/estrategias.pdf)
- Consejo estatal de Ecología Hidalgo. 2011. Nuestro Territorio. <http://coedeh.hidalgo.gob.mx/>
- Cuevas M. L., Garrido A., Pérez Damián J. L. y D. Iura González. 2010 a. Estado actual de la vegetación en las cuencas de México. En: Cotler Ávalos H. Las cuencas Hidrográficas de México. SEMARNAT, INE y Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México. p 50-58.
- Cuevas M. L., Garrido A., Pérez Damián J. L. y D. Iura González. 2010 b. Proceso de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. En: Cotler Ávalos H. Las cuencas Hidrográficas de México. SEMARNAT, INE y Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México. p 50-58.
- Espinosa García J. A., Cuevas Reyes V., Moctezuma López G., Romero Santillán F., Jolalpa Barrera J. L., Bustos Contreras D. E. Y A. Vélez Izquierdo. 2009. Visión Estratégica para el análisis de cadenas agroalimentarias en el Estado de Hidalgo. SAGARPA, INIFAP y CENID Fisiología Animal. México. 159 pp.
- Estrategia de Mitigación y Adaptación del estado de Puebla ante el Cambio Climático. 2010. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/>
- Galarza, E. y M. von Hesse. 2011. Costos y Beneficios de la Adaptación al Cambio Climático en América Latina. Informe final realizado para la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ). 74 pp. [http://www.riesgoycambioclimatico.org/CostosBeneficiosACC/ACC\\_FINAL\\_3AGOSTO.pdf](http://www.riesgoycambioclimatico.org/CostosBeneficiosACC/ACC_FINAL_3AGOSTO.pdf)
- Galindo, L. M. 2009. La economía del cambio climático en México. Síntesis. Secretaría de Hacienda y Secretaría de Medio Ambiente. México. 67p. <http://www.eclac.cl/dmaah/noticias/paginas/2/35382/Sintesis2009.pdf>
- GIZ. 2011. Plataforma de soporte Global y Regional de los Impactos del Cambio Climático (CI:GRASP, por sus siglas en inglés). [www.cigrasp.org](http://www.cigrasp.org)

- Gobierno del Estado de Hidalgo. 2008. Cuenta Pública 2008. Gobierno del Estado de Hidalgo. [http://transparencia.hidalgo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19](http://transparencia.hidalgo.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=19)
- Hægstad Flåm, K. and Birger Skjærseth Fridtjof, J. (2008). Financing climate change adaptation in developing countries: Current picture and future possibilities. Norwegian Church Aid. Occasional Paper 02/2008. Nansen Institute.
- INE. 2010. El Cambio Climático en México. Información por Estado y Sector. Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT y Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. [http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/index.html](http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/index.html)
- INEGI. 2000. La Migración en Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía y Coordinación General de Apoyo al Hidalguense en el Estado y el Extranjero. México. 69 p. <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. 2005. Mapas para imprimir. <http://cuentame.inegi.org.mx/mapas>
- INEGI. 2008. SCNМ: Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 284 p. <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. 2010 a. Información por entidad. <http://cuentame.inegi.org.mx>
- INEGI. 2010 b. SCNМ : Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2003-2008. Segunda Versión. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 383 p. <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. 2011. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change Secretariat. Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch>
- Lim B. y E. Spanger-Siegfried. 2005. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático : Desarrollo de Estrategias, Políticas y Medidas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. New York, USA. 258 p. [http://www.asocam.org/biblioteca/ASO\\_SEM9\\_025.pdf](http://www.asocam.org/biblioteca/ASO_SEM9_025.pdf)
- Magaña, V. 1999. Los Impactos de El Niño en México. México: Secretaría de Gobernación. [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/el\\_nino/index.html](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/el_nino/index.html)
- Martínez, J. y A. Fernández Bremauntz. 2004. Cambio climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales , México. 525 p. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/437.pdf>
- Pavón, N. P., Cruz Domínguez P. E. y J. Bravo Cadena. 2010. Primera etapa del programa estatal de acción ante el cambio climático del estado de Hidalgo. Diagnóstico del Impacto de la Variabilidad del Clima y Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos en Sistemas Naturales y Humanos. Universidad

- Autónoma del estado de Hidalgo, Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 113 p.
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. 2006. Oficina Española de Cambio Climático (OECC). 59 p. [http://archivo.presidencia.gub.uy/\\_web/cambio\\_climatico/Plan\\_Nal\\_Espana.pdf](http://archivo.presidencia.gub.uy/_web/cambio_climatico/Plan_Nal_Espana.pdf)
- Programa Veracruzano ante el Cambio Climático. 2009. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 194 p. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/>
- Programa de Acción ante el Cambio Climático para el estado de Nuevo León (PEACC-NL). 2010. Centro de Calidad Ambiental Tecnológico de Monterrey – Campus Monterrey, Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/>
- SAGARPA. 2006. Fichas municipales. SAGARPA. México. <http://www.campohidalguense.gob.mx/>
- Schipper E. L. F., Cigarán M. P. Y M. Mckenzie. 2008. Adaptación al cambio climático: el nuevo desafío para el desarrollo en el mundo en desarrollo.
- Secretaría de Obras Públicas, Comunicaciones, Transportes y Asentamientos. 2005. Programa Estatal de comunicaciones 2005-2011. México. 41 pp.
- SENER. 2008. Políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento. Gobierno Federal y SENER. 49 p. [http://www.sener.gob.mx/res/0/Mecanismos\\_financiamiento.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/0/Mecanismos_financiamiento.pdf)
- Serafín-Aguilar M. 2011. Vulnerabilidad al Cambio Climático en el Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México. PP
- South Centre. 2008. The role of decentralized renewable energy Technologies in adaptation to climate change in developing countries. SC/ GGDP/AN/ ENV/5: 1-32. (<http://www.southcentre.org/>)
- Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreviewreportcomplete.pdf>

## Agradecimientos

**E**n el esfuerzo por lograr este estudio externamos nuestro sincero agradecimiento a todas las instituciones que colaboraron en integrar la información y a quienes nos facilitaron esta misma:

- Coordinación de Cambio Climático y Dirección de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología (INE),
- Dirección de Recursos Naturales, Dirección de Impacto Ambiental y Manejo Integral de Residuos, y Dirección de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI)
- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación en el Estado de Hidalgo (SEMARNAT),
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT)
- Comisión Nacional del Agua Delegación Hidalgo (CONAGUA)
- Programa de Estudios de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (INIFAP),

- Secretaría Estatal de Agricultura Desarrollo Agropecuario (SADER),
- Comisión Nacional Forestal Delegación Hidalgo (CONAFOR),
- Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo (CEAA)
- Dirección de Refinación de Petróleos Mexicanos. Gerencia de la Región Centro y Refinería Miguel Hidalgo. (PEMEX)
- Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Instituto de investigaciones Forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)
- Universidad Politécnica Francisco I Madero
- Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital
- Universidad Tecnológica de Tula Tepeji





*Programa Estatal de Acción para el  
Cambio Climático*  
Lydia Raesfeld

Se terminó de imprimir en los talleres  
de la Editorial Universitaria, UAEH  
en diciembre de 2011,  
El tiraje fue de 1,000 ejemplares