



# PERIÓDICO OFICIAL



ÓRGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE TAMAULIPAS

Periódico Oficial del Estado

RESPONSABLE

Registro Postal publicación periódica  
PP28-0009

TAMAULIPAS

SECRETARÍA GENERAL DE GOBIERNO

AUTORIZADO POR SEPOMEX

TOMO CXLI

Victoria, Tam., jueves 15 de septiembre de 2016.

Anexo Número 111

## GOBIERNO DEL ESTADO PODER EJECUTIVO SECRETARÍA GENERAL

PROGRAMA Estatal de Cambio Climático **Tamaulipas** 2015 – 2030

COPIA

# GOBIERNO DEL ESTADO

## PODER EJECUTIVO

### SECRETARÍA GENERAL

#### PROGRAMA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO TAMAULIPAS 2015 – 2030

Programa Estatal de Cambio Climático Tamaulipas 2015 – 2030  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente Gobierno Constitucional del Estado de Tamaulipas



#### PROGRAMA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO TAMAULIPAS 2015 – 2030



#### DIRECTORIO COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

**Ing. Egidio Torre Cantú.-** Gobernador Constitucional del Estado de Tamaulipas.- Presidente de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas.- **Ing. Humberto René Salinas Treviño.-** Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente Secretario Técnico de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas.- **Lic. Herminio Garza Palacios.-** Secretario General de Gobierno.- **Lic. José M. Benites Rodríguez.-** Secretario de Desarrollo Social.- **Dr. Diódoro Guerra Rodríguez.-** Secretario de Educación.- **Dr. Norberto Treviño García Manzo.-** Secretario de Salud.- **C.P. Rafael Ángel Ortiz Salazar.-** Encargado de Despacho Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo.- **M.V.Z. Francisco Jesús Bonilla Pérez.-** Responsable del Despacho Secretaría de Desarrollo Rural.

## RESUMEN EJECUTIVO

El Programa Estatal de Cambio Climático de Tamaulipas 2015 – 2030 (PECC) constituye un instrumento de planeación de mediano y largo plazo orientado a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades productivas del Estado, disminuir la vulnerabilidad de la población, ecosistemas e infraestructura productiva y lograr una adaptación adecuada a los efectos asociados a la variabilidad y el cambio climático. Como todo instrumento de planeación de mediano y largo plazo, plantea una serie de estrategias y líneas de acción que habrán de ser acompañadas de un fortalecimiento institucional del Estado para llevarlas a cabo y para perfeccionar el diagnóstico que aquí se presenta y generar información útil que permita su actualización y un seguimiento, monitoreo y evaluación periódico para asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas que se exponen más adelante; aspectos que se incluyen en el presente documento.

Luego de desarrollar una introducción, antecedentes teórico – metodológicos y el marco jurídico e institucional del cambio climático a nivel federal y estatal, se desarrolla el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el que se identifican las fuentes clave y se proponen 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción para mitigar las emisiones. Se desarrolla asimismo un capítulo sobre la Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en el que se identifican los desastres más importantes por fenómenos hidrometeorológicos extremos a los que está expuesto el Estado; se elaboran escenarios de cambio climático, así como un análisis de la vulnerabilidad desde una perspectiva regional considerando las seis regiones administrativas en las que se divide el Estado; y desde una perspectiva sectorial, es decir, un análisis de las vulnerabilidades más importantes de los sectores ambiental, social y económico – productivo. De dicho análisis, se desprenden 4 Ejes Estratégicos y 49 Líneas de Acción para la adaptación.

### Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Un inventario de GEI es uno de los componentes que forman parte de cualquier programa de acción climática, entendido éste como un instrumento de política pública de mediano y largo plazo que integra un diagnóstico tanto de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Componente de Mitigación) como de la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas económico, social y ambiental (Componente de Adaptación). Del diagnóstico de ambos componentes se desprenden Ejes Estratégicos y Líneas de Acción para mitigar gases de efecto invernadero, disminuir la vulnerabilidad de dichos sistemas y adaptarse al cambio climático.

En lo que respecta al Inventario de Emisiones de GEI, éste se elaboró para el periodo 1990 - 2013 en la medida de la disponibilidad de los datos y generando estimaciones con base en regresiones lineales para aquellos sectores en los que no había cobertura estadística existente durante dicho periodo. Se presentan escenarios tendenciales de emisiones al 2020 y 2030, es decir, en un contexto de Business as Usual (BaU). Se proponen medidas de mitigación de acuerdo con las fuentes clave identificadas y para cada una de ellas, se identifica el potencial de mitigación. El inventario contiene la estimación de las emisiones por fuentes fijas y móviles derivadas de la actividad humana, además de la absorción por sumideros.

El año base del inventario es 2013, a partir del cual se aplica el método del IPCC 2006; sin embargo, en función de la importancia del sector y de los datos disponibles, hay trabajo desarrollado para diferentes años.

Es importante señalar que el Estado de Tamaulipas ya había desarrollado el documento "Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Tamaulipas y Proyecciones de Casos de Referencia 1990 – 2025", con apoyo de la Comisión de Cooperación Ecológico Fronteriza (COCEF), y el Centro de Estrategias Climáticas (Center for Climate Strategies, CCS), publicado en junio de 2010, mismo que tomó como año base 1990 y analizó las fuentes de emisiones hasta 2005 para desarrollar proyecciones hasta el año 2025.<sup>1</sup>

De acuerdo con dicho inventario, Tamaulipas emitió 24.8 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> equivalente), en 2010, basadas en la producción en 2005, lo cual representó en ese momento el 3.8% de las emisiones de GEI a nivel nacional.<sup>2</sup> Este primer inventario estimó un incremento del 43% de las emisiones de GEI en el periodo 1990 – 2005, asociadas fundamentalmente a un incremento en el consumo de combustibles para los sectores generación de electricidad y transporte.

<sup>1</sup> Las proyecciones del inventario realizado por la COCEF se sustentan en una serie de supuestos y estimaciones que no es posible reproducir para el presente inventario, pues aquel se realizó con tres métodos distintos, a saber: EPA, IPCC 1996 e IPCC 2006, con distintos factores de emisión. Por la diferencia de métodos empleados entre ambos inventarios y debido a que los datos para ciertos combustibles provistos por el SIE van desde 1993 y otros desde 1995, se decidió unificar las series del sector energía desde 1995. Los únicos datos que provee el SIE desde 1990 es por emisiones fugitivas, por lo que no era posible iniciar todas las series de datos desde 1990.

<sup>2</sup> Esta comparación de las emisiones a nivel nacional sólo se hace para tener una referencia aproximada, pues se ocuparon metodologías distintas en ambos inventarios.

(COCEF, 2010). El mismo estimó que Tamaulipas duplicaría sus emisiones netas<sup>3</sup> de 13.68 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente en 1990 hasta 26.27 en 2025.

Sin embargo, y de acuerdo con el presente inventario de GEI en el marco del Programa Estatal de Cambio Climático (PECC), las proyecciones del inventario anterior no sólo fueron modestas, sino que los sectores que han sido analizados en el presente muestran un incremento mayor al estimado por el inventario anterior. Por ejemplo, en el año 2010, el inventario elaborado por la COCEF estimó emisiones netas de 18.10 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente, mientras que el presente inventario estimó para ese mismo año y con base en datos más recientes, 36.92 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente, es decir, poco más del doble de lo estimado en el primer inventario.

La principal diferencia se debe a que en el primer inventario se subestimó el consumo del gas natural y por lo tanto sus emisiones, proyectando 12.80 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente para el año 2010, contra 16.8 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente por consumo de gas natural en Tamaulipas, con base en la recolección de datos de actividad de acuerdo a las estadísticas energéticas nacionales.

Para la elaboración del Inventario de GEI, los cálculos fueron realizados a través de hojas de procesamiento de datos construidas con los valores por defecto recomendados en las directrices del IPCC 2006. Estas recomendaciones están dirigidas para las diferentes categorías que emiten GEI: Energía; Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra; Desechos y Procesos Industriales y Uso de Productos. Se tomó como año base 2013 en virtud de la disponibilidad de información y toda vez que gran parte de las series de tiempo cubren hasta este año.

En 2010, las emisiones totales de Tamaulipas ascendieron a 36,918.84 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente correspondiente al 4.93% de las emisiones nacionales reportadas en la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT – INECC, 2012) y que ascendieron a 748,252.20 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. Las emisiones totales de GEI en el 2013 fueron de 38,797.14 Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes. Esto corresponde a 4.96% respecto a las emisiones nacionales estimadas para ese año en la Quinta Comunicación en donde se tomó una tasa de crecimiento medio anual de 1.5% en el periodo 1990 – 2010, y que correspondieron a 782,431.14 Gg CO<sub>2</sub> equivalente.

#### Fuentes clave de emisiones de GEI

La mayor contribución a las emisiones estatales totales proviene de la categoría Energía (industrias energéticas, transporte y otras subcategorías), con el 79.56%; seguido por Agricultura y Ganadería con un 17.27% y la categoría Desechos con un 2.25% de las emisiones totales. La Tabla I muestra el total de emisiones de GEI por sector en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, para el periodo 2010-2013 y su comparación total respecto a las emisiones

**Tabla I.**

Total de emisiones de GEI por Categoría y Subcategoría (Gg de CO equivalente).

Año	Energía	Procesos Industriales y Uso de Productos	Desechos	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra			TOTAL	Nacional **	Porcentaje de emisiones de GEI en Tamaulipas respecto al país
				Agricultura y Ganadería	Quema de Biomasa Forestal *	Cambio de uso del suelo			
2010	28,995.04	484.94	709.45	3,028.87	0.49	3,700.05	36,918.84	748,252.20	4.93%
2011	33,199.63	465.36	718.16	3,142.61	16.15	3,715.15	41,257.06	759,475.98	5.43%
2012	31,863.22	445.94	753.43	3,060.22	1.06	3,677.74	39,801.61	770,868.12	5.16%
2013	30,867.98	442.40	775.27	3,045.22	2.27	3,669.07	38,797.14	782,431.14	4.96%

\*En el año 2011, se presentaron 60 incendios forestales en el Estado que afectaron una superficie de más de 13 mil ha, situación referida por el INEGI (quien reporta casi 15 mil ha afectadas) y por el mismo Gobierno de Tamaulipas, por lo que el dato en ese año sobresale respecto al resto de los años. Se reconoce, sin embargo, que de acuerdo con cifras de la CONAFOR, la mayor parte de los incendios forestales son de tipo superficial que afectan sobre todo vegetación herbácea, arbustiva y en menor medida el arbolado, por lo que este dato no necesariamente representa una pérdida de cubierta forestal.

Fuente: Elaboración Propia con datos del SIE – SENER, SIACON – SAGARPA y SEMARNAT – INECC (2012).

\*\* Para las emisiones nacionales, se tomó el dato de 2010 de la Quinta Comunicación Nacional y se proyectaron al 2013 tomando la tasa de crecimiento medio anual estimada en el periodo 1990 – 2010 que correspondió a 1.5% anual. (SEMARNAT – INECC, 2012)

<sup>3</sup> El Inventario de GEI elaborado por la COCEF hace la distinción entre emisiones netas y brutas. Las emisiones netas incluyen los sumideros de carbono, básicamente por la actividad silvícola y los stocks de carbono y por lo tanto constituyen absorciones, mientras que las emisiones brutas omiten las absorciones y sólo cuantifican las emisiones, por lo que siempre son mayores a las emisiones netas.

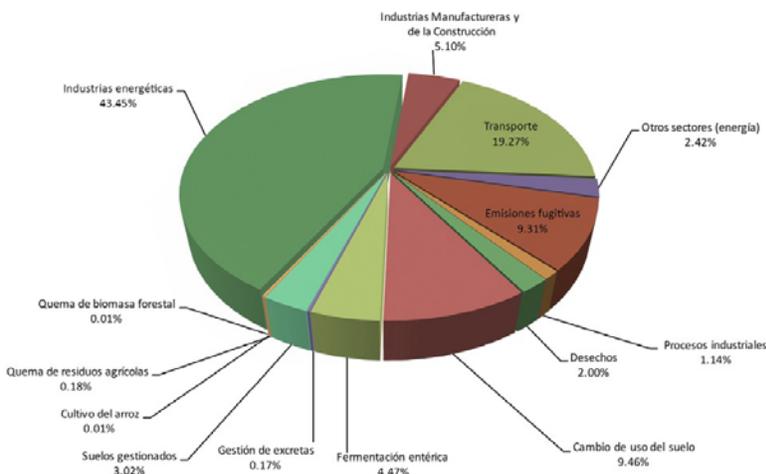
Dentro de la categoría Energía, la subcategoría que más aporta a las emisiones de GEI, es la Generación de Electricidad. Para el año 2013 ésta subcategoría emitió 16,850.53 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que representa el 43.45% del total de las emisiones del sector energético. Sin embargo, Tamaulipas es el segundo productor nacional de energía eléctrica al haber generado 33,558 GWh en 2013, aunque solo consume el 26% de esa energía, pues el resto de la energía se suma al sistema eléctrico nacional para satisfacer la demanda de otras entidades. (Gobierno del Estado de Tamaulipas, s/f).

Le sigue en segundo lugar la subcategoría Transporte, que emite 7,475.85 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y cuya contribución porcentual es de 19.27%. El tercer lugar lo ocupa la subcategoría Cambio de Uso de Suelo con emisiones de 3,669.07 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente correspondiente al 9.46%. El cuarto lugar lo ocupa la Industria del Petróleo y Gas Natural (Emisiones Fugitivas), contribuyendo con el 9.31% (3,611.69 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente). El quinto lugar lo ocupa la subcategoría "Industrias Manufactureras y de la Construcción", contribuyendo con el 5.10% (1,977.58 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente). En sexto sitio se encuentra la fermentación entérica del inventario animal estatal, que contribuye con el 4.47% (1,733.39 Gg CO<sub>2</sub>e). Posteriormente, Otros Sectores de la categoría de Energía (Comercial e Institucional, Residencial y de Servicios y Combustión Agrícola) contribuyen con 938.51 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente correspondiente al 2.42% de las emisiones de GEI de la categoría Energía.

**Gráfica I.**

Porcentaje de las emisiones de GEI por subcategoría para el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.



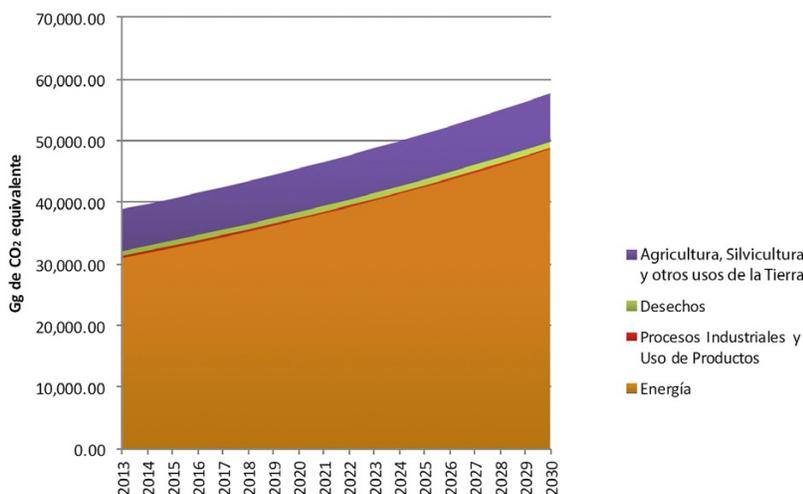
**Línea base y escenarios tendenciales**

Tomando como base las tasas de crecimiento medio anual de las emisiones de las categorías que más emiten, se construyeron la Línea Base y los escenarios tendenciales o Business as Usual (BaU). Los escenarios se estimaron a partir de contar con una serie temporal anual suficientemente grande para poder obtener una tasa, ya sea de crecimiento o decrecimiento. Una vez que se obtuvo la tasa, ésta fue utilizada como factor para obtener los escenarios a futuro de las emisiones. Se realizaron escenarios tendenciales de todos las subcategorías del sector Energía por consumo de combustibles fósiles (gas LP, combustóleo, gas natural, gasolina, diésel y turbosina) y de las subcategorías de la categoría AFOLU. Para el caso de la categoría Desechos se utilizó la tasa de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

**Gráfica II.**

Emisiones de Línea Base al 2030 para el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia.



En la categoría Energía, se confirma una tendencia a la alta del consumo de gas natural, lo mismo que el diésel; mientras que el consumo del resto de los petrolíferos (gas LP, combustóleo, gasolinas y turbosina) permanece relativamente estable hacia el 2030. Con los escenarios BaU, para esta categoría se estiman emisiones del orden de 48,425.58 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente al 2030.

Las emisiones totales proyectadas de 1990 al 2030 en un escenario de Business as Usual (BaU) ascienden a 57,508.49 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y se desglosan en las Tablas II y III.

**Tabla II.** Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas estimadas al 2030 en un escenario BaU (Gg de CO<sub>2</sub> e o miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente).

Sector / Subsector	Emisiones
Industrias Energéticas	24,967.23
Industrias Manufactureras y de la Construcción	2,962.50
Transporte	13,169.89
Otros sectores (Agrícola, Comercial, Residencial y de Servicios) Emisiones Fugitivas	1,271.73
<b>Total Energía</b>	<b>48,425.58</b>
Usos de caliza	71.81
Negro de humo PI	301.58
<b>Total Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	<b>373.38</b>
Tratamiento de RSU	424.67
Residuos-Incineración	191.78
Residuos-Aguas residuales domésticas	408.69
<b>Total Desechos</b>	<b>1,025.14</b>
Manejo de excretas CH <sub>4</sub>	47.44
Manejo de excretas NO <sub>2</sub>	12.66
Emisiones directas de N <sub>2</sub> O en suelos gestionados	1,764.68
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O en suelos gestionados	109.60
Fermentación entérica	2,175.84
Quema de residuos agrícolas	42.27
Cultivo de arroz	10.33
Cambio de uso del suelo	3,521.58
<b>Total Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra</b>	<b>7,684.39</b>
<b>Total de Emisiones estimadas al 2030 en un escenario BaU (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>57,508.49</b>

Nota: Las sumas no necesariamente coinciden con los totales por efecto del redondeo de las cifras.

**Tabla III.** Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas y escenarios al 2030 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente).

Año	Energía					Procesos Industriales y Uso de Productos	Desechos	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura		Total
	Industria Energética	Industrias Manufactureras y de la Construcción	Transporte	Otros sectores (Agrícola, Comercial, Residencial y de Servicios)	Emisiones Fugitivas			Agricultura y Ganadería	Cambio de Uso de Suelo	
1990	722.07	0.00	3,016.20	43.88	1,097.29	148.29	236.46	1,497.20	3,972.72	10,734.11
1991	810.56	0.00	3,244.98	43.40	1,125.09	163.62	264.13	1,470.06	3,959.08	11,080.94
1992	899.06	60.08	3,473.76	42.93	1,195.78	178.95	289.08	1,699.70	3,945.45	11,784.79
1993	987.55	236.57	3,702.54	42.45	1,119.46	194.28	311.74	1,760.82	3,931.82	12,287.23
1994	1,076.04	413.06	3,931.32	41.98	1,132.44	209.62	335.09	1,863.82	3,918.18	12,921.55
1995	1,205.93	692.86	4,173.96	39.66	1,113.04	224.95	363.17	1,879.28	3,904.55	13,597.39
1996	1,246.71	754.11	4,358.18	44.07	1,326.78	240.28	389.84	1,691.05	3,890.92	13,941.94
1997	1,360.66	732.08	4,629.16	41.93	1,632.62	255.61	415.34	1,797.71	3,877.28	14,742.39
1998	1,253.98	1,177.87	4,896.65	35.01	2,176.34	270.94	439.85	1,890.63	3,863.65	16,004.92
1999	1,644.76	1,363.43	5,048.63	41.81	2,636.82	286.27	463.53	1,940.22	3,850.02	17,275.48
2000	2,247.85	1,609.95	5,611.18	55.30	2,440.96	505.17	486.51	2,000.72	3,836.39	18,794.01
2001	2,247.98	1,450.81	5,073.82	58.16	2,548.47	181.15	508.91	2,117.07	3,822.75	18,009.12
2002	4,068.01	1,558.83	4,969.40	57.77	2,554.85	39.14	531.44	2,189.62	3,809.12	19,778.18
2003	4,426.42	1,411.47	6,027.43	88.49	2,596.50	411.44	553.48	2,323.29	3,795.49	21,634.00
2004	8,166.81	1,576.02	6,970.38	87.41	2,859.24	334.41	575.71	2,487.64	3,781.85	26,839.47
2005	9,513.01	1,730.66	6,621.68	106.34	3,212.05	481.30	597.47	2,540.13	3,768.22	28,570.86

Año	Energía					Procesos Industriales y Uso de Productos	Desechos	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura		Total
	Industria Energética	Industrias Manufactureras y de la Construcción	Transporte	Otros sectores (Agrícola, Comercial, Residencial y de Servicios)	Emisiones Fugitivas			Agricultura y Ganadería	Cambio de Uso de Suelo	
2006	11,781.31	2,034.92	6,990.29	808.43	3,655.04	431.85	619.77	2,522.52	3,754.59	32,598.72
2007	13,553.92	2,027.52	7,683.79	972.73	3,808.64	474.93	641.59	2,637.35	3,740.95	35,541.43
2008	13,321.37	1,931.13	8,959.80	1,023.19	3,606.79	418.84	663.00	2,752.17	3,727.32	36,403.61
2009	15,053.67	1,924.00	7,778.50	986.54	3,687.49	354.67	684.05	2,922.44	3,713.69	37,105.04
2010*	14,947.26	1,941.87	7,603.49	1,050.06	3,452.37	484.94	709.45	3,028.87	3,700.05	36,918.36
2011*	18,981.75	2,086.90	7,903.69	1,071.91	3,155.37	465.36	718.16	3,142.61	3,715.15	41,240.90
2012*	17,959.69	2,205.92	7,322.84	993.35	3,381.41	445.94	753.43	3,060.22	3,677.74	39,800.54
2013*	16,859.28	1,977.58	7,475.85	938.51	3,611.69	442.40	775.28	3,045.22	3,669.07	38,795.14
2014	17,252.91	2,025.16	7,715.41	954.71	3,723.12	437.46	793.97	3,074.50	3,660.39	39,637.63
2015	17,655.78	2,073.88	7,964.58	971.27	3,838.00	432.62	811.79	3,125.26	3,651.72	40,524.88
2016	18,068.09	2,123.78	8,223.67	988.21	3,956.41	427.90	828.85	3,177.95	3,643.04	41,437.90
2017	18,490.07	2,174.87	8,493.11	1,005.53	4,078.48	423.30	845.27	3,232.65	3,634.37	42,377.65
2018	18,921.96	2,227.20	8,773.33	1,023.25	4,204.32	418.80	861.12	3,289.42	3,625.69	43,345.08
2019	19,363.97	2,280.78	9,064.80	1,041.38	4,334.04	414.42	876.47	3,348.33	3,617.01	44,341.19
2020	19,816.36	2,335.65	9,367.99	1,059.93	4,467.76	410.15	891.37	3,409.46	3,608.34	45,366.99
2021	20,279.35	2,391.85	9,683.41	1,078.91	4,605.60	405.99	905.89	3,472.88	3,599.66	46,423.54
2022	20,753.22	2,449.39	10,011.60	1,098.34	4,747.70	401.94	920.08	3,538.68	3,590.99	47,511.94
2023	21,238.20	2,508.32	10,353.12	1,118.24	4,894.19	397.99	933.98	3,606.96	3,582.31	48,633.30
2024	21,734.56	2,568.67	10,708.54	1,138.61	5,045.19	394.16	947.61	3,677.80	3,573.64	49,788.78
2025	22,242.57	2,630.47	11,078.48	1,159.47	5,200.85	390.43	961.02	3,751.31	3,564.96	50,979.57
2026	22,762.51	2,693.75	11,463.60	1,180.84	5,361.32	386.81	974.20	3,827.60	3,556.28	52,206.92
2027	23,294.66	2,758.56	11,864.57	1,202.74	5,526.73	383.30	987.19	3,906.77	3,547.61	53,472.12
2028	23,839.29	2,824.93	12,282.10	1,225.17	5,697.25	379.89	1,000.01	3,988.94	3,538.93	54,776.51
2029	24,396.71	2,892.90	12,716.94	1,248.16	5,873.04	376.58	1,012.65	4,074.24	3,530.26	56,121.49
2030	24,967.23	2,962.50	13,169.89	1,271.73	6,054.24	373.38	1,025.14	4,162.81	3,521.58	57,508.49

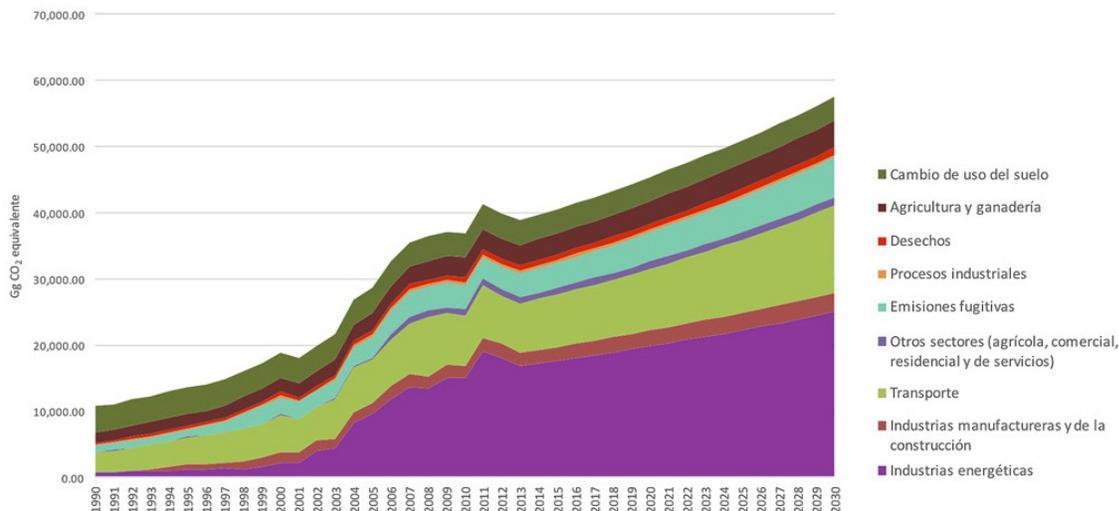
Fuente: Elaboración propia.

\* Los datos de 1990 a 1995 del sector Energía; de 1990 a 1999 del sector Procesos Industriales y de 1990 a 2009, son datos estimados a través de regresiones lineales debido a la falta de datos para esos años. No se incluyó el subsector Quema de Biomasa en Tierras Forestales pues sólo fue posible obtener datos de 2010, 2011, 2012 y 2013 en las bases de datos, con lo que no es posible establecer regresiones lineales confiables para estimar series de datos más largas. Esto motivó diferencias en los totales de los años 2010 al 2013 respecto a la Tabla I.

**Gráfica III.**

**Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas y Escenarios al 2030 (Gg de CO<sub>2</sub> e o Miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente).**

Fuente: Elaboración propia.



**Ejes Estratégicos, líneas de acción y escenarios de mitigación**

Con base en los resultados del inventario, se identificaron las fuentes clave y a partir de ellas se proponen 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción con un potencial de mitigación de 16,062.33 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente acumulado hacia el año 2020 y de 74,262.08 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente acumulado para 2030 respecto al año base (2013), lo que representa una reducción estimada del 13.24% respecto al escenario BaU.

**Tabla IV.** Ejes Estratégicos y Líneas de Acción en materia de Mitigación de GEI en el Estado de Tamaulipas.

	Potencial de Mitigación	
	Gg de CO2 equivalente acumulado (2020)	Gg de CO2 equivalente acumulado (2030)
M.1. Impulso al uso de energías renovables	5,830.38	30,301.25
M.1.1. Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos	5,791.79	30,176.93
M.1.2. Impulsar el aprovechamiento del potencial solar del Estado de Tamaulipas	38.58	124.32
M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado	150.16	525.57
M.2.1. Cambiar el inventario de luminarias convencional en las principales ciudades del Estado por luminarias de a eficiencia energética	150.16	525.57
M.2.2. Diseño e instrumentación de un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos	NA	NA
M.2.3. Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos	NA	NA
M.3. Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas	5,589.21	18,965.36
M.3.1. Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del Estado.	2,071.14	7,415.22
M.3.2. Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para incorporar a todos los vehículos particulares del Estado	878.46	3,145.10
M.3.3. Reingeniería de la tenencia vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y la movilidad no motorizada	2,639.61	8,405.04
M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal	212.96	1,647.36
M.4.1. Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores	83.72	810.39
M.4.2. Diseño e instrumentación de un Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario.	129.24	836.97
M.5. Manejo integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales	4,279.62	22,822.53
M.5.1. Manejo integral de residuos sólidos urbanos y habilitación de rellenos sanitarios en 8 municipios del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso, introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano	1,260.65	3,576.47
M.5.2. Ampliar la cobertura y mejorar las instalaciones para el tratamiento del agua residual doméstica	3,018.97	19,246.06.17
M6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado	NA	NA
M.6.1. Diseño e implementación de un Programa de Reporte de Emisiones de GEI en la industria, comercio y servicios	NA	NA
<b>TOTAL DE POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE LAS MEDIDAS</b>	<b>16,062.33</b>	<b>74,262.08</b>

**Nota:** Los supuestos a partir de los cuáles fue estimado el potencial de mitigación se desarrollan en el Capítulo 5 y en el Anexo 3. Las sumas de las cifras no necesariamente coinciden por el redondeo de los decimales.

Fuente: Elaboración propia.

NA: No aplica

La implementación de algunas de estas medidas se encuentran alineadas y generan sinergias con la Agenda Energética de Tamaulipas; aunque requieren también la construcción de una agenda estatal de cambio climático que sea acordada y a la que se le dé seguimiento en el marco de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas (CICCTAM), no solamente en materia de mitigación, sino también en materia de adaptación.

**Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el Estado de Tamaulipas**

El análisis de vulnerabilidad y adaptación se desarrolla a partir de dos perspectivas: 1) una perspectiva desde los sistemas y sectores, es decir, un análisis de la vulnerabilidad de los sistemas social, ambiental y económico - productivo, así como de los sectores primario, secundario y terciario; y 2) una perspectiva desde las regiones, es decir, un análisis de la vulnerabilidad y los retos a los que se enfrentan las seis regiones del Estado.

**Figura I.** Regiones y municipios del Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Gobierno del Estado de Tamaulipas 2013 y bases de datos abierta.

Las seis regiones administrativas coinciden bastante con las cuencas hidrográficas, por lo que tanto los diagnósticos presentados por región, como las estrategias y líneas de acción, atienden el principio de integración territorial señalado en la guía Elementos Mínimos para la Elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas (SEMARNAT – INECC, 2014), con la ventaja adicional de que las regiones se encuentran integradas por municipios completos, lo que facilita la acción y el seguimiento y evaluación del PECC.



**Análisis histórico de los desastres en Tamaulipas**

Tamaulipas, históricamente se encuentra expuesto a impactos por ciclones tropicales, inundaciones, sequías, vientos, incluso por nevadas. Los registros de los que da cuenta el sistema de registros de desastres en línea DesInventar,<sup>4</sup> dan cuenta de que más del 50% de los desastres se relacionan con la presencia de lluvias intensas, huracanes y nortes, mismos que ocasionan desbordamientos de ríos, inundaciones y deslizamientos. Los costos de los impactos ocasionados por ciclones tropicales y frentes fríos que afectaron a Tamaulipas entre el año 2000 al 2010 tuvieron un impacto significativo que ha alcanzado hasta del 0.7% del Producto Interno Bruto (PIB) del estado por el impacto del ciclón tropical Emily en 2005 y del 0.5% en el caso del ciclón tropical Alex en el 2010 (CENAPRED, 2006 y CENAPRED, 2011).

En cuanto a desastres provocados por sequías, el CENAPRED reporta una sequía que duró ocho años (1979 – 1988) que afectó a 1,116,000 hectáreas de cultivo (14% del territorio del Estado) con un costo de alrededor de 47 millones de pesos (corrientes de 2001). En 1995 se repitió el episodio de sequías con registros de pérdida de 98,700 cabezas de ganado en varios estados del Norte, Centro y Sureste del país, entre ellos Tamaulipas. Los cultivos más afectados fueron los de sorgo, trigo y maíz de temporal, así como la producción de naranja y caña de azúcar. En cuanto a incendios forestales, los mismos se presentan entre los meses de marzo, abril y mayo. Los años recientes más severos registrados por el CENAPRED fueron 1999 y 2011. Sin embargo, entre 1999 y 2008 se presentaron un total de 355 incendios forestales que afectaron una superficie forestal de 349.97 km<sup>2</sup> en municipios como Jaumave, Ocampo, Tula, Soto La

<sup>4</sup> Conocido como DesInventar, es un sistema de inventario de desastres en línea sobre los registros de desastres cotidianos de pequeño y mediano impacto construido con aportes de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED). A través de este sistema, es posible conocer de manera confiable, sistematizada y con una metodología común, los desastres más comunes en la región de América Latina y algunos países de África y Medio Oriente; por país, periodo de tiempo, personas y bienes afectados, sectores (transporte, comunicaciones, agropecuario, etc.); pérdidas económicas por sector, entre otras variables. Se ha convertido en una fuente de información útil en los estudios sobre riesgos y vulnerabilidad. Consultable en: <http://www.desinventar.org/es/>.

Marina, Miquihuana y Casas, municipios con una actividad agrícola importante que demuestra una fuerte correlación entre los incendios forestales y las actividades agropecuarias como su detonante.

Los desastres provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos están asociados a ciclones tropicales y frentes fríos o "nortes". En el periodo 2000 a 2010 los municipios más afectados por ambos fenómenos fueron los del centro y norte de Tamaulipas, mismos que a pesar de contar con un grado de marginación bajo y muy bajo (característico del Estado), las afectaciones se dejan sentir fundamentalmente en colonias urbanas con un grado de marginación alto y muy alto, mismas que coinciden normalmente con colonias de origen irregular.

En 2002, hubo otro episodio de sequía que cobró la vida a 400 cabezas de ganado con un costo de 1.8 millones de pesos. En 2011, la sequía afectó a 8 mil 431 productores, 17 mil 637 hectáreas de cultivo y 63 mil 600 unidades animales afectadas, con un costo que superó los 164 millones de pesos.

La sequía en el verano puede agravar la condición seca de invierno y primavera provocando un severo estrés hídrico en la vegetación; condición ideal para la ocurrencia incendios forestales. De 1999 a 2008, se tienen registros de 355 incendios forestales que afectaron una superficie de 349.97 km<sup>2</sup>. Los más severos han sido en 1988 y en 2011.

Respecto a temperaturas extremas, las mayores afectaciones se dan por causas de heladas y bajas temperaturas asociadas principalmente a la inhalación por monóxido de carbono, y en menor medida por hipotermia (apenas 5% de los registros del CENAPRED), aunque también se presentan de manera más frecuente casos de enfermedades en las vías respiratorias. Las bajas temperaturas, aunado con frentes fríos y el aumento en el oleaje, ocasionan tanto pérdidas en el sector agrícola como en la infraestructura portuaria. En contraste, en Tamaulipas también se han presentado temperaturas extremas por arriba de los 40 °C, que llegan a incrementar la incidencia de casos de deshidratación y enfermedades diarreicas agudas. Tras una inundación, temperaturas altas extremas incrementan el riesgo de estos casos. Por ejemplo, tras el paso del Huracán Emily en 2005 se registraron 250 casos de dengue hemorrágico lo que desencadenó la emisión de la alerta sanitaria en el Estado. En 2010 ocurrió algo similar, pues en ese año se presentaron inundaciones severas acompañadas de temperaturas extremas, lo que ocasionó que se presentaran 53 casos de dengue en ese año.

#### **Estimación de peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos**

La caracterización climática y el análisis de la recurrencia de los peligros (amenazas) climáticos es un elemento relevante para identificar el grado de exposición de Tamaulipas ante la variabilidad y el cambio climático. Los peligros climáticos se analizaron a partir de datos climáticos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la CONAGUA, información del diagnóstico climatológico del Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011) y la base de datos observados de la Unidad de Investigación del Clima (Climate Research Unit, CRU) de la Universidad de East Anglia, del Reino Unido. El análisis de los peligros se realizó para el periodo 1961 a 2010.

A partir del análisis de los datos se presupone que la precipitación asociada a un ciclón tropical, además de la ubicación geográfica del meteoro, depende de las condiciones climáticas prevalecientes a nivel continental y subcontinental, como son: posición de los sistemas de alta presión, interacción con sistemas extra-tropicales como los frentes fríos, si es año El Niño/La Niña, la intensidad de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y Oscilación Decadal del Atlántico, entre otras, tal como lo han analizado Englehart y Douglas, (2001) en el caso de la costa del pacífico mexicano en la que identificaron que episodios El Niño (La Niña) coinciden con una actividad reducida (incrementada) de ciclones tropicales, en tanto que la relación es menos clara con respecto a la PDO, probablemente por las diferencias en las escalas de tiempo implicadas; anual y decadal.

En cuanto a lluvias extremas, la lluvia promedio en el periodo 1961-2010 es de 135 mm/mes, siendo el valor más alto en septiembre, en tanto que en los meses de noviembre a abril la precipitación es menor a 25 mm/mes. A partir de la serie histórica de la precipitación mensual en Tamaulipas, se identifica que esta es menor durante la fase positiva de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO<sup>5</sup>) y mayor durante su fase negativa.

El promedio de la precipitación anual acumulada por década para el estado (línea negra en la Gráfica IV) presenta una tendencia de decremento en las décadas '81 a '00 y un incremento en la variable meteorológica en la década '01 a '10. En las regiones administrativas Mante (R5) y Sur (R6) la tendencia es de reducción. En las regiones complementarias en la década '01 a '10 se revierte la tendencia negativa que se presentó en décadas previas.

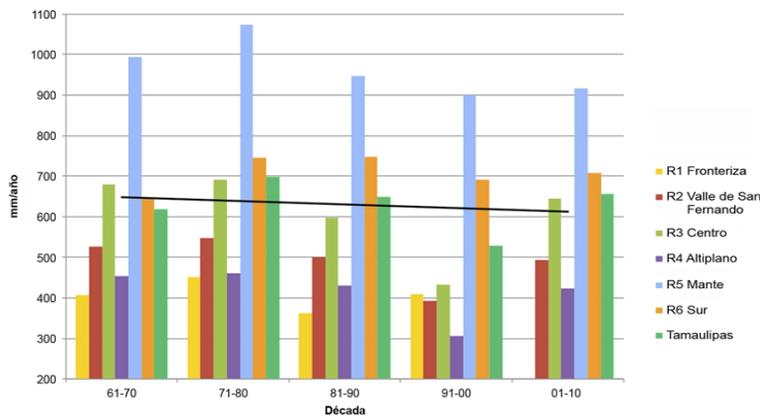
<sup>5</sup> El índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), desarrollado por Mantua et al., (1997), citado por Englehart y Douglas, (2002), es usado para representar la variabilidad océano- atmósfera a través del Pacífico extratropical. La fase positiva (negativa) del PDO es caracterizada por temperaturas de la superficie del mar (TSM) por abajo (arriba) de lo normal en el oeste y centro del Pacífico Norte con temperaturas más cálidas (más frías) que la TSM normal extendida hacia el sur desde el Golfo de Alaska al sur de Baja California Sur.

**Gráfica IV.**

Climatología de la precipitación acumulada anual (mm/año) por década en las regiones administrativas de Tamaulipas.

**Nota:** En la región Fronteriza no se cuenta con datos observados para el periodo 2001-2010 que hayan cumplido con los criterios de selección para la elaboración de la Gráfica.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.



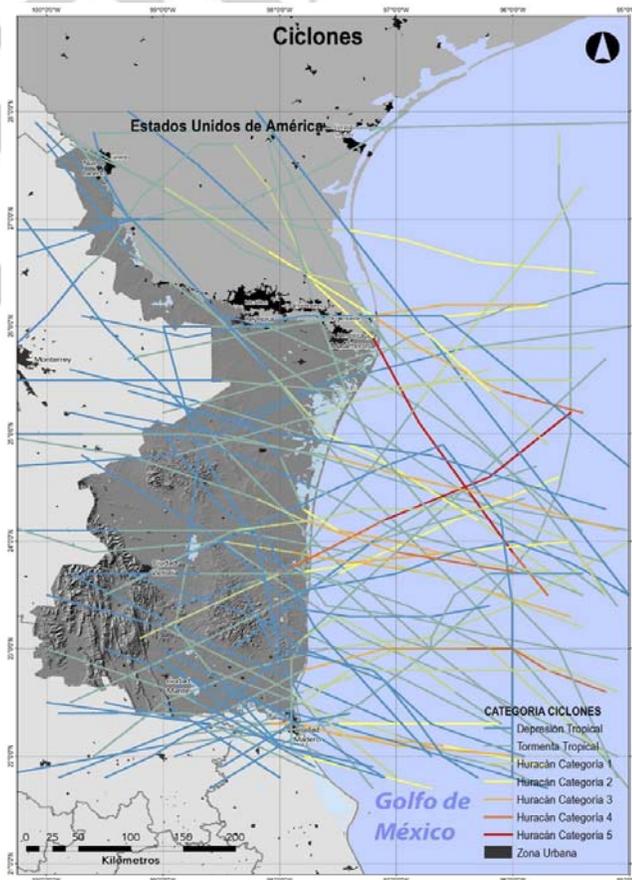
Respecto a la incidencia de ciclones tropicales, la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA), ha reportado 72 ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas durante un periodo de 113 años (1902-2014), iniciando su adentramiento a tierra a través de las regiones Centro (R3) y Sur (R6), principalmente. De los 72 ciclones, 24 corresponden a depresión tropical (DT), 29 a tormenta tropical (TT), 7 a huracán de categoría 1 (H1), 4 a huracán categoría 2 (H2), 6 a huracán categoría 3 (H3), 1 a huracán categoría 4 (H4) y 1 a huracán categoría 5 (H5) (véase Figura II).

La precipitación igual o mayor a la máxima<sup>6</sup> diaria promedio durante el paso de un ciclón tropical pone a prueba los sistemas naturales y humanos ante las afectaciones que se derivan de la lluvia, como son inundaciones y corrimiento o deslave de tierra.

Con respecto al acumulado máximo de la precipitación mensual se identifica que en la región administrativa Mante (R5) se ha incrementado el número de meses por década que se rebasa una precipitación umbral acumulada de 400 mm/mes, mientras que en las regiones administrativas Centro (R3) y Sur (R6) la tendencia es decreciente.

**Figura II.**

Representación de las trayectorias de los ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas en el periodo 1902-2014.



<sup>6</sup> El SMN-CONAGUA define lluvias extraordinarias cuando la precipitación es mayor a 250 mm/24 hrs. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=79](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=79) [Consultado el 21-JUL-15]

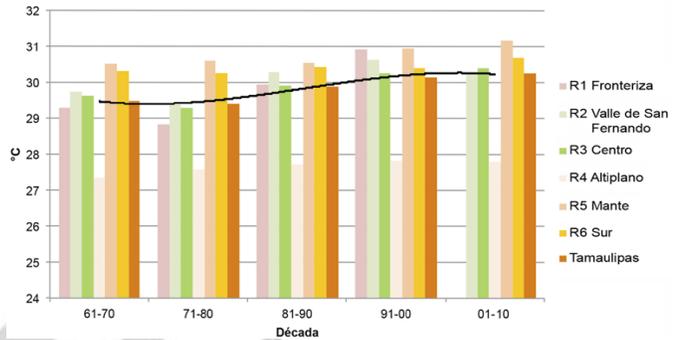
En cuanto a la sequía meteorológica, una serie histórica del Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP) demuestra una tendencia de incremento en la intensidad de la sequía en el Estado, que coincide con un incremento en las hectáreas afectadas por incendios forestales, hasta el año 2001, en donde se percibe una disminución en los incendios forestales a pesar de una tendencia a la alta del IESP, previsiblemente por el fortalecimiento de acciones de emergencia, control y atención a incendios forestales.

La sequía meteorológica, identificada con el grado de severo, es común que se presente desde la parte central hacia la porción suroeste de Tamaulipas, afectando la mayoría de los municipios en las regiones del Altiplano (R4), Mante (R5) y los del centro a suroeste de la región Centro (R3), en los cuales es frecuente que se presenten incendios forestales (Figura III). En el resto del estado la sequía suele ser de intensidad moderada.

Respecto a temperatura máxima, del año 1961 al 2010 la temperatura máxima se incrementó entre 0.5 °C y hasta 1.2 °C en las seis regiones administrativas de Tamaulipas, congruente con la señal de cambio climático a nivel mundial. En cinco de las seis regiones se ha presentado un incremento de la temperatura, mismo que se acentúa en las dos décadas recientes tal como se presenta en la Gráfica V.

**Gráfica V.**

Climatología de la temperatura máxima por década en las regiones administrativas de Tamaulipas.



Nota: En la región Fronteriza no se cuenta con datos observados para el periodo 2001-2010 que hayan cumplido con los filtros de selección.

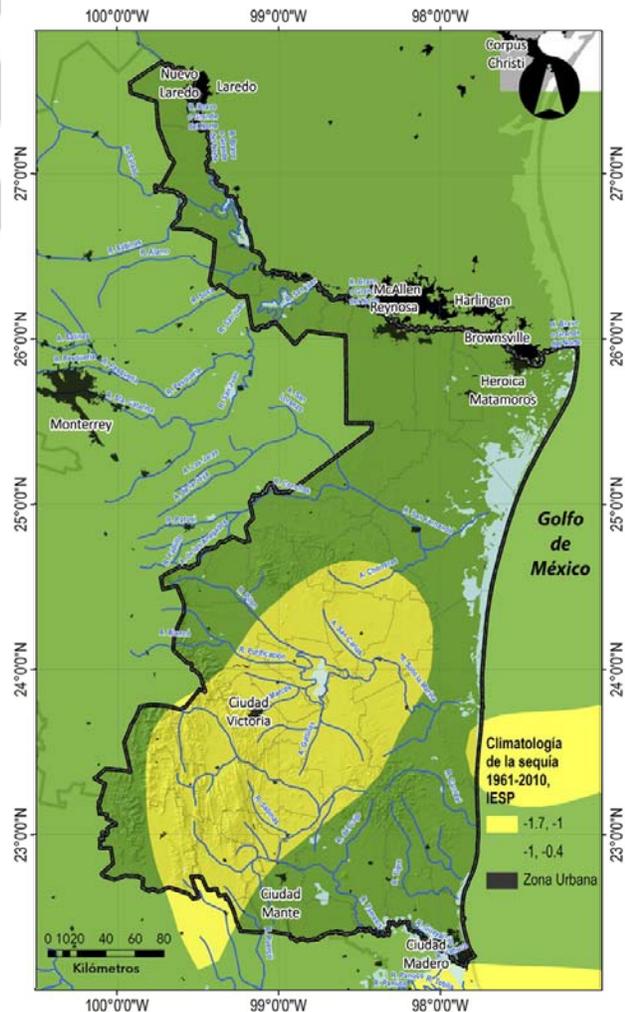
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

Valores extremos de la temperatura mínima anual del periodo 1961-2010 se presentan en la región administrativa del Altiplano (R4) en el suroeste de Tamaulipas, con promedios de 8 °C a 16 °C, en tanto que en las regiones Mante (R5) y Sur (R6) son más cálidas. No obstante, la tendencia de incremento en los valores de la temperatura mínima para el estado en las últimas décadas es imperceptible.

**Figura III.** Patrón espacial de la climatología de la sequía en Tamaulipas en el periodo 1961-2010, representada con el IESP.

Nota: Los rangos representan: Sin sequía para valores mayores a -0.4; sequía moderada para valores entre -1.0 y -0.4; sequía severa para valores entre -1.7 y -1.0; sequía extraordinaria para valores entre -2.3 y -1.7; sequía excepcional para valores menores a -2.3.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.



### Escenarios de cambio climático para el Estado de Tamaulipas

Los peligros climáticos proyectados (futuros) en Tamaulipas bajo condiciones de cambio climático se caracterizaron a partir de los escenarios mensuales proporcionados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para dos periodos de tiempo: Futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099). La información se basa en los nuevos escenarios<sup>7</sup> de cambio climático utilizados en el Quinto Informe del IPCC (2013). Para el caso de Tamaulipas, se tomaron tres de los cuatro escenarios de dicho informe, mismos que fueron regionalizados para México por el INECC y que fueron los escenarios RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Los escenarios mensuales<sup>8</sup> del INECC son para la lluvia, temperatura máxima, mínima y promedio, y cuentan con una resolución espacial de 50 km x 50 km. La base de datos y la descripción de la metodología de regionalización aplicada por el INECC están disponibles en <http://escenarios.inecc.gob.mx/>.

Los tres RCP del INECC sugieren que la lluvia en Tamaulipas disminuirá en el futuro cercano (2015-2039) de 70 a 90 mm por año y en el futuro lejano (2075-2099) de 100 a 170 mm por año. Las regiones al norte del estado es donde se registran las menores precipitaciones anuales (400-600 mm), si a ésta se le incluye una disminución proyectada del orden de 150 mm, algunos sectores socioeconómicos podrían verse severamente afectados en particular el abasto del agua para consumo humano, las actividades agrícolas tanto de temporal como de riego, la ganadería y un incremento en la incidencia de incendios forestales. Se podrían esperar, asimismo, sequías meteorológicas de larga duración (2 o más años), más recurrentes y más prolongadas.

En cuanto a huracanes, algunos estudios para México muestran que la ocurrencia de huracanes categoría 1 o mayor, en especial de aquellos de alta intensidad (categoría 3, 4 y 5) han aumentado en las últimas décadas en el Golfo de México y el Mar Caribe. Esto se relaciona con el aumento de la temperatura de la superficie del agua del mar del Atlántico tropical (INECC, 2012), aunque la señal de los ciclones tropicales que impactan Tamaulipas no es concluyente.

En cuanto a la temperatura media, los escenarios de cambio climático del INECC sugieren que la temperatura promedio en Tamaulipas aumentará de 0.8 °C a 1.6 °C en el futuro cercano y de 2.0 °C a 4.8 °C hacia finales del siglo XXI. En el caso del futuro cercano, los tres escenarios (RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5) muestran diferencias menores a 1 °C entre ellos, sin embargo, en el futuro lejano se presentarían cambios significativos, en particular en las zonas al noroeste y suroeste del estado donde la temperatura promedio podría aumentar 2.0 °C en el escenario de emisión de GEI (RCP4.5) a 4.5 °C en el escenario de alta emisión de GEI (RCP8.5).

Las principales ciudades del estado: Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Ciudad Victoria y Tampico podrían presentar un incremento en su temperatura promedio del orden de 3.5 °C a 4.5 °C en el escenario más drástico (RCP8.5), lo cual representa grandes retos para el sector hídrico y salud, entre otros, ante el incremento de la población y el aumento de la demanda de agua.

Con respecto al incremento del nivel medio del mar, al sur de la costa de Tamaulipas los cambios han sido significativos y en mayor proporción que en el norte en el periodo 1992 – 2012 (Ortega et al., 2013). Altamira y Ciudad Madero muestran los valores más críticos con 1.96 mm/año y 1.85 mm/año, respectivamente. Estas tendencias son congruentes con las estimaciones del IPCC. En contraste, La Pesca y Playa Tepehuajes no presentan tendencias significativas para el periodo 1992-2012. El incremento del nivel medio del mar tendrá afectaciones en los ecosistemas costeros y marinos, la pesca y turismo, debido a afectaciones del entorno marino y estuarino (intrusión de la cuña salina) y la pérdida del suelo costero. Ciudad Madero y Altamira en particular, se encuentran en una situación crítica de exposición a riesgos por la elevación del nivel medio del mar debido a la concentración de población e infraestructura productiva (turismo, la refinería, instalaciones petroleras, el Puerto Industrial de Altamira, el Puerto de Tampico, entre otros).

La importancia de analizar la variación en los valores medios de la temperatura y precipitación bajo cambio climático radica en identificar la dirección del cambio y las condiciones esperadas del clima en el futuro. Las proyecciones del clima para Tamaulipas indican que éste será más cálido y menos húmedo para finales del siglo XXI.

<sup>7</sup> El INECC solo regionalizó tres de los cuatro escenarios de cambio climático disponibles para México como parte del proyecto "Actualización de Escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional" (Cavazos et al., 2013). Por tal razón para el PECC de Tamaulipas solo se tuvo acceso a los escenarios derivados de los RCP 4.5, 6.0 y 8.5. Los escenarios de cambio climático fueron simulados por diversos MCGs como parte de los trabajos realizados en el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 (CMIP5, por sus siglas en inglés) (Stockhouse, et al., 2012).

<sup>8</sup> Los escenarios de los MCG fueron regionalizados por el grupo de modelación del clima coordinado por el INECC mediante la aplicación del método estadístico de Fiabilidad del Ensamble ponderado (REA, por sus siglas en inglés) con respecto a un periodo histórico base (1961-2000) para la parte continental de todo el país en mallas de 50km x 50km, de esta forma generaron un ensamble con la incertidumbre asociada como parte del estudio "Actualización de Escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional" (Cavazos et al., 2013).

Los escenarios y la descripción de la metodología de regionalización aplicada están disponibles en: <http://escenarios.inecc.gob.mx/>.

### Análisis de vulnerabilidad futura: la dimensión sectorial y regional

La información de los extremos de temperatura y precipitación adquiere mayor relevancia para fines de adaptación, en comparación de cuando sólo se considera el cambio en los valores medios, al asociarse a ellos los mayores impactos socioeconómicos registrados en Tamaulipas. Así, tomando como insumo las diferencias en la intensidad del cambio de valores medios y extremos, tanto de temperatura como de precipitación a nivel regional, se definieron probabilidades de ocurrencia de cambios en ambas categorías (temperatura y precipitación).

### Análisis de la vulnerabilidad futura por municipios y regiones

Desde el punto de vista municipal, y con base en una investigación llevada a cabo por el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM, se desarrolló un "Índice de Vulnerabilidad Sintético" tomando una serie de variables sobre exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. (Monterroso et al., 2013). Los resultados de la aplicación de este índice para Tamaulipas dan cuenta de que la vulnerabilidad para la mayoría de los municipios (70%) del Estado es baja y para los restantes 30%, es media. Este resultado se relaciona principalmente con los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa.

**Tabla V.** Resumen de las categorías que componen el índice de vulnerabilidad para Tamaulipas.

Categoría analizada por Monterroso y colaboradores	Municipios en el Estado de Tamaulipas				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Exposición			28	14	1
Sensibilidad	4	36	3		
Capacidad adaptativa			18	24	1
Vulnerabilidad		30	13		

Desde el punto de vista de las regiones, las olas de calor y temperaturas máximas extremas resultaron ser un rasgo común, con un fuerte nivel de probabilidad de ocurrencia, mientras que las temperaturas mínimas extremas (ondas de frío), presentan resultados contrarios, es decir, una muy baja probabilidad de ocurrencia por fenómeno en todas las regiones. El resto de los fenómenos hidrometeorológicos asociados a escenarios de cambio climático, varía de región en región:

- En la Región Fronteriza se presentarán con un alto grado de probabilidad, sequías meteorológicas (déficit de lluvia), olas de calor, un aumento en la temperatura media y un incremento en el nivel medio del mar. Es la única región cuyos resultados dan cuenta de una exposición a una alta probabilidad de ocurrencia de cuatro de nueve fenómenos asociados a escenarios de cambio climático. El resto está expuesto a 2 ó 3.
- En la Región de Valle de San Fernando, los fenómenos con las mayores probabilidades de presentarse ante escenarios de cambio climático son olas de calor, temperaturas máximas extremas y cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual).
- En la Región Centro, los fenómenos con la mayor probabilidad de ocurrencia son olas de calor, temperaturas máximas extremas y cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual).
- En la Región del Altiplano, es la única en la que se presenta con mayor probabilidad de ocurrencia, fenómenos como lluvias intensas (nortes y/o ciclones o lluvias por convección); además de olas de calor y un incremento en la temperatura media.
- En la Región Mante, son tres los fenómenos extremos con una alta probabilidad de ocurrencia: sequías meteorológicas (déficit de lluvia), olas de calor y temperaturas máximas extremas, y cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual).
- En la Región Sur, los fenómenos extremos con una mayor probabilidad de ocurrencia son las sequías meteorológicas (déficit de lluvia), olas de calor y temperaturas máximas extremas, además de un incremento en el nivel medio del mar).

En síntesis, la región más vulnerable frente a las amenazas ante escenarios de cambio climático es la Región Fronteriza. De dichas amenazas, las de mayor probabilidad de impacto en todas las regiones del Estado son las olas de calor y temperaturas máximas extremas por un lado, y por otro, los cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual) considerando la magnitud del cambio/anomalía. En la zona costera, los fenómenos extremos asociados al cambio climático son las olas de calor y temperaturas máximas extremas, así como el aumento en el nivel medio del mar. En la Región Sur se presentaría el mayor incremento del nivel medio del mar con repercusiones en los ecosistemas y asentamientos humanos costeros.

### Análisis de la vulnerabilidad futura por sistemas (sectores)

Otra forma de análisis de la vulnerabilidad que se desarrolló en el PECC, es por sistemas y sectores en función de las condiciones climáticas actuales y proyectadas; y la probabilidad de ocurrencia de cambios en temperatura, precipitación y los extremos climáticos. Tal como en análisis por regiones, se utilizaron los escenarios RCP8.5 para el periodo 2075 – 2099.

### **Sistema Ambiental**

El análisis del Sistema Ambiental se integra de los sectores hídrico, ecosistemas terrestres y ecosistemas costeros y marinos. La salud de los ecosistemas es reconocido actualmente como un elemento crítico de adaptación a través de los servicios ambientales que presta. De hecho, se ha acuñado el término "Adaptación Basado en Ecosistemas" (AbE) entendida como "el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los impactos adversos del cambio climático" (CBD, 2009; Lhumeau y Cordero 2012; GIZ, 2013). El PECC reconoce este enfoque y lo ocupa en el análisis de la vulnerabilidad de los sectores hídrico, ecosistemas terrestres y ecosistemas costeros y marinos.

Respecto Sector Hídrico, las vulnerabilidades tienen que ver con la sobreexplotación de acuíferos, la contaminación, la modificación del sistema hidrológico y la competencia por el recurso hídrico para diferentes sectores productivos. También se han identificado en todas las regiones problemas vinculados al saneamiento y la necesidad de promover un mayor reúso de aguas residuales. Los efectos más críticos identificados y reportados en los talleres llevados a cabo durante la elaboración del PECC, están las lluvias intensas, las sequías, la reducción en la precipitación media y el aumento en la temperatura media.

En el futuro el crecimiento poblacional y el uso del agua para actividades extractivas, energéticas, agrícolas e industriales puede generar conflictos por una mayor competencia por el recurso. Otro aspecto central es la importancia de mantener la conectividad hídrica a nivel de cuenca para conservar los ecosistemas riparios, costeros y marinos.

En lo que concierne a la vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre, el factor que más genera vulnerabilidad es el cambio de uso de suelo. Más del 40% del territorio tamaulipeco ha sido modificado y destinado a actividades agropecuarias (Regiones fronteriza, Mante y Sur), lo que afecta la conectividad ecohidrológica. Otros procesos de deterioro crítico son el estrés hídrico que afecta tanto ecosistemas como especies, la conectividad ecohidrológica por disminución en los caudales, desplazamiento de los ecosistemas; pérdida de especies, reducción en el aporte de sedimentos en los deltas de los ríos, afectación en los humedales costeros, afectación en los ciclos reproductivos de especies, aumento del área de impacto de especies nocivas para la salud de la población (vectores) y un aumento de especies invasoras/exóticas. La zona costera se vería afectada, principalmente las lagunas costeras; los popales y tulares podrían disminuir su superficie por la combinación de aumento de nivel del mar y la temperatura, seguidos de los manglares localizados en las lagunas, pérdida de territorio, intrusión salina, afectaciones en cadenas tróficas, afectaciones y eliminación de los ecosistemas costeros, reducción de la superficie de manglares por el aumento en el nivel del mar.

### **Sistema Social**

Del sistema social, destacan vulnerabilidades como el crecimiento de asentamientos humanos hacia zonas de riesgo, la migración a ciudades fronterizas, una poca incorporación de criterios climáticos en las decisiones de inversión y construcción de obras, la proliferación de vectores por cambios en la temperatura, un incremento de la población de adultos mayores, el empobrecimiento de la población tanto en zonas rurales como urbanas, una disminución en la producción de alimentos por afectación a la salud de ganado y la invasión de plagas en cultivos y acceso limitado al agua; un incremento en los episodios de olas y golpes de calor, en particular en la zonas urbanas, la salinización de cuerpos de agua y acuíferos.

### **Sistema económico - productivo**

En cuanto al sistema económico y productivo, el análisis de vulnerabilidad da cuenta de que la agricultura y la ganadería son altamente vulnerables por su dependencia de las condiciones climáticas, pero también por otros aspectos como plagas, deterioro de la calidad de los suelos, contaminación y salinización de acuíferos entre otras condiciones comentadas anteriormente. La pesca y la acuicultura son subsectores expuestos a una mala calidad del agua y el deterioro del hábitat, con fuertes impactos en la productividad. En el caso de la silvicultura, está se ve afectada por el cambio de uso de suelo, la fragmentación del hábitat y las malas prácticas de manejo, así como plagas. Específicamente en el Estado de Tamaulipas el sector forestal ha tenido una participación baja, sin embargo es un sector que ha aumentado poco a poco el volumen y valor de la producción.

Los sectores secundario y terciario, por su parte, demostraron ser vulnerables a daños por impacto en la infraestructura de comunicaciones, de agua potable y de suministro de energía eléctrica. Las sequías meteorológicas y la reducción en la precipitación podrían suponer un incremento en la competencia por el recurso agua entre actividades del campo, la industria y el consumo humano. Las temperaturas máximas extremas implicarán un aumento en el uso de energía para enfriamiento y refrigeración. El incremento en el nivel medio del mar amenaza la infraestructura de comunicaciones, turística y petrolera expuesta.

### **Ejes estratégicos y líneas de acción para la adaptación al cambio climático**

A fin de reducir estas condiciones de vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia de los sistemas ambiental, social y productivo, se proponen los siguientes Ejes Estratégicos:

- A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental.
- A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.
- A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.
- A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación.

De estos 4 Ejes Estratégicos se derivan 49 líneas de acción que se desglosan a continuación. Vale la pena señalar que la instrumentación de dichas acciones debe considerar las condiciones específicas de cada región y localidad, así como a la población que habita en las mismas:

#### **Eje Estratégico A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental.**

Líneas de acción	
A.1.1.	Establecer y fortalecer programas de manejo de cuencas y subcuencas con criterios de adaptación, conservación de suelo y agua y mantenimiento de los servicios ambientales hídricos.
A.1.2.	Impulsar proyectos de conservación, restauración y conectividad de las áreas y espacios naturales que brindan servicios ambientales y contribuyen a la recarga de acuíferos.
A.1.3.	Instrumentar un programa de restauración de la vegetación riparia, rehabilitación y saneamiento de corrientes y cuerpos de agua.
A.1.4.	Incrementar la representación de ecosistemas prioritarios en el sistema de áreas naturales protegidas.
A.1.5.	Fomentar la actualización o creación de programas de manejo para las áreas naturales protegidas de competencia estatal, que incluyan estrategias de adaptación como prevención de incendios, restauración de suelos y fortalecimiento de capacidades.
A.1.6.	Establecer acciones para la preservación de las especies endémicas mediante la vigilancia y la restauración de ecosistemas.
A.1.7.	Impulsar en conjunto con el Gobierno Federal un programa de manejo, restauración y protección de la vegetación de manglares, humedales costeros y dunas.
A.1.8.	Establecer en coordinación con la federación un programa para la detección temprana y erradicación de especies invasoras en ecosistemas terrestres, acuícolas, costeros y marinos.
A.1.9.	Identificar pasivos ambientales y establecer un programa de remediación en los que se consideren prioritarios a fin de disminuir su impacto en agua y suelos.
A.1.10.	Garantizar el 100% de tratamiento de aguas residuales e instrumentar un programa de reúso de aguas residuales para la agricultura de riego, la industria y las actividades extractivas.
A.1.11.	Realizar, en coordinación con la federación un programa de restauración de suelos, así como reconversión de superficies de áreas que hayan sido agropecuarias y ya no se aprovechen. Se pueden identificar tanto para uso agrosilvopastoril como para aprovechamiento forestal.

#### **Eje Estratégico A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.**

Líneas de acción	
A.2.1.	Impulsar programas municipales de adaptación que articulen los ordenamientos ecológicos regionales, los atlas de riesgo y los programas de desarrollo urbano considerando los efectos del cambio climático.
A.2.2.	Promover con los tres órdenes de gobierno proyectos integrales para la reubicación de población que habita en zonas de alto riesgo.
A.2.3.	Actualizar reglamentos de construcción de viviendas y obras públicas que incorporen criterios climáticos, para mejorar el uso de energía, las azoteas verdes, así como la captación de agua.
A.2.4.	Promover y fortalecer áreas verdes arboladas y bosques urbanos con plantas nativas de cada región.
A.2.5.	Impulsar con los órdenes de gobierno la rehabilitación, regulación y administración de la infraestructura hidráulica, y la construcción de drenaje pluvial y sistemas urbanos de drenaje sustentable (SUDS) en las zonas urbanas minimizando su impacto ambiental.
A.2.6.	Fortalecer con elementos para enfrentar los impactos climáticos el sistema estatal de seguridad en salud, los mecanismos de coordinación y los procedimientos anticipatorios, de atención en las alertas, contingencias y emergencias de salud pública.
A.2.7.	Establecer un programa de fomento a los huertos familiares de traspatio tanto en zonas urbanas como rurales para contribuir a la seguridad alimentaria.
A.2.8.	Establecer una estrategia estatal de género y cambio climático.
A.2.9.	Elaborar inventarios de especies de flora nativas por municipio para que sean consideradas de atención prioritaria dentro de los instrumentos de planeación urbana y municipal.

#### **Eje Estratégico A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.**

Líneas de acción	
A.3.1.	Fortalecer a las organizaciones productivas del sector primario con conocimientos y prácticas de manejo sustentable que permitan monitorear y prevenir los impactos del cambio climático y promoviendo el desarrollo de capacidades para la adaptación
A.3.2.	Fortalecer las acciones de modernización y tecnificación de la infraestructura de riego a fin de disminuir pérdidas en agua.
A.3.3.	Establecer un programa de fomento a la diversificación productiva y a los sistemas agrosilvopastoriles como medida de adaptación en zonas agrícolas de temporal y zonas ganaderas.

A.3.4.	Impulsar el uso de coberturas de riesgos y producción por contrato en granos básicos, hortalizas, frutas, productos pecuarios y pesqueros.
A.3.5.	Establecer un programa de protección de polinizadores para las zonas agrícolas.
A.3.6.	Establecer acciones para la conservación y restauración de suelo en tierras agrícolas, pecuarias y forestales.
A.3.7.	Fortalecer la investigación en especies forestales que puedan adaptarse mejor al cambio climático dando prioridad a especies nativas.
A.3.8.	Fortalecer programas de detección temprana y atención a enfermedades, plagas e incendios en las zonas agropecuarias y forestales.
A.3.9.	Fortalecer el manejo forestal sustentable y la recuperación de ecosistemas forestales degradados utilizando especies nativas para incrementar la prestación de los servicios ecosistémicos.
A.3.10.	Elaborar, en conjunto con el sector privado, análisis de las necesidades futuras de la industria en escenarios de escasez de agua y aumento de la temperatura e impactos en la salud laboral para priorizar acciones de adaptación ad hoc.
A.3.11.	Adecuar los requerimientos de las evaluaciones de impacto ambiental para que se incluyan escenarios climáticos de la demanda futura de agua, el análisis de eficiencia energética y el impacto ambiental para inducir mediante incentivos económicos la reconversión de las operaciones de los sectores productivos.
A.3.12.	Establecer un plan de acción para el sector turismo que considere evaluar la infraestructura turística en las sierras, las zonas urbanas, las playas y las zonas aledañas a cuerpos y corrientes de agua y establecer un plan de reducción de vulnerabilidad así como disminuir el impacto y la huella ambiental de estas
A.3.13.	Establecer en coordinación con la federación un programa de evaluación e inversión para la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático en la infraestructura carretera y portuaria.
A.3.14.	Coordinar en conjunto con la federación un programa para evaluar y reducir la vulnerabilidad de la infraestructura e instalaciones estratégicas del sector energético expuestos a amenazas climáticas.

#### **Eje Estratégico A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación.**

Líneas de acción	
A.4.1.	Fortalecer, consolidar y articular los sistemas de gestión integral de riesgos.
A.4.2.	Fortalecer la investigación y el monitoreo sobre los ecosistemas terrestres, costeros y marinos y evaluar periódicamente el impacto de los eventos climáticos.
A.4.3.	Fortalecer la investigación y divulgación sobre el impacto del cambio climático en poblaciones urbanas y rurales y las medidas de adaptación.
A.4.4.	Promover la elaboración y actualización de estudios sobre impactos del cambio climático y medidas de adaptación en los sectores primario, secundario y terciario de Tamaulipas.
A.4.5.	Integrar en el marco de las asignaturas estatales de la SEP para la educación secundaria un temario sobre conocimientos básicos de cambio climático con enfoque en la adaptación.
A.4.6.	Establecer en conjunto con CONACYT y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACyT) un fondo mixto para la investigación en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
A.4.7.	Concluir la elaboración de los ordenamientos ecológicos regionales con criterios de adaptación y su publicación en el periódico oficial a fin de que adquieran un carácter vinculante.
A.4.8.	Diseñar e instrumentar mecanismos para la información, comunicación y promoción de la participación social en toma de decisiones y la instrumentación de acciones de adaptación con enfoque de género.
A.4.9.	Establecer un programa de fortalecimiento de las capacidades municipales para la adaptación, integrando conceptos, escenarios climáticos y análisis de vulnerabilidad.
A.4.10.	Crear un fondo estatal para la restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas más degradados y más vulnerables al cambio climático, así como la prevención y recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos.
A.4.11.	Elaborar y dar seguimiento a un portal estatal sobre cambio climático como un medio para informar y sensibilizar a todos los sectores de la población en la materia, incluido los avances del PECC.
A.4.12.	Elaborar e instrumentar una campaña de sensibilización en redes sociales y medios de comunicación que incentive la participación ciudadana para la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.
A.4.13.	Impulsar y fortalecer la cooperación regional y binacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
A.4.14.	Establecer un mecanismo para certificar que los planes de desarrollo municipal incorporen el establecimiento de medidas de reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito de su jurisdicción.
A.4.15.	Desarrollar un sistema estatal de monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático que integre al sector público, privado, social y a la comunidad científica.

#### **Fortalecimiento de las Capacidades de Adaptación en el Estado**

Para la implementación del PECC, es necesario que Tamaulipas fortalezca sus capacidades institucionales. El Estado así lo reconoció y creó el 11 de diciembre de 2012 la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas (CICCTAM) integrada por 7 Secretarías (SEDUMA quien la coordina, General de Gobierno, de Desarrollo Social, de Desarrollo Económico y Turismo, de Educación, de Desarrollo Rural y de Salud). El análisis de capacidades de adaptación demostró que un reto común a todos los sectores es el financiamiento, motivo por el cual, se propone incluir a la Secretaría de Finanzas y habilitar en su seno, un área específica para la búsqueda de financiamiento nacional e internacional que permita fortalecer el Fondo

Estatad de Cambio Climático. Se propone asimismo, crear nuevos Grupos Técnicos de Trabajo en materia de Turismo (Coordinado por la SEDET), de Desarrollo Económico (Inventivos fiscales) y de Política de Financiamiento Climático (coordinado por la Secretaría de Finanzas) y un Enlace con el Sector Académico (coordinado por la Secretaría de Educación). El fortalecimiento normativo e institucional pasa necesariamente por el fortalecimiento de los mecanismos de coordinación entre Federación, Estados y Municipios, el diseño de una plataforma en línea sobre los contenidos, sistemas de información cartográfica, bases de datos y seguimiento de estrategias, líneas de acción, etc., a través de una página web abierta al público en general, quien tendrá la facilidad de emitir opiniones y representar un escrutinio sobre los compromisos tanto de mitigación como de adaptación asumidos por el Estado en el marco del PECC.

Otro componente que puede asegurar el fortalecimiento de las capacidades institucionales, es la generación de recursos humanos permanentes en áreas específicas de mitigación, adaptación y temas transversales a través de mecanismos como el Fondo Mixto CONACYT – Tamaulipas para promover la investigación y el desarrollo científico y tecnológico. Finalmente, el PECC requiere de recursos financieros para su implementación, desde recursos fiscales (PEF), hasta fuentes de financiamiento internacionales como la constitución del Fondo Ambiental Estatal (aún en proceso de negociación en el Congreso Local); o bien mecanismos de financiamiento internacionales como el BID, Banco Mundial, GEF, Fundaciones, Agencias de Cooperación Internacional, entre otros.

**Figura V.**

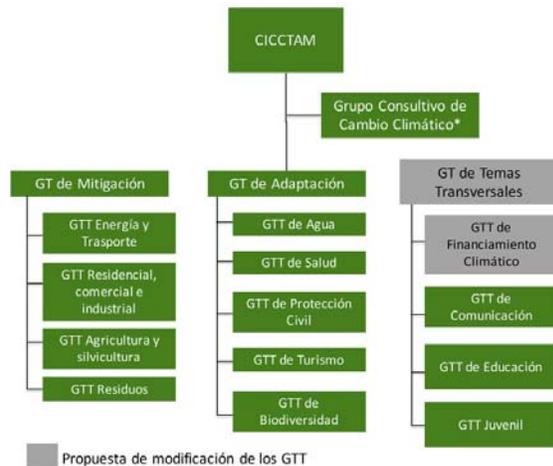
Propuesta de inclusión de la Secretaría de Finanzas a la CICTAMM.



**Figura VI.**

Propuesta de modificación o creación de nuevos Grupos de Trabajo en el seno de la CICTAM.

\*Pendiente de ser constituido previa consulta con los sectores social y académico.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración y el apoyo para el enriquecimiento del presente documento al Gobierno del Estado de Tamaulipas: Ing. Egidio Torre Cantú, Gobernador Constitucional; Ing. Humberto René Salinas Treviño, Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente; Ocean. Heberto Cavazos Llitas, Subsecretario de Medio Ambiente; Dra. Silvia Lucero Casas González, Directora de Transversalidad Ambiental y Cambio Climático y a la Mtra. Berthzaira Peimbert Nieto, Jefa del Departamento de Cambio Climático e Información Ambiental. De la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del Gobierno de la República; se agradecen las valiosas aportaciones de la Mtra. Beatriz Bugada Bernal, Directora General de Políticas para el Cambio Climático; de la Mtra. Soffía Alarcón Díaz, Directora de Políticas de Mitigación del Cambio Climático y de la Mtra. Gloria Cuevas Guillaumin, Asesora en la Dirección General.

Del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) del Gobierno de la República, enriquecieron profundamente el documento y supervisaron su correcta elaboración, las siguientes personas: Dra. María Amparo Martínez Arroyo, Directora General del INECC; Dra. Claudia Octaviano Villasana, Coordinadora General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono; la Dra. Ana Cecilia Conde Álvarez, Coordinadora General de Adaptación al Cambio Climático; la Mtra. Iris Adriana Jiménez Castillo, Directora de Inventarios y Prospectivas de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero; Dra. Irma Fabiola Ramírez Hernández, Directora de Modelos Sectoriales de Desarrollo Bajo en Carbono; Ing. Luis Conde Álvarez, Biol. Francisco Aviña Cervantes, Ing. Aquileo Guzmán Perdomo, Mtra. Gloria Salas Cisneros, Mtra. Erika Tapia Medina, Lic. Karina Leal Hernández y el Mtro. Alfredo Leal López.

Por parte de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, se agradece el apoyo a la Mtra. María Elena Giner, Administradora General; al Ing. Mario Vásquez Valles, Director de Desarrollo de Programas Ambientales; al Dr. Tomás Balarezo Vásquez, Gerente de Planeación Regional; al Mtro. Jairo Alberto López Navarrete, Consultor Externo Área de Planeación Regional; al Ing. Ignacio Legarreta Castillo, Consultor Externo y a la Dra. Glenda Nelly Requena Lara, Coordinadora Local, por su colaboración en la elaboración en la Agenda de Mitigación.

Parte de la supervisión técnica para la elaboración tanto del inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como del componente de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, estuvo a cargo del Dr. Arnoldo Matus Kramer, el Mtro. José Luis Castro Castro y el Mtro. Bernardo Lazo Díaz; los tres de Ithaca Environmental. Participó en esta supervisión, el Mtro. Roberto Margain Hernández, gracias al apoyo de la fundación Climate Works y al Latin American Regional Climate Initiatives a cargo del Dr. Adrián Fernández Bremauntz.

El PECC no hubiera sido posible de no haber contado con el apoyo de la Mtra. Gmelina Ramírez Ramírez, Especialista en Cambio Climático y del Mtro. Jorge Hinojosa Garza, Consultor; ambos de la División de Cambio Climático y Sustentabilidad del Banco Interamericano de Desarrollo.

Los datos se obtuvieron gracias a la colaboración recibida y la información proporcionada a través de documentos oficiales, reportes y bases de datos en línea de las instituciones del Gobierno de Tamaulipas y dependencias del Gobierno de la República como la Secretaría de Energía (SENER), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Economía (SE), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

La estimación de las emisiones y la posterior integración de los informes de cada categoría de emisión, estuvieron bajo la responsabilidad de especialistas directos asociados al Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana. El análisis de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático estuvo a cargo de consultores asociados a Local & Global Ideas SC, al Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana, a la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la misma Universidad, así como a Equilibrio en Conservación y Desarrollo A.C. El análisis costo – beneficio de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático estuvieron a cargo de especialistas asociados a Local & Global Ideas SC.

Ciudad Victoria, Tamaulipas

Julio de 2016

**CONTENIDO****RESUMEN EJECUTIVO**

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Fuentes clave de emisiones de GEI

Línea base y escenarios tendenciales

Ejes Estratégicos, líneas de acción y escenarios de mitigación

Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el Estado de Tamaulipas

Análisis histórico de los desastres en Tamaulipas

Estimación de peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos

Escenarios de cambio climático para el Estado de Tamaulipas

Análisis de vulnerabilidad futura: la dimensión sectorial y regional

Análisis de la vulnerabilidad futura por municipios y regiones

Análisis de la vulnerabilidad futura por sistemas (sectores)

Ejes estratégicos y líneas de acción para la adaptación al cambio climático

Fortalecimiento de las Capacidades de Adaptación en el Estado

**AGRADECIMIENTOS****CONTENIDO****INTRODUCCIÓN****CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES**

1.1. Evidencias científicas del cambio climático en el contexto mundial, nacional y en Tamaulipas

**CAPÍTULO 2. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO**

2.1. Marco Jurídico Federal

2.2. Marco Jurídico Estatal

2.3. Alineamiento con las políticas nacionales y arreglos institucionales para la implementación del PECC

2.4. La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas

2.4.1. Los Grupos Técnicos de Trabajo

**CAPÍTULO 3. OBJETIVOS, METAS, MISIÓN Y VISIÓN**

3.1. Objetivos y Metas

3.2. Misión y Visión

3.2.1. Misión

3.2.2. Visión

**CAPÍTULO 4. CONDICIONES ACTUALES DEL ESTADO DE TAMAULIPAS: LOS RETOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

4.1. Sistema ambiental

4.1.1. Recursos hídricos

4.1.2. Biodiversidad terrestre, costera y marina

4.2. Sistema social

4.2.1. Condiciones demográficas

4.2.2. Desarrollo urbano y ocupación del territorio

4.2.3. Salud

4.2.4. Indicadores de género

4.2.5. Educación y cultura

4.2.6. Acceso a servicios

4.3. Condiciones económicas e infraestructura

4.3.1. Producto interno bruto y población económicamente activa en Tamaulipas

4.3.2. Sector primario

4.3.3. Sectores secundario y terciario

**CAPÍTULO 5. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

5.1. Resultados del Inventario

5.2. Energía

5.2.1. Caracterización del sector energético

5.2.2. Prospectiva del Sector a través de Energía Eólica

5.2.3. Consumo de Energía

5.2.4. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Energía en Tamaulipas, periodo 1995-2013

5.3. Procesos Industriales y Uso de Productos

5.4. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)

5.4.1. Cambios de uso de suelo en Tamaulipas

5.5. Desechos

5.5.1. Caracterización del manejo de desechos en el Estado de Tamaulipas

**CAPÍTULO 6. MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

6.1. Línea Base y Escenarios de Emisiones al 2020 y 2030

6.1.1. Escenarios convencionales para el sector energético de Tamaulipas

6.1.2. Escenarios convencionales para el sector ganadero de Tamaulipas.

6.1.3. Categorías menos relevantes en términos de emisiones de GEI

6.1.4. Línea Base Estatal

6.2. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción en Materia de Mitigación

- 6.2.1. Eje M.1. Impulso al aprovechamiento de Energías Renovables
- 6.2.2. Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado
- 6.2.3. Eje M.3. Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas
- 6.2.4. Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal
- 6.2.5. Eje M.5. Manejo integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales para propósitos de cogeneración
- 6.2.6. Eje 6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado
- 6.3. Análisis Costo – Beneficio de las Medidas de Mitigación y Potencial de Mitigación

#### **CAPÍTULO 7. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS**

- 7.1. Análisis histórico de los desastres provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos (50 – 100 años)
  - 7.1.1. Recurrencia de desastres de tipo hidrometeorológico
  - 7.1.2. Estimación del peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos
- 7.2. Escenarios de cambio climático para el Estado de Tamaulipas
  - 7.2.1. Precipitación
  - 7.2.2. Temperatura
  - 7.2.3. Escenarios de valores umbral
- 7.3. Análisis de la Vulnerabilidad Futura: La Dimensión Sectorial y Regional
  - 7.3.1. Probabilidad de que ocurra un evento climático
  - 7.3.2. Resultados del análisis de vulnerabilidad futura por sistemas y sectores
- 7.4. La perspectiva regional y municipal
  - 7.4.1. Región Fronteriza
  - 7.4.2. Región Valle de San Fernando
  - 7.4.3. Región Centro
  - 7.4.4. Región Altiplano
  - 7.4.5. Región Mante
  - 7.4.6. Región Sur
- 7.5. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción para la Adaptación al Cambio Climático
- Eje Estratégico A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental
- Eje Estratégico A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad

Eje Estratégico A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.

Eje Estratégico A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación

7.6. Hacia la implementación de los ejes estratégicos y las líneas de acción.

#### **CAPÍTULO 8. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE, VERIFICACIÓN (MRV) Y MONITOREO Y EVALUACIÓN (M&E) DE LAS ACCIONES**

- 8.1. Funcionamiento de un Sistema MRV y M&E
- 8.2. Responsabilidades en la operación del Sistema MRV y M&E
- 8.3. Indicadores de desempeño y de impacto de las líneas de acción de mitigación como parte del MRV
- 8.4. Indicadores de gestión de las líneas de acción de adaptación como parte del M&E

#### **CAPÍTULO 9. GOBERNANZA AD HOC PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES NORMATIVAS E INSTITUCIONALES DEL ESTADO DE TAMAULIPAS PARA EL SEGUIMIENTO, MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PECC**

- 9.1. Fortalecimiento de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas
- 9.2. Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación y concertación entre dependencias estatales (Coordinación interinstitucional)
- 9.3. Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación entre Federación, Estado y Municipios (Coordinación intergubernamental)
- 9.4. Participación Social
- 9.5. Generación de recursos humanos y capacitación al personal responsable del seguimiento, monitoreo y evaluación del PECC

#### **CAPÍTULO 10. POSIBLES FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PECC**

- 10.1. Mecanismos de financiamiento internacionales
- 10.2. Mecanismos de financiamiento nacionales
- 10.3. Mecanismos estatales de financiamiento

#### **CONCLUSIONES**

#### **REFERENCIAS**

#### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla I. Total de emisiones de GEI por Categoría y Subcategoría (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)

Tabla II. Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas estimadas al 2030 en un escenario BaU (Gg de CO<sub>2</sub>e o miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)

- Tabla III. Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas y escenarios al 2030 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)
- Tabla IV. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción en materia de Mitigación de GEI en el Estado de Tamaulipas
- Tabla V. Resumen de las categorías que componen el índice de vulnerabilidad para Tamaulipas
- Tabla 2.1. Leyes Estatales con incidencia directa para el PECC en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Tabla 2.2. Estrategias más relevantes del PEDT asociadas al cambio climático
- Tabla 2.3. Grupos de Trabajo (GTT) de acuerdo a su sector de análisis y la descripción de los sectores
- Tabla 4.1. Regiones fisiográficas en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 4.2. Zonas climáticas del Estado de Tamaulipas
- Tabla 4.3. Regiones hidrológicas y cuencas en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 4.4. Regiones prioritarias marinas del Estado de Tamaulipas: principales características
- Tabla 4.5. Datos poblacionales por región administrativa
- Tabla 4.6. Indicadores seleccionados para medir las condiciones de género
- Tabla 4.7. Municipios de acuerdo a su grado de rezago social 2000-2005-2010
- Tabla 4.8. Evolución de la PEA Estatal por actividades económicas
- Tabla 4.9. Distribución porcentual de la PEA municipal por sector en 2010
- Tabla 4.10. Características de la producción forestal en 2012.
- Tabla 4.11. Producción pesquera por Oficina de Pesca en 2013 (Toneladas)
- Tabla 4.12. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en Tamaulipas
- Tabla 4.13. Valor de la producción y personal ocupado por ramas de la producción en Tamaulipas (2011-2012)
- Tabla 4.14. Infraestructura para las comunicaciones en las regiones de Tamaulipas
- Tabla 5.1. Inventario de emisiones de GEI 2013 de las categorías del Ipcc 2006.
- Tabla 5.2. Jerarquización de fuentes de emisión de GEI en Tamaulipas de acuerdo con el volumen de emisiones, 20130
- Tabla 5.3. Principales centrales eléctricas de la CFE en Tamaulipas
- Tabla 5.4. Centrales eléctricas de ciclo combinado en Tamaulipas
- Tabla 5.5. Consumo energético por categoría en PJ. Periodo 1995-2013 en Tamaulipas.
- Tabla 5.6. Consumo de petrolíferos por sector, 2013. Petajoules (PJ).
- Tabla 5.7. Emisiones de GEI, por categoría, periodo 1995-2013, en Tamaulipas
- Tabla 5.8. Emisiones de GEI por subcategoría (Energía), periodo 1995-2013 en Tamaulipas.
- Tabla 5.9. Emisiones de GEI vs Población en Tamaulipas
- Tabla 5.10. Consumo energético por tipo de fuente o actividad en la categoría Industrias Energéticas, 1995-2013.
- Tabla 5.11. Consumo del gas natural en PJ y sus emisiones de GEI, Refinación del Petróleo, 1995-2013.
- Tabla 5.12. Consumo de combustibles fósiles y sus emisiones de GEI, Generación de Electricidad, 1995-2013.
- Tabla 5.13. Descripción del sector eléctrico de Tamaulipas, 2002-2013.
- Tabla 5.14. Consumo energético, por tipo de combustible en la Industria, bajo la categoría "Industria Manufacturera y de la Construcción, 1995-2013.
- Tabla 5.15. Emisiones de GEI, Industria Manufacturera y de la Construcción, 1995-2013.
- Tabla 5.16. Parque vehicular de Tamaulipas, periodo 1995-2013.
- Tabla 5.17. Consumo energético, por tipo de combustible, en la subcategoría Transporte, 1995-2013.
- Tabla 5.18. Emisiones de GEI, Aviación y Transporte Terrestre, 1995-2013.
- Tabla 5.19. Emisiones de GEI, Ferroviario y Navegación Marítima, 1995-2013.
- Tabla 5.20. Emisiones de GEI, subcategoría Transporte, 1995-2013, Tamaulipas.
- Tabla 5.21. Consumo energético, por tipo de combustible de la categoría "Otros Sectores".
- Tabla 5.22. Emisiones de GEI provenientes del Sector Residencial y de Servicios por consumo de Gas Natural
- Tabla 5.23. Emisiones de GEI Sector Comercial y de Servicios por consumo de Gas L.P 2006-2013.
- Tabla 5.24. Datos de actividad del petróleo y gas natural para el estado de Tamaulipas.
- Tabla 5.25. Emisiones fugitivas por tipo de gas.

- Tabla 5.26. Emisiones fugitivas, por subcategoría, 1990-2013, Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, Tamaulipas.
- Tabla 5.27. Precursores de ozono.
- Tabla 5.28. Emisiones totales de Gg en CO<sub>2</sub> equivalente proveniente del sector industrial.
- Tabla 5.29. Total de emisiones de GEI de la categoría AFOLU (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).
- Tabla 5.30. Usos de suelo en Tamaulipas al año 2011
- Tabla 5.31. Extracción anual de madera (m<sup>3</sup>/rollo)
- Tabla 5.32. Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo.
- Tabla 5.33. Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo desagregadas por tipo cobertura.
- Tabla 5.34. Superficie afectada por incendios forestales, según estrato de vegetación para el Estado de Tamaulipas (Ha.)
- Tabla 5.35. Emisiones anuales de CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> emitidos en incendios en Tierras Forestales (Gg de CO<sub>2</sub> eq).
- Tabla 5.36. Emisiones de GEI en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente del sector Pecuario en el Estado de Tamaulipas.
- Tabla 5.37. Emisiones del cultivo Arroz, 2006 – 2013 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)
- Tabla 5.38. Superficie cosechada y volumen de producción de los principales cultivos del Estado, 2012
- Tabla 5.39. Emisiones por quema de residuos agrícolas (Estimado y totales de GEI en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)
- Tabla 5.40. Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en operación
- Tabla 5.41. Estimaciones por categoría para el estado de Tamaulipas durante 2010 - 2013.
- Tabla 6.1. Parque vehicular (vehículos a motor) 1995 - 2013
- Tabla 6.2. Síntesis de los 6 ejes estratégicos y sus líneas de acción con el potencial de mitigación hacia el 2020 y 2030
- Tabla 6.3. Potencial de mitigación estimado por medida (Gg CO<sub>2</sub>e)
- Tabla 6.4. Medidas sujetas a Análisis Costo – Beneficio según sector
- Tabla 7.1. Resumen de daños por diversos fenómenos hidrometeorológicos.
- Tabla 7.2. Ejemplo de casos de precipitación mensual acumulada en municipios de Tamaulipas en los que se han registrado desastres.
- Tabla 7.3. Escenarios RCP y su correspondencia con el forzamiento radiativo y concentraciones de CO<sub>2</sub>
- Tabla 7.4. Cambio en la temperatura máxima promedio (°C) en las regiones administrativas de Tamaulipas en verano e invierno en el periodo 2015-2039.
- Tabla 7.5. Cambio en la temperatura mínima promedio (°C) en las regiones administrativas de Tamaulipas en verano e invierno en el periodo 2015-2039
- Tabla 7.6. Anomalías del nivel del mar en localidades costeras de Tamaulipas y proyección al 2050.
- Tabla 7.7a. Magnitud por región de cambios en la temperatura y precipitación para el escenario RCP8.5 para el periodo 2015-2039 y 2075-2099
- Tabla 7.7b. Probabilidad por región de que ocurran cambios en los extremos climáticos para el escenario RCP8.5 para el periodo 2015-2039 y 2075-2099.
- Tabla 7.8. Resumen global de la vulnerabilidad en el sector hídrico del Estado de Tamaulipas
- Tabla 7.9. Resumen global de la vulnerabilidad para la biodiversidad terrestre, costera y marina en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 7.10. Resumen global de la vulnerabilidad en los sectores de asentamientos humanos y vivienda; salud y seguridad alimentaria en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 7.11. Resumen global de la vulnerabilidad en el sector primario en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 7.12. Resumen global de la vulnerabilidad en los sectores secundario y terciario en el Estado de Tamaulipas
- Tabla 7.13. Resumen de las categorías que componen el índice de vulnerabilidad para Tamaulipas
- Tabla 7.14. Municipios de la Región Fronteriza de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.15. Municipios de la Región Valle de San Fernando de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.16. Municipios de la Región Centro de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.17. Municipios de la Región Altiplano de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.18. Municipios de la Región Mante de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.19. Municipios de la Región Centro de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores
- Tabla 7.20. Líneas de Acción del Eje A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental

Tabla 7.21. Actores clave para su instrumentación del Eje A.1

Tabla 7.22. Líneas de Acción del Eje A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad

Tabla 7.23. Actores clave para la instrumentación del Eje A.2

Tabla 7.24. Líneas de Acción del Eje A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura

Tabla 7.25. Actores clave para la instrumentación del Eje A.3.

Tabla 7.26. Líneas de Acción del Eje A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación

Tabla 7.27. Actores clave para la instrumentación del Eje A.4

Tabla 7.28. Criterios para priorizar medidas de adaptación

Tabla 8.1. Indicadores de seguimiento para MRV de las líneas de acción de mitigación del PECC

Tabla 8.2. Indicadores de seguimiento para M&E de las líneas de acción de adaptación del PECC

Tabla 9.1. Áreas de capacitación y temas específicos para desarrollarla

Tabla 10.1. Características de los 4 proyectos que financia el Programa de Inversión Forestal

Tabla 10.2. Algunos programas sujetos a Reglas de Operación que contribuyen con la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica I. Porcentaje de las emisiones de GEI por subcategoría para el año 2013

Gráfica II. Emisiones de Línea Base al 2030 para el Estado de Tamaulipas.

Gráfica III. Emisiones Totales de GEI en Tamaulipas y Escenarios al 2030 (Gg de CO<sub>2</sub>e o Miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)

Gráfica IV. Climatología de la precipitación acumulada anual (mm/año) por década en las regiones administrativas de Tamaulipas

Gráfica V. Climatología de la temperatura máxima por década en las regiones administrativas de Tamaulipas

Gráfica 1.1. Costos económicos (Millones de Pesos) y Número de Registros (Fichas) de desastres naturales en México

Gráfica 4.1. Concentrado del grado de presión hídrica 2003-2013 para dos regiones hidrológico - administrativas más representativas del Estado de Tamaulipas.

Gráfica 4.2. Superficies deforestadas en el Estado de Tamaulipas del 2001 al 2013

Gráfica 4.3. Tasa de crecimiento media anual intercensal 1930-2010 para el Estado de Tamaulipas

Gráfica 4.4. Población total por grupo quinquenal de edad según sexo al 1 de julio de 2014. (Porcentaje\*)

Gráfica 4.5. Evolución en la distribución de población por tamaño de localidad

Gráfica 4.6. Distribución de la población y las localidades por altitud (porcentaje)

Gráfica 4.7. Viviendas particulares habitadas de acuerdo a disponibilidad de servicios básicos (Porcentaje)

Gráfica 4.8. Disponibilidad de bienes al interior de las viviendas particulares habitadas (Porcentaje)

Gráfica 4.9. Evolución de la participación porcentual de las actividades económicas en el PIB de Tamaulipas entre 2003 y 2013.

Gráfica 4.10. Superficie sembrada en el Estado de Tamaulipas (1981-2013)

Gráfica 5.1. Fuentes de emisiones de GEI para el Estado de Tamaulipas (2013)

Gráfica 5.2. Consumo de combustibles fósiles en el estado, por tipo, periodo 1995-2013.

Gráfica 5.3. Porcentaje de Consumo de Petrolíferos por Sector, 2013

Gráfica 5.4. Producto interno bruto de Tamaulipas versus Emisiones de GEI, periodo 2003-2013

Gráfica 5.5. Intensidad de carbono respecto al PIB, 2003 - 2013

Gráfica 5.6. Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante, 2003 - 2013

Gráfica 5.7. Emisiones de GEI de las subcategorías que integran la categoría Energía en Tamaulipas (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)

Gráfica 5.8. Contribución porcentual de las emisiones de GEI, por tipo de fuente, 2013

Gráfica 5.9. Generación Bruta y Ventas de electricidad, 2002-2013, Tamaulipas

Gráfica 5.10. Capacidad efectiva y Generación bruta (Mwh) versus Emisiones (GgCO<sub>2</sub>e). Periodo 2002 - 2013.

Gráfica 5.11. Intensidad de Emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente/MWh).

Gráfica 5.12. Gigagramos de CO<sub>2</sub> asociados al consumo de gasolinas automotrices y Número de vehículos de motor registrados en circulación, Tamaulipas, 1995-2013.

- Gráfica 5.13. Gigagramos de CO<sub>2</sub> asociados al consumo de Diésel para el sector autotransporte y Camiones de pasajeros, camiones y camionetas de carga registrados en circulación.
- Gráfica 5.14. Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente para la categoría "Otros Sectores", según sector, periodo 2006-2013.
- Gráfica 5.15. Contribución por subcategoría en las emisiones fugitivas, Tamaulipas, 2013 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)
- Gráfica 5.16. Emisiones fugitivas totales de la industria del petróleo versus gas natural en Tamaulipas.
- Gráfica 5.17. Emisiones fugitivas totales en Tamaulipas, 1990 - 2013
- Gráfica 5.18. Emisiones fugitivas de Metano por categoría de fuente
- Gráfica 5.19. Emisiones fugitivas de Dióxido de Carbono por categoría de fuente
- Gráfica 5.20. Emisiones fugitivas de Óxido Nitroso por categoría de fuente
- Gráfica 5.21. Emisiones fugitivas de COVDM por categoría de fuente, en Gg
- Gráfica 5.22. Participación de Tamaulipas en las emisiones fugitivas a nivel nacional, 2010 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)
- Gráfica 5.23. Participación de las emisiones fugitivas en Tamaulipas versus el nivel nacional, 2010.
- Gráfica 5.24. Emisiones de GEI, provenientes del sector industrial.
- Gráfica 5.25. Proporción de negro de humo y usos de caliza en el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2012.
- Gráfica 5.26. Porcentaje de contribución de las subcategorías de AFOLU al total de la categoría.
- Gráfica 5.27. Cambios de uso de suelo 1993 vs 2011 (%).
- Gráfica 5.28. Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo. Año Base 2011.
- Gráfica 5.29. Emisiones provenientes de incendios forestales en Tamaulipas en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.
- Gráfica 5.30. Emisiones de GEI Sector Pecuario 2006-2013.
- Gráfica 5.31. Emisiones de GEI Sector Pecuario 2006-2013 y Proyecciones al 2030.
- Gráfica 5.32. Emisiones de GEI de la quema de los principales residuos agrícolas en Tamaulipas (Gg de CO<sub>2</sub>e).
- Gráfica 5.33. Emisiones de CH<sub>4</sub>, provenientes del tratamiento de los RSU.
- Gráfica 5.34. Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de la incineración de residuos (quema a cielo abierto).
- Gráfica 5.35. Emisiones de CH<sub>4</sub>, procedentes de las aguas residuales domésticas
- Gráfica 5.36. Emisiones de N<sub>2</sub>O, procedentes de tratamiento centralizado de las aguas residuales.
- Gráfica 5.37. Emisiones de N<sub>2</sub>O en los efluentes
- Gráfica 5.38. Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del Sector Desechos en el estado de Tamaulipas para el periodo 2010-2013
- Gráfica 6.1. Proyección al 2030 de consumo de combustibles fósiles para el estado de Tamaulipas según datos de SIE-SENER
- Gráfica 6.2. Línea base de la categoría de Energía 2013-2030.
- Gráfica 6.3. Proyección al 2030 de las emisiones de la subcategoría Transporte.
- Gráfica 6.4. Proyección de las emisiones de la subcategoría Energía-Otros Sectores.
- Gráfica 6.5. Proyección al 2030 del crecimiento poblacional de cabezas de ganado para el Estado de Tamaulipas según datos de SIACON.
- Gráfica 6.6. Proyección al 2030 de emisiones de metano por año para el sector pecuario del estado de Tamaulipas según datos de SIACON.
- Gráfica 6.7. Proyección al 2030 de emisiones por Negro de Humo y Uso de Caliza
- Gráfica 6.8. Proyección al 2030 de emisiones de la gestión de residuos.
- Gráfica 6.9. Línea Base y proyecciones de emisiones de GEI para Tamaulipas en un escenario de BaU
- Gráfica 6.10a. Escenario de reducción de emisiones para el PECC de Tamaulipas 2015-2030.
- Gráfica 6.10b. Escenario de reducción de emisiones por línea de acción para el PECC de Tamaulipas 2015-2030
- Gráfica 6.11. ICE de cada medida (costo en pesos por tCO<sub>2</sub>e reducida).
- Gráfica 6.12. ICB de cada medida (pesos de beneficio neto por peso invertido).
- Gráfica 6.13. Inversión total por cada medida (millones de pesos corrientes de 2015)
- Gráfica 7.1. Registro histórico de desastres en Tamaulipas en el periodo 1751-1900
- Gráfica 7.2. Registros de noticias de desastres por eventos hidrometeorológicos en Tamaulipas de 1970 a 2011.
- Gráfica 7.3. Afectaciones por costos y decesos en Tamaulipas por ciclones tropicales y frentes fríos en el periodo 2000-2010.

Gráfica 7.4. Porcentaje de afectación por tipo de elemento durante los desastres que se presentaron en Tamaulipas entre los años 2000 y 2010.

Gráfica 7.5. Resumen de afectaciones por incendios forestales en Tamaulipas entre 1988 y 2012 (Millones de pesos)

Gráfica 7.6. Climatología de la precipitación acumulada anual (mm/año) por década en las regiones administrativas de Tamaulipas

Gráfica 7.7. Número de casos por década y región administrativa con precipitación acumulada mensual mayor a 400 mm/mes.

Gráfica 7.8. Gráfica de la sequía anual en Tamaulipas (línea azul), representada con el IESP, y datos sobre hectáreas afectadas por incendios en el Estado (línea marrón)

Gráfica 7.9. Serie de la temperatura máxima en Tamaulipas en el periodo 1961-2010 y la línea de tendencia

Gráfica 7.10. Climatología de la temperatura máxima por década en las regiones de Tamaulipas

Gráfica 7.11. Número de casos por década y región administrativa con temperatura mensual mayor a 35 °C.

Gráfica 7.12. a) Cambios en el forzamiento de radiación relacionado a las condiciones pre-industriales. Las líneas gruesas muestran cuatro RCP, las delgadas escenarios individuales de aproximadamente 30 candidatos de escenarios RCP que proveen información en todos los factores clave que afectan el forzamiento de radiación. b) Emisiones de CO<sub>2</sub> de energía e industria para los cuatro RCP

Gráfica 7.13. Resumen de cambios en la precipitación media para Tamaulipas.

Gráfica 7.14. Resumen de cambios en la temperatura máxima para Tamaulipas.

Gráfica 7.15. Índice Costo - Beneficio (ICB) de cada medida (\$ de Beneficio/\$ invertido)

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. Regiones y municipios del Estado de Tamaulipas.

Figura II. Representación de las trayectorias de los ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas en el periodo 1902-2014.

Figura III. Patrón espacial de la climatología de la sequía en Tamaulipas en el periodo 1961-2010, representada con el IESP

Figura V. Propuesta de inclusión de la Secretaría de Finanzas a la CICTAMM

Figura VI. Propuesta de modificación o creación de nuevos Grupos de Trabajo en el seno de la CICCTAM

Figura 1.1. Peligros, Vulnerabilidad y Exposición al cambio climático en México

Figura 1.2. Infraestructura Estratégica expuesta a inundaciones y deslaves

Figura 2.1. Leyes Estatales con una incidencia indirecta en la política de cambio climático

Figura 2.2. Pilares que soportan la Política Nacional de Cambio Climático establecida por la ENCC

Figura 2.3. Estructura del Sistema Nacional de Cambio Climático

Figura 2.4. Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas

Figura 2.5. Grupos Técnicos de Trabajo creados desde la formación de la CICCTAM

Figura 2.6. Actores relevantes para la asignación de compromisos y metas de mitigación, adaptación y temas transversales por sectores

Figura 2.7. Arquitectura institucional para la implementación, seguimiento, monitoreo y evaluación del PECC

Figura 4.1. Climas en el Estado de Tamaulipas

Figura 4.2. Regiones hidrológicas y rasgos hidrográficos principales

Figura 4.3. Importancia de los ecosistemas forestales y áreas prioritarias para la biodiversidad en el Estado de Tamaulipas

Figura 4.4. Distribución de especies terrestres y costeras incluidas en la NOM 059 y ANP

Figura 4.5. Ecorregiones en el Estado de Tamaulipas.

Figura 4.6. Usos de suelo y vegetación del Estado de Tamaulipas

Figura 4.7. Regiones marinas prioritarias

Figura 4.8a. Escenarios de inundabilidad en la zona costera del Norte del Estado y 4.8b. Escenarios de inundabilidad en la zona costera sur del Estado.

Figura 4.9. Grado de Rezago Social por Municipio

Figura 4.10. Infraestructura para el Transporte

Figura 7.1. Regiones y municipios del Estado de Tamaulipas.

Figura 7.2. Climatología de la precipitación acumulada (mm) del periodo 1961-2010 para el caso (a) anual y (b) en verano. Las líneas representan el porcentaje de variabilidad y los puntos las estaciones climáticas

Figura 7.3. Serie de la precipitación mensual (barras en azul) en Tamaulipas en el periodo 1961-2010 y la precipitación

- máxima diaria (barras en rojo) registrada en estaciones climáticas durante el paso de los ciclones tropicales (CTs).
- Figura 7.4. Representación de las trayectorias de los ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas en el periodo 1902-2014.
- Figura 7.4bis. Ciclones tropicales agrupados por década y categoría de intensidad y su relación con la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO)
- Figura 7.5. Patrón espacial de la climatología de la sequía en Tamaulipas en el periodo 1961- 2010, representada con el IESP
- Figura 7.6. Climatología del periodo 1961-2010 de la temperatura máxima (°C) para el caso (a) anual y (b) de verano. Las líneas representan su variabilidad y los puntos las estaciones climáticas.
- Figura 7.7. Anomalía de la lluvia (mm/año) y la incertidumbre asociada (líneas) en Tamaulipas para el periodo 2075-2099.
- Figura 7.8. Anomalías de la temperatura máxima anual (°C) y la incertidumbre asociada (líneas) en Tamaulipas para el periodo 2075-2099.
- Figura 7.9. Anomalías de la temperatura mínima anual (°C) y la incertidumbre asociada (líneas) en Tamaulipas para el periodo 2075-2099.
- Figura 7.10. Localidades costeras del Estado de Tamaulipas consideradas en la proyección del nivel medio del mar
- Figura 7.11. Superficie costera actual (arriba) y superficie afectada por el incremento del nivel del mar de 7 metros mostrada con sombreado gris en la figura inferior
- Figura 7.12. a) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor mayor o igual al percentil 90 de la precipitación histórica y b) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor menor o igual al percentil 10 de la precipitación histórica.
- Figura 7.13. a) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor mayor o igual al percentil 90 de la temperatura máxima histórica y b) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor menor o igual al percentil 10 de la temperatura mínima histórica.
- Figura 7.14. Distribución del índice de vulnerabilidad y sus categorías a nivel municipal para Tamaulipas.
- Figura 8.1. Esquema conceptual del Sistema MRV para el PECC.
- Figura 9.1. Propuesta de inclusión de la Secretaría de Finanzas a la CICTAMM.

- Figura 9.2. Propuesta de modificación o creación de nuevos Grupos de Trabajo en el seno de la CICCTAM.
- Figura 9.3. Actores, sectores y subsectores clave en la implementación del PECC
- Figura 10.1. Arquitectura del financiamiento internacional para proyectos de cambio climático
- Figura 10.2. Pasos a seguir para el registro de una NAMA
- Figura 10.3. Flujo de financiamiento de proyectos de mitigación y adaptación del Fondo de Cambio Climático

**UNIDADES**

Masa		Longitud	
mg	miligramo	µm	micrómetro
kg	kilogramo		
Mg		Área	
ton	tonelada	Ha	hectárea
Gg	gigagramo		
Energía		Volumen	
KJ	kilojoule	L	Litro
MJ	megajoule	m <sup>3</sup>	metro cúbico
PJ	petajoules	Mm	Miles de metros cúbicos
Emisiones de GEI			
tCO <sub>2</sub> eq		Toneladas de bióxido (dióxido) de carbono equivalente	
Gg de CO <sub>2</sub> eq		Gigagramos de bióxido (dióxido) de carbono equivalente	
Potencia			
MW	Megawatt		
KWh	Kilowatt - hora		
MWh	Megawatt - hora		

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo	CLICOM	Base de Datos Climatológica Nacional
ADAC	Atlas Digital Ambiental Costero	CMIC	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
AbE	Adaptación basada en Ecosistemas	CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos en Energía y Medio Ambiente A.C.
AFD	Agencia Francesa para el Desarrollo	CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (Por sus siglas en inglés)	CNEC	Cámara Nacional de Empresas de Consultoría
AICAS	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves	CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
BADESNIARN	Bases de datos Estadísticos del SNIARN	CO <sub>2</sub> equivalente	Dióxido de Carbono equivalente
BaU	Business as Usual, por sus siglas en inglés	COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
BDAN	Banco de Desarrollo de América del Norte	CMCSS	Consejo Mexicano Civil para la Silvicultura Sustentable
BECC	Border Environment Cooperation Commission (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza)	CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
BEIF	Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza del Banco de Desarrollo de América del Norte	CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
BNE	Balance Nacional de Energía	CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación	COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CANAME	Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas	CONAPO	Consejo Nacional de Población
CC	Ciclo Combinado	CONCAMIN	Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental	CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CCS	Center for Climate Strategies (Centro de Estrategias Climáticas por sus siglas en inglés)	COP	Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CDI	Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas	COTACYT	Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología
CEAT	Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas	COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía	CRE	Comisión Reguladora de Energía
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres	CTs	Ciclones Tropicales
CFE	Comisión Federal de Electricidad	DGPCC	Dirección General de Políticas de Cambio Climático de la SEMARNAT
CH <sub>4</sub>	Metano	DPO	Modelo de Descomposición de Primer Orden
CICCTAM	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas	DPS	Desarrollo de Proyectos Sostenibles
		DSM	Desechos Sólidos Municipales

EDAs	Enfermedades Diarreicas Agudas	IRAs	Infecciones Respiratorias Agudas
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10 – 20 - 40	ITAVU	Instituto Tamaulipeco de Vivienda y Urbanismo
ENSO	El Niño-Oscilación del Sur, por sus siglas en inglés	JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América	KWh	Kilowatt Hora
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (por sus siglas en inglés)	LED	Diodo emisor de luz (Light-Emitting Diode por sus siglas en inglés)
FCC	Fondo de Cambio Climático	LGCC	Ley General de Cambio Climático
FE	Factores de emisión	lps	Litros por segundo
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica	M&E	Monitoreo y Evaluación
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura	M2M	Iniciativa Metano a Mercado
FOTEASE	Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	MCG	Modelos de Circulación General
GEI	Gases de Efecto Invernadero	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
Gg	Gigagramos	mdp	Millones de Pesos
Gg CO <sub>2</sub> eq	Gigagramos de CO <sub>2</sub> equivalente.	MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
GIZ	La Cooperación Alemana al Desarrollo (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH por sus siglas en alemán)	N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
GJ	Gigajoules	NADBANK	Banco de Desarrollo de América del Norte, por sus siglas en inglés
GTT	Grupos Técnicos de Trabajo	NOAA	Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (por sus siglas en inglés)
HAC	Arcillosos de Alta Actividad, por sus siglas en inglés	NAFIN	Nacional Financiera, Sociedad Nacional de Crédito.
HFC	Hidrofluorocarbono	NAPA	Programas Nacionales de Acción para la Adaptación
ICB	Índice Costo - Beneficio	NAMO	Nivel de Aguas Máximas Ordinarias
ICE	Índice Costo - Efectividad	OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
IESP	Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica	OMM	Organización Meteorológica Mundial
IMPLAN	Instituto Municipal de Planeación	PAC	Programa de Apoyo a Comunidades del Banco de Desarrollo de América del Norte
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	PACCCDMX	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 - 2012
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático	PACMUN	Programa de Acción Climática Municipal
INEGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	PCM	Potencial de Calentamiento Mundial
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	PCN	Poder Calorífico Neto
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	PDAP	Programa de Asistencia Técnica para el Desarrollo de Proyectos, del Banco de Desarrollo de América del Norte
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático	PDO	Oscilación Decadal del Pacífico, por sus siglas en inglés

PEA	Población Económicamente Activa	SIE	Sistema de Información Energética
PESA	Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria	SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales
PECC	Programa Estatal de Cambio Climático de Tamaulipas	SNIIM	Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados
PEDT	Plan Estatal de Desarrollo de Tamaulipas 2011 – 2016. Actualización Octubre de 2013	SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
PEMEX	Petróleos Mexicanos	SUN	Sistema Urbano Nacional
PIB	Producto Interno Bruto	SUTERM	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana
PIMUS	Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable	TESOFE	Tesorería Superior de la Federación
PJ	Peta Joules	TC	Tasa de crecimiento
PNI	Programa Nacional de Infraestructura 2014 - 2018	TCMA	Tasa de crecimiento medio anual
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente	TCA	Tiradero a Cielo Abierto
PDO	Oscilación Decadal del Pacífico (por sus siglas en inglés)	TJ	Tera Joules
PROTRAM	Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo	TNC	The Nature Conservancy (por sus siglas en inglés)
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	TSM	Temperatura de la Superficie del Mar
RCP	Representative Concentration Pathways (por sus siglas en inglés)	UMA	Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
RSU	Residuos Sólidos Urbanos	USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (US Agency for International Development)
RTP	Regiones Terrestres Prioritarias	USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, por sus siglas en inglés
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	UPCP	Unidad de Política y Control Presupuestario de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SCEEM	Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México	WRB	Base Mundial de Referencia para los recursos de suelos, por sus siglas en inglés
SE	Secretaría de Economía		
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social		
SEDET	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo del Estado de Tamaulipas		
SEDUMA	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Tamaulipas		
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales		
SENER	Secretaría de Energía.		
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público		
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta		
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera		

## INTRODUCCIÓN

El presente documento integra el Programa Estatal de Cambio Climático de Tamaulipas 2015 – 2030 (PECC). Luego de desarrollar una introducción, antecedentes teórico – metodológicos y el marco jurídico e institucional del cambio climático a nivel federal y estatal, se desarrolla el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el que se identifican las fuentes clave y se proponen 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción para mitigar las emisiones. Se desarrolla asimismo un capítulo sobre la Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en el que se identifican los desastres más importantes por fenómenos hidrometeorológicos extremos a los que está expuesto el Estado; se elaboran escenarios de cambio climático, así como un análisis de la vulnerabilidad desde una perspectiva regional considerando las seis regiones administrativas en las que se divide el Estado; y desde una perspectiva sectorial, es decir, un análisis de las vulnerabilidades más importantes de los sectores ambiental, social y económico – productivo. De dicho análisis, se desprenden 4 Ejes Estratégicos y 49 Líneas de Acción para la adaptación.

Para la elaboración del inventario de GEI y el componente de adaptación y vulnerabilidad, se consultaron documentos oficiales del Gobierno del Estado y del Gobierno Federal, así como sistemas de información en línea como el Sistema de Información Energética (SIE) de la Secretaría de Energía (SENER), informes y documentos oficiales tanto de la SEMARNAT como del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) de la SAGARPA, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), entre otras fuentes. Se consultaron también documentos oficiales de planeación y política como el Programa Estatal de Desarrollo del Estado de Tamaulipas 2013-2016, el Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011) y los Atlas de Riesgos de algunos municipios. Estos documentos permitieron dar cuenta de las acciones que ya existen, los logros y los retos que representa el cambio climático para el Estado.

Para ambos componentes (mitigación y adaptación), mucha información relevante se encuentra dispersa y atomizada. Lograr series de tiempo de más 10 años así como proyecciones confiables, aún es un reto y en algunos casos ocasionó vacíos de información. El PECC se realizó tratando de compensar estos vacíos, sin embargo, en los momentos donde se considera pertinente, se hacen observaciones y aclaraciones al respecto.

Se consultaron múltiples estudios e investigaciones sobre los distintos sectores para el Estado de Tamaulipas, elaborados por la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) y el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Altamira (CICATA-UA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) quien opera el Atlas Digital Ambiental Costero (ADAC). Dichos estudios e investigaciones constituyen lecciones valiosas en la construcción de una política estatal de cambio climático y una fuente de información fundamental para la elaboración del PECC.

Por otro lado, se realizaron procesos de consulta y entrevistas con actores clave, así como dos talleres en Ciudad Victoria sobre Adaptación y Vulnerabilidad, llevados a cabo el 13 de marzo y el 17 de julio de 2015; lo que permitió aprovechar y verter el conocimiento de los involucrados en el documento y por otra parte, iniciar una participación más activa de la sociedad tamaulipeca en el diseño y seguimiento del PECC. El PECC de Tamaulipas, cumple con los contenidos de la guía Elementos Mínimos para la Elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas publicado por SEMARNAT e INECC (SEMARNAT – INECC, 2014), aunque con algunas variaciones en el orden en que son presentados los contenidos.

El Capítulo 1 reseña los antecedentes que explican el fenómeno del cambio climático. Presenta las evidencias científicas que indican que este fenómeno es inequívoco. Se aporta información que demuestra con un alto grado de certidumbre, que el cambio climático está ocurriendo y que es atribuible directa e indirectamente a la actividad humana.

El Capítulo 2 aborda el marco jurídico e institucional que le da fundamento legal al PECC. Se comenta la Ley General de Cambio Climático y aquellos artículos que exponen las atribuciones de los gobiernos Federal, Estatales y Municipales y se profundiza en las atribuciones de las entidades federativas. Se describe el avance normativo que ha tenido el Gobierno del Estado de Tamaulipas a través del Código de Desarrollo Sustentable y las discusiones actuales en el Congreso del Estado relativas a la incorporación de un Libro de Cambio Climático en dicho Código.

Posteriormente se exponen los instrumentos programáticos de los cuáles se desprende el PECC y los arreglos institucionales que se han construido, tanto a nivel federal como a nivel del Estado. Así, se comenta la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENCC) y el Programa Especial de Cambio Climático, sus estructuras, objetivos y metas. Cabe señalar que muchas de las estrategias que propone el Programa Estatal de Desarrollo Tamaulipas 2011 – 2016, actualización a Octubre de 2013, contribuyen directa o indirectamente con las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático, por lo

que se expone una Tabla que así lo señala. Se presenta la arquitectura institucional tanto a nivel nacional como estatal que muestra las relaciones intergubernamentales e interinstitucionales que permiten dar cumplimiento a la política de cambio climático.

En el Capítulo 3 se presentan los Objetivos y Metas, así como la Misión del Gobierno Estatal y la Visión en la que se proyecta un Estado cuyas emisiones de GEI habrán de ir disminuyendo en alrededor de 9% en 2020 y de poco más del 13% aproximadamente en 2030 respecto al año base (2013) con la implementación sólo de las acciones propuestas. Se aclara, sin embargo, que el Estado puede realizar esfuerzos mayores para mejorar estos indicadores. Parte de la visión, proyecta un Estado con estrategias consolidadas de adaptación de los sistemas económico, social y ambiental, en ajuste continuo.

Posteriormente se desarrolla el Capítulo 4 que hace una descripción profunda de Tamaulipas, sus características ambientales, demográficas y económicas y los retos que estos tres ámbitos enfrentan ante las amenazas del cambio climático.

El Capítulo 5 entra de lleno a uno de los componentes que integra un programa de acción climática, es decir, el inventario de emisiones de GEI elaborado de acuerdo con la metodología del IPCC versión 2006. En él se desglosan las emisiones por categorías y subcategorías.

El Capítulo 6 desarrolla la línea base de acuerdo a un escenario tendencial (Business as Usual o BaU) y se presentan 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción. La más importante de ellas se refiere a la construcción de parques eólicos, aunque se plantean otras como la introducción de energía solar, incremento en la eficiencia energética en el sector público y privado, promoción de la movilidad sustentable en las ciudades, manejo sustentable del sector ganadero y forestal, manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU), la ampliación del tratamiento de aguas residuales y la habilitación de las PTARs para propósitos de cogeneración.

El Capítulo 7 aborda aspectos estructurales que condicionan y al mismo tiempo, pueden fortalecer las condiciones de adaptación y vulnerabilidad del Estado en los sistemas económico, social y ambiental. Profundiza con un análisis histórico de los desastres provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos a través de distintas bases de datos como el CENAPRED, el Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas, el Sistema de Información DesInventar, entre otros. Se da cuenta de la exposición de distintos municipios y de las seis regiones del Estado, a fenómenos como ciclones tropicales, inundaciones, sequías, vientos y nevadas. En este capítulo se presentan los escenarios de cambio climático para el Estado basados en los nuevos escenarios de cambio climático utilizados en el Quinto Informe del IPCC (2013) para tres de los cuatro RCP regionalizados para México y proporcionados por el INECC, que son los escenarios RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5; y para dos periodos de tiempo: Futuro cercano (2015 – 2039) y futuro lejano (2075 – 2099). Los escenarios de cambio climático sugieren para Tamaulipas, una disminución de lluvia, un incremento en la temperatura promedio; así como un aumento en el nivel medio del mar. Se profundiza tanto en las fuentes de información tomadas en cuenta como en un análisis de los valores extremos para lluvias y temperaturas.

Posteriormente se desarrolla un análisis de riesgo y vulnerabilidad futura desde una dimensión sectorial y regional a fin de identificar las acciones de adaptación más pertinentes. Para desarrollar los escenarios de riesgo y vulnerabilidad, el análisis se auxilia en los escenarios climáticos desarrollados en este mismo capítulo, en particular el RCP8.5 que presenta los cambios más críticos en comparación al resto de los escenarios y que confirman una tendencia hacia la intensificación de valores extremos de lluvia (lluvias extremas y sequías) y temperatura, pero diferenciados por regiones y sistemas, es decir, sistema ambiental (sectores hídrico y biodiversidad terrestre, costera y marina), sistema social (sector asentamientos humanos y vivienda, salud, seguridad alimentaria) y sistema económico – productivo (sectores primario, secundario y terciario). En cada caso se elabora un análisis de las capacidades de adaptación del Estado.

Finalmente se presentan 4 Ejes Estratégicos y 49 Líneas de Acción asociadas al fortalecimiento de la resiliencia ambiental, la reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad, el fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura y el fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación.

Se desarrolla un análisis costo – beneficio de algunas de las medidas más relevantes, tanto de mitigación como de adaptación, como parte de un ejercicio de priorización que permita impulsar las líneas de acción más costo – efectivas, es decir, aquellas que con los menores recursos invertidos, permitan tener los mayores impactos en mitigación y adaptación.

El Capítulo 8 presenta las bases para integrar un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para las medidas de mitigación; y de monitoreo y evaluación (M&E) para el caso de las medidas de adaptación; así como los indicadores de desempeño y de impacto.

El Capítulo 9 establece una serie de medidas orientadas a fortalecer el marco normativo e institucional del cambio climático que permitan una gobernanza climática del Estado como base para implementar el PECC. Pone énfasis en fortalecer la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado (CICCTAM), las áreas de las dependencias estatales encargadas de asumir y dar seguimiento a las metas de mitigación y adaptación, así como fortalecer los mecanismos de coordinación, participación social y capacitación.

Finalmente, el Capítulo 10 explora posibles fuentes de financiamiento internacionales, nacionales y estatales y establece lineamientos para fortalecer el Fondo Estatal de Cambio Climático.

Con el presente Programa Estatal de Cambio Climático 2015 - 2030, Tamaulipas se pone al día en la agenda climática nacional e internacional y contribuye desde el ámbito de su competencia, al cumplimiento de los objetivos y metas emanados de la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10 – 20 – 40 y del Programa Especial de Cambio Climático 2014 – 2018 del Gobierno de la República.

## **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES**

### **1.1. Evidencias científicas del cambio climático en el contexto mundial, nacional y en Tamaulipas**

Existe abundante evidencia científica que apunta a que el clima del planeta se ha alterado a partir de la era industrial, como consecuencia del aumento en las emisiones y concentraciones en la atmósfera de los llamados “Gases de Efecto Invernadero” (GEI).<sup>9</sup> Se ha observado una tendencia al calentamiento global, mayor variabilidad climática y eventos climáticos extremos con mayor potencial destructivo. Esto ha tenido consecuencias en los ecosistemas y la población humana, en particular en los grupos más vulnerables, ya sea por sus características propias o las del ambiente en que habitan.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático define el “Cambio Climático” como “cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (...). La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.” (IPCC, 2013).

De acuerdo con el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), “El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado” (IPCC, 2013).

En cada uno de los tres últimos decenios, la temperatura de la superficie de la Tierra ha tenido de manera sucesiva, los registros más altos que cualquier decenio anterior a 1850. De acuerdo con el Informe citado, en el hemisferio norte es probable que las temperaturas registradas entre 1983 y 2012 hayan sido los 30 años más cálidos en los últimos 1,400 años. Los datos de la temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados en una tendencia lineal, dan cuenta de un incremento estimado de 0.85 °C durante el periodo 1880 – 2012. (IPCC, 2013).

En lo que respecta al calentamiento de los océanos, el IPCC señala que los 75 m superiores se han calentado en 0.11 °C por decenio entre 1971 y 2010. En cuanto a los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida, en los últimos dos decenios ambas superficies han perdido masa, lo mismo que los glaciares en casi todo el mundo. El manto de hielo del Ártico y la extensión del manto de nieve en primavera en el hemisferio norte ha seguido reduciéndose. Asimismo, desde mediados del siglo XIX, el ritmo de aumento en el nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores. Durante el periodo de 1901 a 2010, el nivel medio global del mar se elevó 0.19 m. (IPCC, 2013).

Los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) han aumentado de una manera sin precedente en los últimos 800,000 años. Las concentraciones de dióxido de carbono se han incrementado en 40% desde la era preindustrial debido en primer lugar a las emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles y en segundo lugar a las emisiones netas derivadas del cambio de uso de suelo. Los océanos, por su parte, han absorbido alrededor del 30% del dióxido de carbono antropogénico emitido, provocando con ello su acidificación. En 2011, las concentraciones de estos gases eran de 391 partes por millón (ppm) para el caso del CO<sub>2</sub>, de 1 mil 803 ppm para el caso del CH<sub>4</sub> y de 324 ppm del N<sub>2</sub>O, valores que excedían los niveles preindustriales en aproximadamente el 40%, 150% y 20% respectivamente (IPCC, 2013).

Estos cambios en la temperatura de la atmósfera, los océanos, la criósfera, el incremento tanto de la temperatura como del nivel del mar y el incremento de las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, han implicado modificaciones sin precedentes en el sistema climático del planeta.

Desde el punto de vista de la adaptación, de acuerdo con el Quinto Reporte del IPCC, en las últimas décadas, los cambios en el clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. Se ha identificado con mayor certeza, cambios en los patrones de precipitación, el derretimiento de nieves y hielos que alteran los sistemas hidrológicos y los recursos hídricos en cantidad y calidad en muchas regiones del planeta. Se han identificado modificaciones en la distribución geográfica de

<sup>9</sup> El IPCC identifica los gases de efecto invernadero (GEI) de vida larga y de vida corta. Los GEI de vida larga son el Metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que persisten en la atmósfera durante décadas o siglos. Los GEI de vida corta son el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, los clorofluorocarbonos (CFC), el Ozono (O<sub>3</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

muchas especies terrestres, dulceacuícolas y marinas, así como sus actividades estacionales, sus pautas migratorias y sus interacciones con otras especies en respuesta al cambio climático en curso (IPCC, 2014).

Otro de los grandes impactos identificados es sobre la producción alimentaria. Con base en múltiples estudios que cubren un amplio espectro de regiones y cultivos, el IPCC señala que el cambio climático ha afectado negativamente el rendimiento sobre todo del trigo y maíz, y en menor medida el de arroz y soya, pero que en conjunto amenazan la seguridad alimentaria de países y regiones en el mundo. Ya desde el Cuarto Informe de Evaluación, el IPCC informó sobre la sensibilidad en los precios de los alimentos ante pérdidas en cosechas derivado de eventos climáticos extremos.

Asimismo, en su Quinto Informe, el IPCC da cuenta de un incremento en la mortalidad asociada al calor. Los cambios a nivel local en temperaturas y precipitaciones han alterado la distribución de algunas enfermedades transmitidas por el agua y vectores de enfermedades. (IPCC, 2014).

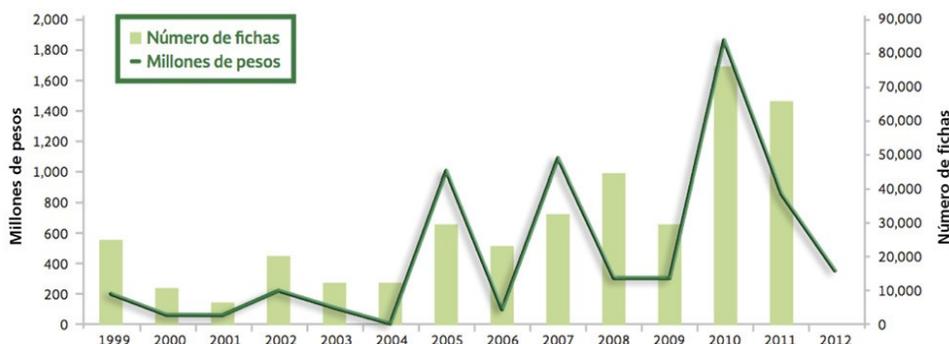
El incremento en la recurrencia e intensidad de fenómenos extremos asociados al clima como ondas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales (suficientemente documentados) pone de manifiesto la vulnerabilidad de muchos ecosistemas y sistemas sociales a la actual variabilidad climática. Entre los impactos figuran la alteración de ecosistemas, desorganización en la producción alimentaria, del suministro de agua, daños a la infraestructura y los asentamientos humanos, morbilidad, mortalidad y consecuencias en la salud y bienestar de la población humana (IPCC, 2014). Inclusive los conflictos violentos comprometen la capacidad de adaptación al dañar los activos que la facilitan, entre ellos la infraestructura (energética, de comunicaciones, de salud, de educación, etc.), las instituciones, los recursos naturales, el capital social y las oportunidades de obtener medios de subsistencia. (IPCC, 2014).

En lo que respecta a México, su situación geográfica lo hace particularmente vulnerable a los efectos asociados al cambio climático. Fenómenos hidrometeorológicos extremos como ciclones tropicales, inundaciones y sequías, por mencionar algunos, han generado pérdidas materiales y humanas con enormes costos económicos y sociales. La Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10 – 20 - 40 (ENCC) señala en el diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático, que los daños económicos relacionados con estos fenómenos han pasado de un promedio anual de 730 millones de pesos en el periodo 1980 – 1999 a 21 mil 950 millones de pesos para el periodo 2000 – 2012. (ENCC, 2013); derivado tanto de un aumento en la frecuencia de estos fenómenos, como a un incremento en la exposición de la población y la infraestructura productiva (véase Gráfica 1.1.).

**Gráfica 1.1.**

Costos económicos (Millones de Pesos) y Número de Registros (Fichas) de desastres naturales en México.

Fuente: Extraído de ENCC (2013). Se consideraron ciclones tropicales, inundaciones, lluvias intensas, ondas de calor y sequías.



La Red Mexicana de Modelación del Clima<sup>10</sup> ha desarrollado un conjunto de escenarios de cambio climático que apuntan hacia un incremento generalizado de las temperaturas, de más del 6% respecto a la media histórica; incremento que es superior al incremento global en el mismo periodo. En este contexto, es de esperarse un incremento en eventos extremos asociados a un aumento en las temperaturas, como ondas de calor o disminución de rendimientos agrícolas. Es previsible que estos impactos se presenten en localidades donde históricamente no existen registros de los mismos (ENCC, 2013).

Por otro lado, las zonas costeras del Golfo de México han experimentado también un incremento en el nivel del mar. De acuerdo con los registros de las estaciones mareográficas, Zavala - Hidalgo et al. (2010) reportan incrementos del nivel medio del mar desde la década de los 50 a finales de los 90 y principios del 2000, con valores que van de 1.9 ± 0.6 mm/año en Veracruz, a 1.8 ± 2.3 mm/año en Alvarado. De acuerdo con estos autores, otros puntos de registro son Progreso, en Quintana Roo, con 2.5 ± 1.2. mm/año; Ciudad del Carmen, Camp.; Coatzacoalcos, Ver.; y Tuxpan, Ver.; con tendencias entre 2.8. y 3.4. mm/año; mientras que en Cd. Madero, Tamps., se registran valores entre 9.2 ± 5.1 mm/año (Zavala - Hidalgo et al., 2010).

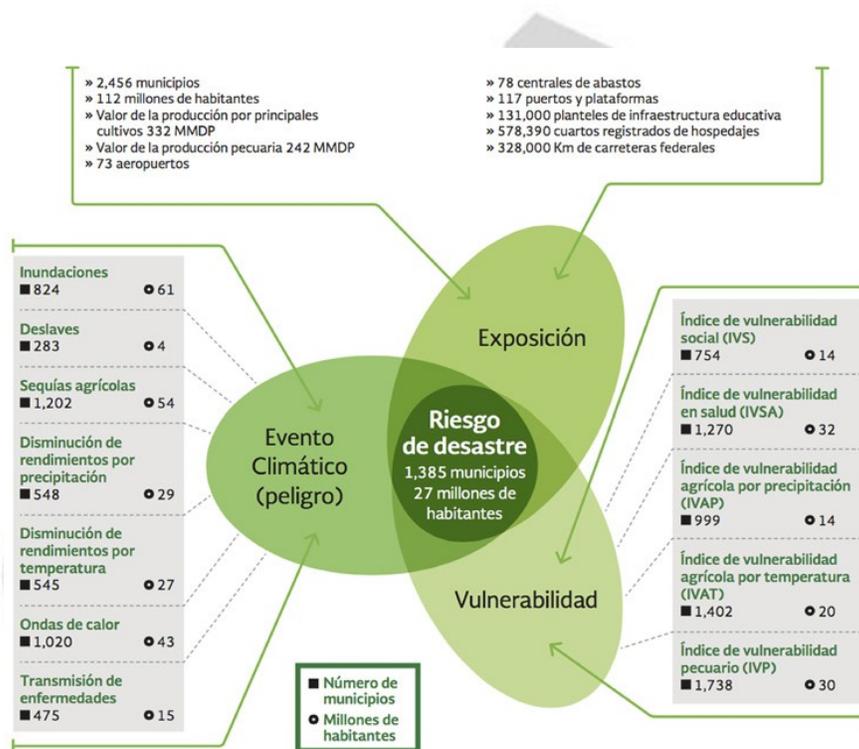
<sup>10</sup> La Red Mexicana de Modelación del Clima se encuentra integrada por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC., el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Servicio Meteorológico Nacional, coordinados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Estas instituciones han integrado los resultados de 15 modelos globales de circulación de un conjunto de proyecciones que mejor representan la climatología de México.

Las series de datos del Servicio Mareográfico de la UNAM muestran una tendencia de incremento del nivel del mar en todos los sitios analizados; lo que es consistente con los valores reportados por el IPCC respecto al incremento del mar a nivel mundial que se estima en 1.9 mm/año desde que se tiene registro.

Existen asimismo, peligros asociados al cambio climático de los que la ENCC da cuenta como inundaciones, deslaves, sequías agrícolas, disminución de los rendimientos por precipitación, disminución de los rendimientos por temperatura, ondas de calor y transmisión de enfermedades. En términos de vulnerabilidad, establece que existen 754 municipios que concentran 14 millones de habitantes en condiciones de vulnerabilidad social; 1,270 municipios que concentran 32 millones de habitantes en condiciones de vulnerabilidad en salud; 999 municipios en condiciones de vulnerabilidad agrícola por precipitación y 1,402 por temperatura que concentra 14 y 20 millones de habitantes respectivamente; y 1,738 municipios en vulnerabilidad pecuaria que concentran 30 millones de habitantes (ENCC, 2013). En lo que respecta a la exposición de bienes y activos, la ENCC señala que existe una producción agrícola con un valor monetario de 332 mil millones de pesos y una producción pecuaria con un valor de 242 mil millones de pesos que se encuentran expuestos a los peligros del cambio climático. Asimismo, elementos como aeropuertos (73), centrales de abasto (78), puertos y plataformas (117), planteles de infraestructura educativa (131,000), 578 mil 390 cuartos de hospitales y 328 mil km de carreteras federales, también se encuentran expuestos (véase Figura 1.1.).

**Figura 1.1.**  
Peligros, Vulnerabilidad y Exposición al cambio climático en México.

Fuente: Tomado de ENCC (2013).

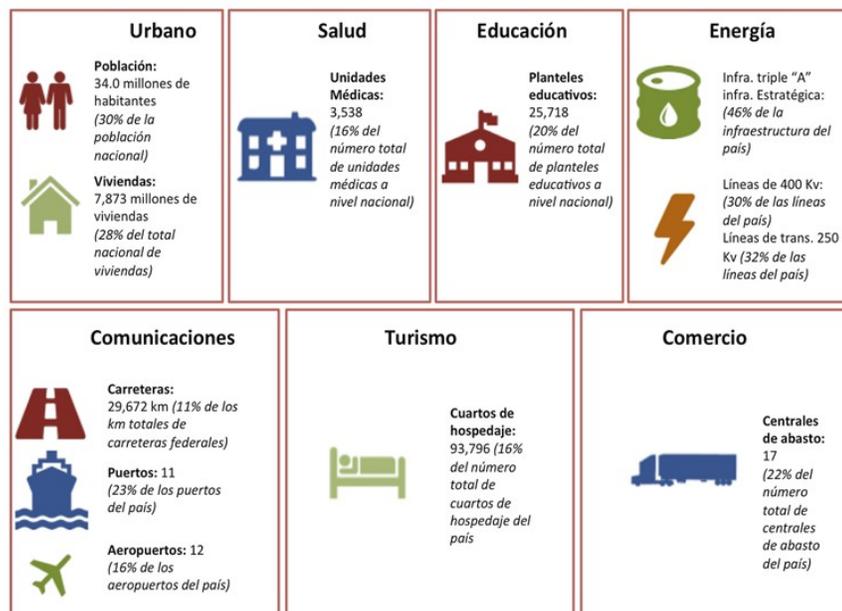


La ENCC concluye que del análisis de riesgo de desastre, los mayores son atribuibles a temperaturas que afectan los rendimientos agrícolas. El sector agropecuario es el que mayor riesgo presenta ante eventos climáticos extremos. Es probable que se presente un aumento en los episodios de sequías, sobre todo en la región del norte del país y que afectarán fundamentalmente al sector agropecuario. Finalmente, concluye que la población de los municipios con riesgo relacionado a la salud humana supera a la población expuesta a eventos como inundaciones y deslaves. En efecto, del total de la población del país, 34 millones de habitantes (30% de la población nacional) y 7 millones 873 mil viviendas (28% del parque habitacional) se encuentran expuestos a este tipo de peligros. 3 mil 568 unidades médicas (16% del total nacional) y 25 millones 718 mil planteles educativos (20% del total nacional) se ubican en zonas de alto peligro por inundación y deslave; lo mismo que el 46% de la infraestructura estratégica petrolera, el 30% de las líneas de transmisión eléctrica de 400 KW y el 32% de las líneas de transmisión eléctrica de 250 KW. La infraestructura de comunicaciones y transporte (carreteras, puertos, aeropuertos), turística (cuartos de hospedaje) y de comercio y abasto se encuentra igualmente expuesta a inundaciones y deslaves (véase Figura 1.2.).

Figura 1.2.

Infraestructura Estratégica expuesta a inundaciones y deslaves.

Fuente: Adaptado de ENCC (2013) a través de Proyecciones climáticas de la Red Mexicana de Modelación del Clima y el Centro Mario Molina.



El Estado de Tamaulipas, por su parte, y como se verá a lo largo del documento, es uno de los Estados más expuestos a fenómenos hidrometeorológicos extremos derivados tanto de la variabilidad climática natural como del cambio climático. Datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2001b, 2006, 2007, 2009 y 2011), dan cuenta de los costos de los ciclones tropicales y frentes fríos que afectaron a Tamaulipas entre 2000 y 2010, y que llegaron a representar hasta el 0.7% del Producto Interno Bruto (PIB) del Estado.

Otro de los desastres a los que se encuentra expuesto Tamaulipas son las sequías. Al respecto, el CENAPRED señala que entre los años 1979 y 1988 el estado sufrió 8 años de sequía con pérdidas de 1,116 ha; que ascienden a 47 millones de pesos. En 1995 bajo el concepto de sequía, se registró la pérdida de 98,700 cabezas de ganado, principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán.

En el 2002 se perdieron 400 cabezas de ganado por causa de la sequía en Tamaulipas, con un costo total de daños de 1.8 millones de pesos (CENAPRED, 2003), mientras que en el 2011 la sequía afectó a 8,431 productores del estado, se registraron 17,637.9 ha de cultivos dañados y 63,600 unidades animales afectadas. El total de daños ascendió a 164.4 millones de pesos (CENAPRED, 2012).

Por su parte, los registros de CENAPRED muestran el total del área dañada por incendios forestales. Los años más severos fueron en 1988 con más de 36 mil Ha. y el 2011 con cerca de 16 mil Ha., este último por las condiciones de sequía intensa que se presentaron en gran parte del país y en el que se cuantificaron daños por 16 millones de pesos. Otro de los desastres documentados por CENAPRED son las temperaturas extremas. Las heladas y bajas temperaturas han causado decenas de muertos, decenas de miles de personas afectadas, miles de viviendas dañadas y daños en cultivos.

Tamaulipas presenta también episodios de temperaturas altas extremas. Éstas se definen como episodios mayores a los 40 °C durante tres días consecutivos. En este tipo de episodios son comunes los casos de deshidratación y enfermedades gastrointestinales. Combinados con episodios de inundaciones, las temperaturas altas extremas generan casos de dengue. En el 2010 se manifestaron 53 casos (DesInventar, 03/10) tras el paso del Huracán Emily. En 2005 se registraron 250 casos de dengue hemorrágico, por lo cual se emitió alerta sanitaria en el estado (DesInventar, 08/05). En el 2008, el Río Comandante se desbordó por las tormentas tropicales 10 y 11 y se presentaron 30 casos de dengue clásico y 15 de dengue hemorrágico (DesInventar, 09/08). Además, las malas condiciones sanitarias producto del estancamiento de las aguas, han ocasionado numerosos casos de disentería (DesInventar, 07/76). Después del huracán Alex, fueron atendidas en promedio 130 personas diariamente por enfermedades gastrointestinales y de la piel (DesInventar, 03/10).

La estimación del peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos que se desarrolla en el Capítulo 7, da indicios de que los mismos se están agudizando en intensidad al hacer un análisis de los valores acumulados anuales. Si bien estos análisis varían de una región de Tamaulipas a otra, dichos valores muestran una precipitación acumulada anual con una tendencia a la baja y una recurrencia mayor de episodios de sequía que afectarán a la mayor parte del Estado y en particular a los sectores agrícola y pecuario. Lo mismo ocurre con las temperaturas máximas, observándose un incremento

de entre 0.5 °C y 1.2 °C en todo el Estado de acuerdo a los datos de CONAGUA – SMN, que es consistente con los incrementos identificados a nivel mundial.

Partiendo de estos hallazgos, los escenarios de cambio climático para el Estado de Tamaulipas desarrollados por el INECC con base en el Quinto Informe del IPCC (2013), sugieren que las lluvias en Tamaulipas disminuirán. Esta disminución será más intensa en las regiones al sur del Estado, aunque las regiones del norte seguirán con un proceso gradual de disminución de las precipitaciones que de por sí son escasas, comprometiendo gravemente actividades como la agricultura, tanto de temporal como de riego, así como la ganadería.

Respecto a las temperaturas medias, los escenarios señalados apuntan a un aumento de 0.8 °C a 1.6 °C en el futuro cercano y de 2.0 °C a 4.8 °C a finales del siglo XXI, con cambios significativos en las regiones del noroeste y suroeste. Las principales ciudades del estado (Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Ciudad Victoria y Tampico), podrían presentar incrementos en su temperatura promedio anual de entre 3.5 °C a 4.5 °C, lo que representa enormes retos para el sector hídrico y la salud. Para las temperaturas máximas y mínimas, se reproduce este mismo escenario. En efecto, para los meses de verano, en el futuro lejano, la temperatura máxima aumentaría 1.5 °C para las regiones administrativas Fronteriza, Centro, Altiplano, Mante y Sur, mientras que en la Región Valle de San Fernando podría alcanzar hasta los 2.0 °C. En el futuro lejano podría incrementarse del orden 4.0 y 5.6 °C. Los mayores incrementos se esperan al suroeste de Tamaulipas.

El cambio en la magnitud de las temperaturas máximas llevará a que se presente con mayor frecuencia e intensidad periodos de olas de calor en las regiones donde la tendencia a un mayor número de estos eventos se ha incrementado, tal es el caso de las regiones administrativas Fronteriza, Valle de San Fernando y Sur, mientras que en las regiones Centro, Altiplano y Mante se podría revertir la tendencia decreciente, lo cual tendría efectos serios en la salud de los grupos más vulnerables y en actividades agropecuarias, entre otros.

Como se mencionó en un principio, existe consenso de que el cambio climático es inequívoco. Los hallazgos de las investigaciones de la ciencia del cambio climático y los escenarios que se han expuesto para México y para Tamaulipas apuntan en ese sentido. A fin de contener sus efectos a nivel global (ya documentados), varios países suscribieron la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), misma que entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Actualmente las “Partes de la Convención”, como se le llaman a los países miembro, suman un total de 195 que la han ratificado. Al tratarse de un instrumento “marco”, de él se desprenden otros instrumentos jurídicos que permiten avanzar en sus objetivos y ajustar sus alcances. Así, el primer instrumento que derivó de la Convención, fue el Protocolo de Kyoto, aprobado el 11 de diciembre de 1997 y que estableció metas cuantificables y compromisos vinculantes de reducción de emisiones de los países desarrollados, conocidos como Países Anexo 1.

México, si bien no es un país Anexo 1, ha venido desarrollando su marco normativo e institucional en materia de cambio climático. Destaca la creación del Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero, mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 23 de enero de 2004. Dicho comité evolucionó en la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) creada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de abril de 2005. Desde entonces y a la fecha, México es uno de los países más activos en materia climática al haber publicado cinco comunicaciones nacionales ante la CMNUCC, haber aprobado la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático desde el sexenio pasado y en el actual. En 2012 fue publicada en el DOF la Ley General de Cambio Climático que estableció por primera vez, el marco jurídico e institucional del cambio climático y distribuye competencias en la materia a nivel Federal, Estatal y Municipal.

## **CAPÍTULO 2. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO**

### **2.1. Marco Jurídico Federal**

El Programa Estatal de Cambio Climático de Tamaulipas (PECC) tiene su fundamento legal en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y reformada el 1 de junio de 2016.

El Artículo 2º, fracción I de la LGCC establece como uno de sus objetivos “Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero”; y en su fracción VI señala como otro de sus objetivos “Establecer las bases para la concertación con la sociedad”. Los Artículos 7, 8 y 9 de la LGCC establece las atribuciones de cada orden de gobierno en esta materia.

Así, el Artículo 7 señala como atribuciones de la Federación, la de formular y conducir la política nacional en materia de Cambio Climático; elaborar, coordinar y aplicar los instrumentos de política previstos en la misma Ley; formular, conducir y publicar la Estrategia Nacional y el Programa Especial de Cambio

Climático, así como llevar a cabo su instrumentación, seguimiento y evaluación; establecer, regular e instrumentar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en materias como la preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres y acuáticos, y los recursos hídricos; la agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y acuicultura; educación, energía, seguridad alimentaria, prevención y atención a enfermedades asociadas al cambio climático, protección civil, transporte federal y comunicaciones, desarrollo regional, desarrollo urbano y demografía.

Parte de las atribuciones del Gobierno Federal son elaborar, actualizar y publicar el atlas nacional de riesgos, y emitir los criterios para la elaboración de los atlas de riesgo estatales, incorporar en los instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático, elaborar e instrumentar su programa en materia de cambio climático, promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general, fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático, promover la educación y difusión de la cultura en materia de cambio climático en todos los niveles educativos, promover la participación corresponsable con la sociedad, integrar y actualizar el Sistema de Información sobre el Cambio Climático, formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales, colaborar con las entidades federativas en la instrumentación de sus programas para enfrentar al cambio climático mediante la asistencia técnica requerida y establecer acciones regionales entre dos o más entidades federativas, convocar a entidades federativas y municipios para el desarrollo de acciones concurrentes para la mitigación y adaptación al cambio climático, en el ámbito de sus competencias y emitir recomendaciones a las entidades federativas y municipios, con la finalidad de promover acciones en materia de cambio climático.

El Artículo 8 de la LGCC, por su parte, establece las mismas atribuciones que tiene el Gobierno Federal, pero para los gobiernos de las Entidades Federativas, incluyendo la celebración de convenios de colaboración con la Federación, entidades federativas y municipios para la implementación de acciones de mitigación y adaptación. Dicho Artículo también mandata a los estados a fomentar la investigación científica y tecnológica en la materia, impulsar un transporte eficiente y sustentable, público y privado; realizar campañas de educación y sensibilización sobre los efectos del cambio climático, integrar la información sobre fuentes emisoras en su jurisdicción para su incorporación al Inventario Nacional de Emisiones de GEI, elaborar y publicar el Atlas Estatal de Riesgos, fortalecer las capacidades institucionales para hacer frente al cambio climático, establecer incentivos económicos para la ejecución de acciones en la materia; convenir con los sectores social y privado la realización de acciones e inversiones, gestionar y administrar fondos estatales para financiar acciones de mitigación y adaptación, vigilar el cumplimiento de los alcances de la Ley General de Cambio Climático en su jurisdicción y en su caso, sancionar su incumplimiento.

Finalmente, el Artículo 9 señala las atribuciones de los Municipios en la materia, dentro de las cuáles se encuentran formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de Cambio Climático en concordancia con la política nacional y estatal y en el marco de sus atribuciones, es decir, en materias tales como la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano, recursos naturales y protección al ambiente de su competencia, protección civil, manejo de residuos sólidos municipales y transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional, entre otros.<sup>11</sup>

## 2.2. Marco Jurídico Estatal

En lo que respecta al Estado de Tamaulipas, las bases jurídicas que dan fundamento legal al PECC se encuentran en el Código de Desarrollo Sustentable del Estado, publicado en el Periódico Oficial del Estado (POE) el 5 de junio de 2008 (Número 69) y reformado por última vez mediante decreto publicado en el POE el 16 de diciembre de 2010. El Artículo 44, Fracc. XXV del Código señala, a propósito de la Distribución y Coordinación de Competencias, que corresponde al Estado, por conducto de la Agencia Ambiental, coordinar la política estatal sobre cambio climático, de protección a la capa de ozono y de atención y reversión a los problemas de gases de efecto invernadero.

El Código de Desarrollo Sustentable del Estado atiende sectores en los que se definen normas jurídicas orientadas a la preservación del medio ambiente y los recursos naturales que por sus características transversales, inciden en la mitigación y adaptación al cambio climático. Así, el Código cuenta con Libros sobre Protección Ambiental, Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado, sobre las Áreas Naturales Protegidas, sobre la Vida Silvestre del Estado, sobre los Procedimientos ante la Agencia Ambiental, sobre los Procedimientos Especiales y las Sanciones y sobre Medios de Impugnación.

<sup>11</sup> Por la relevancia que tienen las atribuciones municipales asociadas al manejo de su territorio, y toda vez que los efectos del cambio climático "aterrizan" forzosamente en el ámbito territorial; el papel que pueden jugar los municipios es fundamental, motivo por el cual se elaboró el Anexo 9 en el que se describen las facultades municipales amparadas en el Artículo 115 Constitucional y la forma en la que, ejercerlas, permite a los municipios contribuir en la política de cambio climático del Estado y en el cumplimiento de las líneas de acción en materia de mitigación y adaptación.

Actualmente se discute en el Congreso Local la inclusión del Libro de Cambio Climático en el Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas, con lo que se consolidarán las bases jurídicas en la materia. Además, Tamaulipas cuenta con 26 leyes que inciden indirectamente en las acciones de mitigación (3), adaptación (10) y en temas transversales (13) (véase Figura 2.1.):

**Figura 2.1.** Leyes Estatales con una incidencia indirecta en la política de cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

<b>MITIGACIÓN</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables del Estado de Tamaulipas</li> <li>2. Ley de Tránsito</li> <li>3. Ley de Transporte del Estado de Tamaulipas</li> </ol>
<b>ADAPTACIÓN</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley de Aguas del Estado de Tamaulipas</li> <li>2. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tamaulipas</li> <li>3. Ley de Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Tamaulipas</li> <li>4. Ley para el Fomento y Desarrollo de la Fruticultura</li> <li>5. Ley Ganadera para el Estado de Tamaulipas</li> <li>6. Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables del Estado de Tamaulipas</li> <li>7. Ley de Protección Civil para el Estado de Tamaulipas</li> <li>8. Ley de Salud para el Estado de Tamaulipas</li> <li>9. Ley sobre el Sistema Estatal de Asistencia Social</li> <li>10. Ley de Desarrollo Social para el Estado de Tamaulipas</li> </ol>
<b>TEMAS TRANSVERSALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley para el Desarrollo Económico y la Competitividad del Estado de Tamaulipas</li> <li>2. Ley de Educación para el Estado de Tamaulipas</li> <li>3. Ley de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica en el Estado de Tamaulipas</li> <li>4. Ley de Gasto Público</li> <li>5. Ley de Hacienda para el Estado de Tamaulipas</li> <li>6. Ley para la Igualdad de Género en Tamaulipas</li> <li>7. Ley de Información Geográfica y Estadística del Estado de Tamaulipas</li> <li>8. Ley de Instituciones de Asistencia Social para el Estado de Tamaulipas</li> <li>9. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tamaulipas</li> <li>10. Ley Estatal de Planeación</li> <li>11. Ley de Turismo del Estado de Tamaulipas</li> <li>12. Ley de Vivienda para el Estado de Tamaulipas</li> <li>13. Ley para el Desarrollo Urbano del Estado de Tamaulipas</li> </ol>

**Tabla 2.1** Leyes Estatales con incidencia directa para el PECC en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

De las 26 Leyes, hay algunas con una incidencia directa en las estrategias y medidas de mitigación y adaptación del PECC, así como en medidas transversales (véase Tabla 2.1.):

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables del Estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crea la Comisión Intersecretarial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.</li> <li>• Promueve el uso de energías como el viento, la radiación solar en todas sus formas, el movimiento del agua en cauces naturales o artificiales, la energía oceánica (olas, corrientes marinas, gradiente de concentración de sal) y la energía geotérmica.</li> <li>• Da atribuciones al Ejecutivo del Estado para otorgar incentivos económicos y subsidios a entes privados para promover las energías renovables.</li> <li>• Mandata al Estado la elaboración del Plan Estatal para el Aprovechamiento de Energías Renovables.</li> <li>• Promueve una cultura ambiental y fomenta una educación para el aprovechamiento y uso de las energías renovables en todas sus modalidades.</li> </ul>
Ley de Transporte del Estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece las bases para ordenar, prestar y supervisar el servicio público de transporte; las bases para utilizar y aprovechar la infraestructura vial de jurisdicción estatal para la prestación del servicio público de transporte; y las normas de coordinación entre el Estado y los Municipios en materia de transporte.</li> <li>• Determina las atribuciones del Estado para que a través de la SEDUMA, fomente, ordene y regule el desarrollo del transporte público del Estado, realice estudios sobre oferta y demanda, elabore el Programa Integral de Transporte y Vialidad, impulse el acceso universal al transporte público de pasajeros para personas con discapacidad, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad, coordine acciones en materia de protección al medio ambiente y promueva el uso de combustibles alternos.</li> <li>• Establece y regula las actividades de los Comités Municipales de Transporte.</li> <li>• Señala las obligaciones de prestadores de servicio, entre las que se encuentran, presentar los vehículos a revisión mecánica y verificación de emisiones de gases contaminantes con la periodicidad que señalen la ley o la normatividad aplicable.</li> <li>• Establece la antigüedad máxima de los vehículos en función del tipo de transporte que presten.</li> </ul>

<p>Ley de Aguas del Estado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece las bases para un aprovechamiento sustentable del recurso hídrico.</li> <li>• Establece la organización de los organismos operadores municipales, regionales o intermunicipales.</li> <li>• Distribuye competencias para un manejo integral y sustentable del recurso hídrico y de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, entre otros; entre el Ejecutivo del Estado, la Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas y los organismos municipales.</li> <li>• Mandata a la Comisión para que, en coordinación con autoridades federales, estatales y municipales, intervenga en las actividades de seguridad hidráulica, establezca programas de contingencias para prevenir los efectos de avenidas, inundaciones, sequías y otros fenómenos extremos.</li> </ul>
<p>Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tamaulipas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objeto contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del Estado a través de un manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y los ecosistemas hidrológico-forestales.</li> <li>• Promueve la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales de estados y municipios.</li> <li>• Establece normas para el desarrollo de la actividad silvícola en un contexto de participación social y comunitaria, responsabilidad ambiental, compatibilización con actividades de pastoreo (Sistemas Agrosilvopastoriles), promoción de la forestación con propósitos comerciales, mejora en la productividad forestal; conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales así como de las cuencas hidrológico-forestales.</li> <li>• Promueve la protección a zonas para refugio de flora y fauna en peligro de extinción.</li> <li>• Mandata el ejercicio de actividades para la prevención, detección y combate de incendios forestales, control de plagas y enfermedades.</li> </ul>
<p>Ley de Desarrollo Rural Sustentable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve el desarrollo rural en el Estado, de manera integral, sustentable e incluyente, con el fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad rural, contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria del Estado y del país.</li> <li>• Promueve la capacitación y asistencia técnica para los actores vinculados al desarrollo rural.</li> <li>• Proporciona los servicios y apoyos para el desarrollo de la unidad rural familiar, para el desarrollo la infraestructura que permita el desarrollo de las actividades y servicios en el campo.</li> <li>• Establece los Consejos para el Desarrollo Rural Sustentable y el Consejo Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable.</li> </ul>
<p>Ley Ganadera del Estado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objeto el establecimiento de las bases para el ejercicio de la actividad pecuaria y su relación equilibrada con los elementos naturales, con el propósito de lograr su desarrollo sostenible; el fomento, sanidad, protección y explotación económica de las especies animales; y el fortalecimiento de todas las formas de organización que tiendan al logro de estos fines.</li> <li>• Establece atribuciones del Estado para que a través de la Secretaría de Desarrollo Rural, promueva el desarrollo y aplicación de sistemas de producción integrales y de ecotecnia que garanticen la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales; fomento con la participación directa de los ganaderos, el uso integral y racional de los recursos naturales, contemplando la conservación y adaptación de terrenos para agostadero, la rehabilitación de praderas, la reforestación de montes aprovechables para ramoneo, la implantación, conservación y mantenimiento de praderas artificiales y la propagación de las especies forrajeras, con el objeto de incrementar la productividad y proteger el equilibrio ecológico.</li> </ul>
<p>Ley de Protección Civil del Estado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objeto regular las acciones que en materia de protección civil se lleven a cabo en el Estado de Tamaulipas.</li> <li>• Distribuye competencias entre el Estado y los Municipios para elaborar el Programa de Protección Civil, crear Fondos de Desastre para la atención a emergencias por riesgos de desastre.</li> <li>• Establece y regula el funcionamiento del Sistema Estatal de Protección Civil como parte integrante del Sistema Nacional.</li> <li>• Establece y regula el funcionamiento del Consejo de Protección Civil del Estado y lo mandata para que establezca las acciones necesarias a fin de garantizar la salud y la seguridad de los habitantes del Estado ante la amenaza de cualquier peligro inminente sin importar su tipo y origen.</li> <li>• Mandata al Estado y a los Municipios, a través de la Dirección General de Protección Civil, la inspección y supervisión de todos los establecimientos de competencia estatal y municipal, respectivamente.</li> <li>• Establece obligaciones de personas físicas y morales en materia de protección civil.</li> <li>• Faculta al Gobernador del Estado como Presidente del Consejo de Protección Civil, emitir una declaratoria de emergencia</li> </ul>
<p>Ley para el Desarrollo Urbano del Estado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objeto establecer la competencia del Estado y de los Municipios para ordenar y regular los asentamientos humanos y el desarrollo urbano; ordenar y regular la planeación, fundación, conservación, mejoramiento, crecimiento y zonificación de los predios urbanos, suburbanos y rústicos del Estado.</li> <li>• Define las bases conforme a las cuales el Estado y los Municipios ejercerán sus atribuciones para determinar las reservas, usos y destinos de áreas o predios.</li> </ul>

Ley para el Desarrollo Urbano del Estado	• Fija las normas para ordenar y regular el fraccionamiento, división, fusión, subdivisión y relotificación de terrenos; para establecer las infracciones, medidas de seguridad y sanciones, así como el recurso de reconsideración y los procedimientos administrativos que permitan la aplicación de la ley.
	• Establece las normas y la forma de consulta a la sociedad en el proceso de planeación del ordenamiento territorial y la formulación de los programas de desarrollo urbano previstos.
	• Promueve, a través de las atribuciones al Estado y los Municipios, un crecimiento urbano denso y una distribución equilibrada de áreas urbanizadas, actividades económicas y áreas no urbanizadas.
	• Mandata la dotación suficiente y adecuada de infraestructura y equipamiento urbano, así como la debida prestación de los servicios públicos.
	• Instruye que el ejercicio de estas atribuciones se realizará a través de la identificación y uso adecuado de las zonas de alto riesgo y de impacto ambiental.
	• Establece y regula el funcionamiento del Consejo Estatal de Planeación del Desarrollo Urbano y de los Comités Municipales en la materia.
	• Otorga facultades al Estado para que, a través del Instituto Tamaulipeco de Vivienda y Urbanismo (ITAVU), adquiera reserva territorial para la promoción de vivienda social.

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.congresotamaulipas.gob.mx/Legislacion/ListadoLegislacion.asp?IdTipoArchivo=1>. Última consulta: 28 de julio de 2015.

Si bien las ocho leyes comentadas tienen una incidencia directa ya sea en mitigación o adaptación, las 26 Leyes en su conjunto y los Artículos que distribuyen competencias que corresponden a distintas dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal de distintos sectores, permiten la generación de sinergias y el establecimiento de acuerdos entre las mismas. Sin embargo, el seguimiento de la Ley no asegura necesariamente una coordinación entre dependencias, por lo que se requiere de arreglos institucionales que permitan aprovechar las sinergias potenciales que el marco jurídico establece.

### 2.3. Alineamiento con las políticas nacionales y arreglos institucionales para la implementación del PECC

El PECC está alineado con la política nacional de cambio climático establecida en la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENCC), así como con el Plan Estatal de Desarrollo de Tamaulipas 2011 – 2016 en su Actualización a Octubre de 2013 (PEDT). La ENCC establece 8 pilares que soportan la política nacional de cambio climático (véase Figura 2.2.):

**Figura 2.2.** Pilares que soportan la Política Nacional de Cambio Climático establecida por la ENCC.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENCC.

<b>ADAPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A1. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático</li> <li>A2. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático</li> <li>A3. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen</li> </ul>
<b>MITIGACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia</li> <li>M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable</li> <li>M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono</li> <li>M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono</li> <li>M5. Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar</li> </ul>

Las Estrategias y Líneas de Acción que se plantean en el PECC están totalmente alineadas a cada uno de los 8 Pilares. La ENCC reconoce dentro de sus alcances que las entidades federativas y los municipios, en cumplimiento a la LGCC, deberán definir los objetivos y acciones específicas de mitigación y adaptación en materia de cambio climático en sus programas respectivos. En cumplimiento a este mandato, el Gobierno del Estado de Tamaulipas, en el marco del PEDT, establece líneas de acción que contribuyen de manera directa e indirecta con las acciones de mitigación, adaptación al cambio climático y con algunos temas transversales. Así, por un lado, la SEDUMA identifica hasta 50 Estrategias y 116 líneas de acción (de las 891 que integran el PEDT) y que emanan de cuatro Ejes que estructura dicho Plan (véase la Tabla 2.2.).

Tabla 2.2. Estrategias más relevantes del PEDT asociadas al cambio climático.

Eje	Estrategias
Tamaulipas Seguro	8.1 Fomentar una cultura de la prevención de desastres que fortalezca la capacidad de la población para superar fenómenos naturales y accidentes de impacto comunitario.
	8.2 Modernizar el ordenamiento en materia de vigilancia e inspección para la prevención de riesgos y protección a la población en caso de desastres.
	8.3. Multiplicar la actividad y cobertura de los centros de atención de emergencias con acciones de infraestructura, capacitación y participación social.
Tamaulipas Humano	2.6. Consolidar la vigilancia epidemiológica con criterios de respuesta inmediata a la atención y control de riesgos y afectaciones a la salud.
	4.1. Fortalecer la investigación y el desarrollo de proyectos de salud para prevenir y atender las prioridades de salud, así como formar cuadros en investigación en las unidades de salud.
	10.1. Integrar una política con criterios de equidad social e igualdad de género, cobertura en zonas urbanas y rurales, y de coordinación entre órdenes de gobierno.
	12.2. Ampliar las alternativas comunitarias y el acceso de las familias con mayor rezago a materiales y técnicas para la autoconstrucción de vivienda con criterios de organización, capacitación, asistencia y sustentabilidad.
Tamaulipas Competitivo	1.3. Construir una alianza con representantes de los sectores económicos para establecer una política de innovación, investigación y desarrollo con base tecnológica que fortalezca el capital humano y la generación de empleos.
	9.1. Incorporar criterios de sustentabilidad a las actividades del campo, que amplíen las alternativas de producción y eleven la calidad de los productos.
	9.2. Fortalecer la infraestructura y equipamiento agrícola para la aplicación de tecnología avanzada en las actividades de la producción primaria.
	9.1. Incorporar criterios de sustentabilidad a las actividades del campo, que amplíen las alternativas de producción y eleven la calidad de los productos.
	9.2. Fortalecer la infraestructura y equipamiento agrícola para la aplicación de tecnología avanzada en las actividades de la producción primaria.
	9.4. Ampliar las alternativas de aprovechamiento sustentable de las regiones forestales maderables y no maderables.
	12.3. Atraer la visita de paseantes a nuestras ciudades y zonas de atracción turística con acciones de promoción de nuestra riqueza natural e infraestructura.
Tamaulipas Sustentable	2.1. Proponer la modernización de los instrumentos de regulación y coordinación entre los órdenes de gobierno que asignen al suelo urbano los atributos de ordenamiento y sustentabilidad.
	5.1. Atender en cantidad y calidad las necesidades y requerimientos en infraestructura y servicios básicos.
	5.2. Promover la iluminación de las ciudades que mejore la imagen, cobertura y seguridad pública.
	6.1. Alentar sistemas de vialidad que mejoren la circulación en calles y avenidas.
	7.1. Modernizar los servicios de transporte público con acciones de coordinación para el ordenamiento, renovación de unidades, mecanismos de control y esquemas de capacitación a conductores.
	7.2. Mejorar las rutas del transporte público de pasajeros con criterios de eficacia que impacten en la disponibilidad de unidades y ahorro en el tiempo de traslado.
	8.1. Desarrollar instrumentos de largo plazo que fortalezcan la administración eficiente del recurso agua con acciones de manejo integral, abasto y aprovechamiento sustentable.
	9.1. Fortalecer la función y gestión institucional que el gobierno estatal ejerce sobre el recurso agua.
	9.2. Modernizar la infraestructura de los servicios de agua potable, drenaje sanitario, drenaje pluvial y saneamiento con criterios de funcionalidad, oportunidad, suficiencia y calidad.
	9.3. Promover la sustentabilidad y eficiencia del riego mediante la rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola y su tecnificación, en coordinación con las autoridades federales y los usuarios.
	10.1. Ordenar las actividades productivas y comunitarias con políticas de sustentabilidad ambiental en el aprovechamiento de los recursos naturales.
	10.2. Proteger nuestra riqueza natural con la participación social y privada mediante acciones de protección y preservación.
	10.3 Fortalecer las acciones de cooperación nacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
	12.1. Fomentar la participación ciudadana y de los sectores productivos en la formación de una conciencia ambiental sustentable que proteja los recursos naturales.
	12.2. Crear un entorno de participación pública, social y privada en las políticas ambientales de calidad del aire y del agua.

13.1.	Promover conductas responsables de consumo y generación de residuos y el aprovechamiento sustentable de los mismos.
13.2.	Promover la cobertura eficiente de la infraestructura de recolección y disposición final de residuos en zonas urbanas y de confinamiento de residuos de manejo especial y peligroso.
14.1.	Promover alternativas de producción de energía, eficaces y sustentables económica, social y ambientalmente.
15.2	Preservar la flora silvestre con acciones que protejan la cobertura vegetal de especies nativas, recuperen la población de especies endémicas y establezcan actividades productivas con sustentabilidad ambiental.
15.3.	Preservar las especies de fauna silvestre con acciones que controlen sus poblaciones y favorezcan el equilibrio de los ecosistemas naturales.
16.1.	Fortalecer los instrumentos de gestión ambiental para una mayor certeza jurídica, transparencia y simplificación administrativa.
16.2.	Implementar bases de datos técnicos y científicos de carácter ambiental.
16.3.	Procurar la integración de un fondo para dar impulso a proyectos de carácter ambiental.

Fuente: Elaboración propia con base en el PEDT.

En la Tabla 2.2. se presentan las Estrategias más relevantes que contribuyen y a la vez le dan fundamento programático al PECC. Por otro lado, y en congruencia con la LGCC invocada por la ENCC, las entidades federativas y los municipios establecerán las bases de coordinación para la integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) de acuerdo con el Artículo 38 de dicha Ley. De acuerdo con este Artículo, el SINACC estará integrado por los siguientes órganos:

- El Consejo de Cambio Climático como órgano permanente de consulta de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, integrada por 15 miembros provenientes de los sectores social, privado y académico.
- La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) integrada por los titulares de la SEMARNAT, SAGARPA, Secretaría de Salud, SCT, Secretaría de Economía, SECTUR, SEDESOL, SEGOB, Secretaría de Marina, SENER, SEP, SHCP, SRE y SEDATU.
- El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
- El Congreso de la Unión
- Las Entidades Federativas
- Las Asociaciones de Autoridades Municipales.

El SINACC fungirá como mecanismo permanente de concurrencia, comunicación, colaboración, coordinación y concertación sobre la política nacional de cambio climático, promoverá la aplicación transversal de la política nacional de cambio climático y entre órdenes de gobierno, coordinará los esfuerzos de la federación, entidades federativas y municipios para la realización de acciones de mitigación y adaptación y promoverá la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones entre los tres órdenes de gobierno, con la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

De acuerdo con el Artículo 41 de la LGCC, la CICC tiene un carácter permanente y será presidida por el titular del Ejecutivo Federal quien podrá delegar esa función en el Secretario de Gobernación o el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Entre las atribuciones de la CICC se encuentran promover la coordinación entre dependencias y entidades de la administración pública federal en la materia, formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático y su incorporación a los programas y acciones sectoriales de gobierno, desarrollar criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas en la materia, participar en la elaboración e instrumentación del Programa Especial de Cambio Climático, entre otras.

**Figura 2.3.**

Estructura del Sistema Nacional de Cambio Climático.

Fuente: Elaboración propia con base en el Artículo 38 de la Ley General de Cambio Climático.



**2.4. La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas**

El estado de Tamaulipas adopta el modelo de arreglo institucional establecido en la LGCC y el 11 de diciembre de 2012, publica en el Periódico Oficial del Estado, Tomo CXXXVII, No. 148, el Decreto Gubernamental mediante el cual se crea la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas (CICCTAM). El Artículo 1 de dicho decreto establece que la CICCTAM será el órgano de coordinación entre las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal para elaborar políticas públicas orientadas a la prevención y mitigación de GEI y de adaptación a los efectos del cambio climático.

Sesión de instalación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas en la Capital del Estado. Con la presencia del Ing. Egidio Torre Cantú, Gobernador del Estado de Tamaulipas, el Ing. Humberto René Salinas Treviño, Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y la Ing. María Elena Giner, Administradora General de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza.



El Artículo 2 señala que la Comisión tiene por objetos, los siguientes:

- Establecer estrategias, elaborar proyectos y ejecutar programas que permitan reducir la vulnerabilidad del Estado ante los impactos adversos de fenómenos asociados al cambio climático, en actividades productivas, centros de población y en el potencial natural del estado;
- Implementar mecanismos de comunicación interinstitucional con instancias nacionales e internacionales, para desarrollar estrategias y proyectos de cooperación técnica vinculados al cambio climático;
- Promover la identificación y formulación de proyectos que incentiven la mitigación y adaptación al cambio climático, así como la gestión de financiamiento público y privado, tanto nacional como internacional para la ejecución de los mismos.

De acuerdo con el Artículo 2 del Decreto de creación, la CICCTAM estará integrada por el Gobernador Constitucional del Estado de Tamaulipas, quien fungirá como Presidente; y los titulares de las siguientes dependencias estatales: Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, quien fungirá como Secretario Técnico; la Secretaría General de Gobierno, la Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo, la Secretaría de Desarrollo Rural, la Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Educación y la Secretaría de Salud.

**Figura 2.4.** Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en el Artículo 2 del Decreto de Creación de la CICTAMM.



El Artículo 3 establece sus atribuciones, entre las que destacan formular y proponer al Ejecutivo del Estado, las políticas y estrategias estatales sobre desarrollo sustentable y cambio climático, así como reformas legales necesarias en materia de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático; coordinar las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública del Estado; integrar un diagnóstico sobre la problemática del cambio climático y su impacto en el Estado, formular el programa estatal de acción climática, consolidar un conjunto de normas, políticas y programas en materia de energía, biodiversidad, agricultura, ganadería, forestal, pesca, educación, transporte, protección civil, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, calidad del aire, agua, salud y desarrollo urbano, que le permitan al estado controlar y reducir sus emisiones, orientar y alentar esfuerzos entre los distintos órdenes de gobierno, entre otras.

**2.4.1. Los Grupos Técnicos de Trabajo**

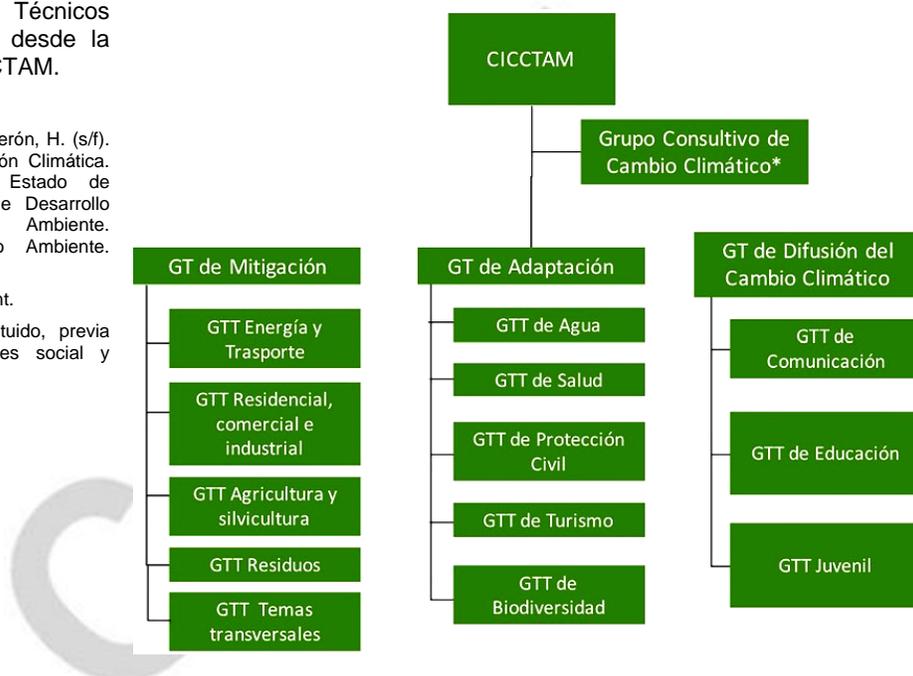
Los integrantes de la CICCTAM tendrán como una de sus facultades, de acuerdo con el Artículo 6 Fracción V del Decreto, proponer al Presidente de la Comisión, la creación de Grupos Técnicos de Trabajo que se requieran para su mejor funcionamiento. Con fundamento en dicho Artículo, se integraron los siguientes Grupos Técnicos de Trabajo estructurados a partir de los tres grandes componentes que cubre la política estatal de cambio climático, es decir, de adaptación, de mitigación y de educación y comunicación (véase Figura 2.5.):

**Figura 2.5.** Grupos Técnicos de Trabajo creados desde la formación de la CICCTAM.

Fuente: Adaptado de Calderón, H. (s/f). Programa Estatal de Acción Climática. (PEAC). Gobierno del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Subsecretaría de Medio Ambiente. Tamaulipas.

Presentación en PowerPoint.

\*Pendiente de ser constituido, previa consulta con los sectores social y académico.



Bajo esta arquitectura institucional, la SEDUMA, con apoyo de la COCEF, realizó 9 reuniones regionales de los GTT durante la elaboración del PECC, en las regiones Norte, en Reynosa; en la región Centro, en Ciudad Victoria; y en la región Sur, en Tampico (3 reuniones en cada región), cuyos asistentes provinieron de todo el territorio del Estado. El propósito de dichas reuniones fue el de asegurar una participación de la sociedad tamaulipeca en la construcción de las estrategias y líneas de acción, en particular en las de mitigación; en la medida en que la participación de la comunidad permite por un lado, integrar a dichas estrategias y líneas de acción, el conocimiento de la comunidad y acrecentar sus capacidades de mitigación, adaptación y resiliencia; y por otro lado, permite a las autoridades estatales y municipales escuchar y responsabilizarse en el diseño e implementación de dichas líneas de acción. Los GTT identificaron las políticas públicas prioritarias para la mitigación de GEI en el estado a ser integradas en el PECC, para lo cual cumplieron con las funciones siguientes (véase Tabla 2.3.):

- Análisis del catálogo de opciones de políticas de mitigación proporcionado por COCEF (véase Anexo 11b).
- Plantear recomendaciones de modificación y mejora de las políticas de su interés
- Señalar las limitaciones para la implementación de las políticas
- Identificar a los actores que intervienen en su implementación

**Tabla 2.3.** Grupos de Trabajo (GTT) de acuerdo a su sector de análisis y la descripción de los sectores.

GTT	Sector	Descripción
Energía y Transporte	Suministro de Energía	Generación de energía, potencia y calor, con enfoque en generación y distribución de electricidad y transporte de hidrocarburos.
	Transporte y uso de suelo	Incorpora temas de eficiencia vehicular, transporte público, programas para reducir la demanda de combustibles.
Residencial, Comercial e Industrial	Residencial, comercial e industrial	Incluye eficiencia en el consumo energético del sector residencial, comercial e industrial, así como infraestructura de actividades de gobierno.
Temas Transversales	Temas Transversales	Contiene las actividades que conciernen a más de un sector socioeconómico, como las del área de la salud, la educación, la gestión del agua. Así como la gestión de emisiones de GEI, entre otros.
Agricultura y Silvicultura	Agricultura, Silvicultura	Se refiere a las actividades agropecuarias y de los aspectos de uso y manejo de los bosques, pues representan los sectores que incluyen las reservas de carbono y su captura, así como la protección del suelo, la eficiencia energética de las actividades rurales, prevención de incendios, entre otros aspectos.
Residuos	Residuos	Contempla el manejo eficiente de los residuos, su uso en generación de biogás, reducción y reciclaje.

Durante el periodo que se llevaron a cabo los 9 talleres, se utilizó entre los asistentes, la plataforma en línea del grupo "Desarrollo de Proyectos Sostenibles" (DPS),<sup>12</sup> lo que les permitió hacer aportaciones, observar en tiempo real las intervenciones de otros participantes independientemente del área geográfica, interactuar entre sí, compartir experiencias y desarrollar ideas que fueron retomadas para la formulación de las estrategias y líneas de acción que se desarrollan más adelante en el PECC.

El funcionamiento de la CICCTAM bajo esta estructura demanda una coordinación estrecha entre dependencias y entidades de la Administración Pública del Estado. Así, la asignación de compromisos en el cumplimiento de metas, el seguimiento de las medidas y la responsabilidad en el monitoreo, reporte, verificación y evaluación, se estructura a partir del Grupo Técnico de Trabajo sobre Cambio Climático, coordinado por la SEDUMA y que cubre a todos los sectores que tienen una incidencia directa en el PECC en mitigación, adaptación y en temas transversales (véase Figura 2.6.).

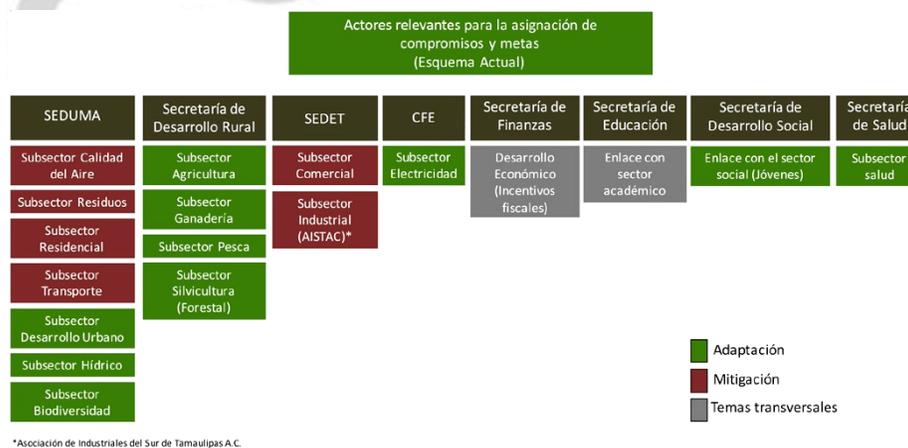
Por otro lado, el 20 de noviembre de 2013 se publicó en el POE el Reglamento Interno de la CICCTAM, mismo que rige su organización interna y profundiza en sus atribuciones. Vale la pena citar el Artículo 2, que señala que el reglamento es de observancia obligatoria para los integrantes de la CICCTAM y de las organizaciones e instituciones que intervengan en el mismo.

**Figura 2.6.**

Actores relevantes para la asignación de compromisos y metas de mitigación, adaptación y temas transversales por sectores.

Fuente: Adaptado de Calderón, H. (s/f). Programa Estatal de Acción Climática. (PEAC). Gobierno del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Subsecretaría de Medio Ambiente. Tamaulipas.

Presentación en PowerPoint.



<sup>12</sup> Dicha plataforma en línea se puede consultar en <https://www.direccionsostenible.com>. Véase también el Anexo 11b donde se explica el Método de Uso de la Plataforma seguida durante los talleres y el Anexo 11c donde es posible consultar los Resultados de los Talleres.

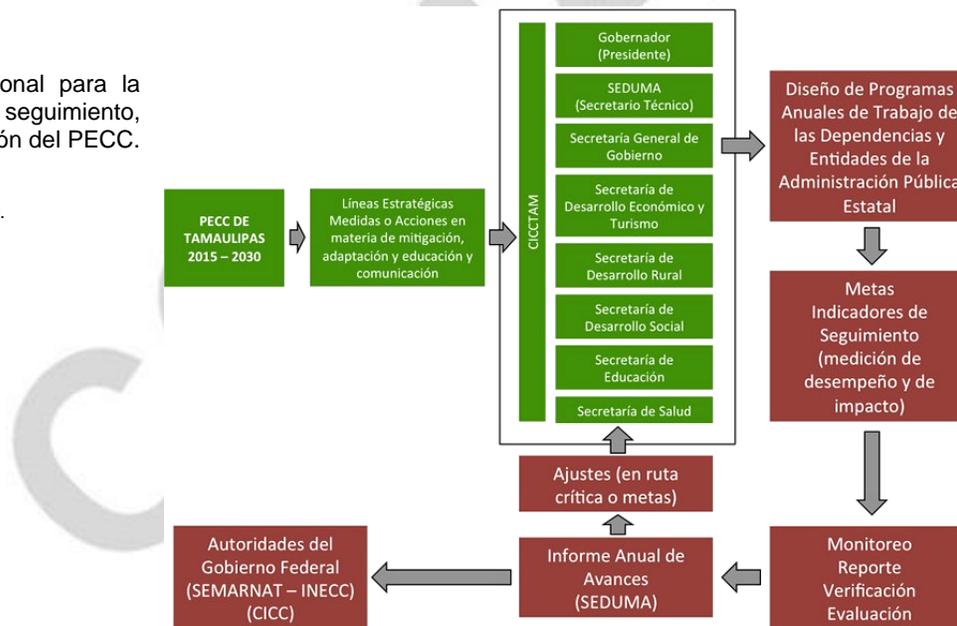
El Artículo 5 desglosa la organización y atribuciones de la CICCTAM, dentro de las cuales destacan las siguientes: sesionar, deliberar, emitir acuerdos y cumplir los objetivos establecidos en el Decreto que la creó; formular, aprobar, establecer y revisar periódicamente su programa anual de trabajo; formular y proponer políticas estatales y estrategias de acción climática al Gobernador del Estado, así como las reformas legales necesarias en la materia, remitir a las dependencias y entidades estatales correspondientes, las políticas públicas y estrategias estatales de cambio climático que deban incluirse en sus programas y acciones sectoriales, institucionales y especiales, aprobar la elaboración de estudios, trabajos y diagnósticos necesarios para el logro de las atribuciones y el objeto de la normatividad aplicable; proponer, integrar y aprobar la constitución de grupos técnicos de trabajo vinculados con el cambio climático, entre otras.

Destaca lo señalado por el Artículo 8, Fracciones VI y VII del Reglamento que establecen como parte de las atribuciones de los integrantes de la CICCTAM, proponer al Presidente por conducto del Secretario Técnico, la invitación, a sus sesiones, a los representantes de la administración pública federal, de otros estados y municipios, así como a titulares de entidades paraestatales o representantes de los sectores privado, social y académico, cuando así lo consideren necesario; así como promover la incorporación de las políticas públicas y estrategias estatales que remita el Pleno a los programas y acciones sectoriales de la dependencia o entidad a su cargo. Los arreglos institucionales que señalan tanto el decreto de creación de la CICCTAM como de su Reglamento, sientan las bases para que el PECC sea implementado por el Gobierno del Estado a través de la CICCTAM, en la que cada dependencia integrante de la misma, asume los compromisos y metas que le correspondan, les dé seguimiento y evalúe su desempeño en función del cumplimiento de las metas de mitigación y adaptación que cada dependencia asuma. La Figura 2.7. ilustra la arquitectura institucional vigente para la implementación del PECC:

**Figura 2.7.**

Arquitectura institucional para la implementación, seguimiento, monitoreo y evaluación del PECC.

Fuente: Elaboración propia.



Por otro lado, y atendiendo a su vocación energética, Tamaulipas creó la Agencia Estatal de Energía por Decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado el 10 de septiembre de 2014 y fue adscrita a la Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo por Decreto publicado el 17 de diciembre de 2014. Entre sus atribuciones se encuentra la de coordinar y dar seguimiento a la implementación de la Agenda Energética Estatal (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014), servir de enlace entre el Gobierno del Estado y las distintas dependencias, entidades y organismos del Gobierno de la República en la materia, establecer mecanismos de coordinación con la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente, proponer al Ejecutivo Estatal el otorgamiento de subsidios y estímulos fiscales a las empresas que realicen actividades relacionadas con la industria energética, entre otras.

El 9 de septiembre de 2014 fue presentada la Agenda Energética del Estado (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014) que define seis acciones a implementar en materia de formación de capital humano, investigación y desarrollo, desarrollo empresarial y promoción de la inversión, infraestructura estratégica, ordenamiento ecológico y sustentabilidad, protección civil y administración de riesgos. Cabe señalar que dentro del eje de ordenamiento ecológico y sustentabilidad, el Decreto reconoce la necesidad de actualizar el inventario estatal de emisiones de GEI e identificar las emisiones procedentes del sector energético.

La creación de la CICCTAM, la eventual aprobación del Libro sobre Cambio Climático dentro del Código de Desarrollo Sustentable del Estado y la creación de la Agencia Estatal de Energía son estructuras

institucionales indispensables para la implementación del PECC. Dichas estructuras tendrán que ser fortalecidas con nuevas funciones para procesar los objetivos, estrategias y líneas de acción y dar seguimiento a las metas e indicadores que emanen del PECC. Sin embargo, medidas adicionales se tendrán que tomar para consolidar una política climática de vanguardia y que cubren aspectos regulatorios e incentivos fiscales para incidir en la mitigación de GEI, así como el diseño de nuevos programas de gobierno, un trabajo estrecho con organizaciones de la sociedad civil, el fortalecimiento de la CICCTAM, la búsqueda de fuentes de financiamiento y la implementación de un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, aspectos que serán abordados más adelante.

### **CAPÍTULO 3. OBJETIVOS, METAS, MISIÓN Y VISIÓN**

#### **3.1. Objetivos y Metas**

El PECC tiene como objetivos:

- Identificar las fuentes clave de emisiones de GEI, a fin de implementar medidas de mitigación en el mediano y largo plazo que le permitan al Estado de Tamaulipas, disminuir sus emisiones cuando menos en 9% en 2020 y llegar a una reducción de cuando menos el 13% de las emisiones en 2030 respecto a la Línea Base.<sup>13</sup>
- Identificar las vulnerabilidades más importantes del Estado en los sistemas ambiental, social y humano, y económico; a fin de determinar medidas de adaptación de los mismos ante las amenazas del cambio climático.
- Fortalecer el marco jurídico, institucional y financiero del estado que le permitan implementar el PECC bajo los principios señalados por la Ley General de Cambio Climático sobre sustentabilidad, corresponsabilidad ambiental, eficiencia y eficacia económicas, transparencia, acceso a la información, justicia, conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, y el compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional.

#### **3.2. Misión y Visión**

##### **3.2.1. Misión**

La Misión del Estado en el marco del PECC es la de diseñar e instrumentar la política estatal de cambio climático que le permitan a Tamaulipas, simultáneamente, transitar hacia un desarrollo económico, social e institucional menos dependiente de los combustibles fósiles; dar cumplimiento cuando menos a las metas de reducción de emisiones de GEI establecidas en el PECC; asegurar que la infraestructura estratégica del estado y las zonas metropolitanas y localidades urbanas y rurales sean más resilientes al cambio climático y menos vulnerable a los fenómenos asociados al mismo, lograr una sociedad más informada y sensible sobre el tema que induzca un cambio en la conducta cotidiana de los tamaulipecos sin menoscabo de su desarrollo, y finalmente, implementar medidas que aseguren la resiliencia y preservación de los recursos naturales y la biodiversidad ante los efectos del cambio climático.

##### **3.2.2. Visión**

Hacia el 2020, en términos de mitigación, las emisiones de GEI muestran una evolución a la baja respecto a la Línea Base, en el marco de las medidas implementadas por el PECC. Se tiene un aprovechamiento creciente del potencial eólico y solar del Estado en el marco de los programas nacionales y estatales para el aprovechamiento y uso sustentable de la energía. Las zonas metropolitanas y ciudades cuentan en su gran mayoría con alumbrado público de alta eficiencia energética y un programa de verificación vehicular que abarca tanto vehículos oficiales como vehículos de transporte público. Las zonas metropolitanas del estado cuentan cuando menos con un programa integral de movilidad urbana sustentable en marcha, con financiamiento para la promoción del transporte público tipo BRT y sistemas de ciclomovilidad (bicicletas compartidas y red de ciclovías). La tasa de motorización se redujo y se creó un fondo específico para el financiamiento del transporte sustentable; ambos logros gracias a la reingeniería de la tenencia vehicular. Existe una penetración creciente de biodigestores para el aprovechamiento del metano de residuos ganaderos y se ha logrado consolidar un programa para la promoción de sistemas agrosilvopastoriles, por lo que hacia 2020, 15 mil hectáreas ya se encuentran operando bajo este sistema de producción ganadera y silvícola. Alrededor del 80% de los RSU se depositan en rellenos sanitarios y 4 de los 8 rellenos cuentan con instalaciones para la quema de metano. El 80% de las aguas residuales reciben un tratamiento biológico gracias a la ampliación de la capacidad de tratamiento de las PTARs de Nuevo Laredo y la ZM de Tampico.

Hacia el 2030, las emisiones de GEI muestran un comportamiento de estabilización gracias a las medidas implementadas por el PECC y a otras medidas adicionales que contribuyen al logro de las metas establecidas. Se tiene una penetración de tecnologías para la generación de energía renovable en casi todos los sectores productivos (residencial, industria, comercio, servicios, turismo, etc.) aprovechando el

<sup>13</sup> Véase el Anexo 1\_MEMORIA Resúmenes y proyección final BaU. Estas metas implican alcanzar una reducción anual de aproximadamente 3,695.68 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2020 y hasta de 7,615.83 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente hacia el 2030 respecto a las emisiones del año base (2013), considerando sólo las 10 Líneas de Acción que se presentan en el Capítulo 5.

potencial eólico y solar del Estado. Las zonas metropolitanas y ciudades cuentan con luminarias de alta eficiencia energética (LED y solar) en toda su red de alumbrado público y el programa de verificación vehicular se aplica de manera universal a autos propiedad del Estado, de los municipios, vehículos de transporte de todo tipo y autos particulares, con lo que se incrementa de manera sensible la calidad del aire. La tenencia vehicular permitió estabilizar e incluso disminuir la tasa de motorización, además de haber consolidado un fondo específico que permitió mejorar los sistemas de transporte público en todas las ciudades y zonas metropolitanas del Estado. Hacia 2030, los biodigestores son ocupados prácticamente por todos los productores de ganado y el programa para la promoción de sistemas agrosilvopastoriles ya abarca 50 mil hectáreas. El 100% de los residuos sólidos urbanos son depositados en rellenos sanitarios que cuentan con equipos para el aprovechamiento de metano para la generación de energía eléctrica y el 100% de las aguas residuales domésticas reciben tratamiento y las ciudades y zonas metropolitanas cuentan con PTARs habilitadas con equipos para cogeneración.

En lo que respecta a adaptación y vulnerabilidad, hacia el 2020 el Estado de Tamaulipas ha logrado instrumentar acciones que le permiten la conservación y restauración de ecosistemas y cuerpos de agua con el propósito de garantizar la prestación de los servicios ambientales que proveen y fortalecer la resiliencia de Estado.

Ha sido capaz de instrumentar un programa de restauración de la vegetación riparia, rehabilitar y sanear corrientes y cuerpos de agua, establecer un programa de manejo de cuencas y subcuencas con criterios de adaptación, conservación de suelos, agua y mantenimiento de los servicios ambientales hídricos. Ha actualizado la mayor parte de los Planes de Manejo en sus ANPs para incorporar estrategias de adaptación como prevención de incendios, restauración de suelos, entre otras acciones. Ha llevado a cabo acciones piloto de preservación de especies endémicas de flora y fauna y ha implementado un sistema de vigilancia y restauración de ecosistemas. Ha logrado establecer un programa de protección y/o restauración de vegetación de humedales costeros y dunas y le da un monitoreo permanente a los ecosistemas costeros y su evolución ante eventos climáticos. Existen acciones de inspección, vigilancia y remediación en zonas forestales e industriales.

Hacia el 2030 existe un manejo integral del recurso hídrico por cuenca, desde la preservación y manejo integral de zonas de recarga acuífera, como de su uso en zonas rurales y su extracción, conducción, potabilización, distribución, consumo, facturación y cobranza a través de los organismos operadores municipales e intermunicipales; además de tratamiento y reuso de aguas residuales para la agricultura de riego, la industria y las actividades extractivas.

Se han llevado a cabo procesos integrales y concertados de reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo y existe un monitoreo continuo para evitar nuevos asentamientos en zonas expuestas. Los municipios cuentan con normas y reglamentos que obligan la adopción de ecotecnologías ahorradoras de agua, energía y gas en las construcciones actuales y futuras y sus instrumentos de planeación aseguran medidas para mitigar los efectos asociados al cambio climático, como arbolado urbano, un sistema de drenaje sanitario y pluvial y una mejor infraestructura esencial que asegura una mejor adaptación y resiliencia.

Los sistemas estatales de salud operan adecuadamente y las dependencias que intervienen se coordinan a través de un sistema específico para atender alertas, contingencias y emergencias de salud pública. Existe una cultura del aseguramiento en el sector agropecuario que ha permitido incrementar las coberturas de riesgos y producción por contrato en granos básicos, hortalizas, frutas, productos pecuarios y pesqueros. Los sistemas de bordos para abrevadero se encuentran en buen estado gracias al mantenimiento permanente que se le da y las actividades pesqueras y acuícolas adoptan prácticas de adaptación a las amenazas del cambio climático, incluido el monitoreo de especies invasoras. Tamaulipas se encuentra mejor preparado para atender plagas en el sector silvícola, así como incendios forestales en coordinación con los mismos productores y cuenta con acciones permanentes de conservación y restauración de suelos en zonas agrícolas y forestales.

En cuanto al sector industrial, éste trata 100% de sus aguas residuales para reuso y se tienen identificados escenarios de escasez de agua y temperaturas extremas, lo que le ha permitido ser una industria resiliente. El sector turístico por su parte, conoce los escenarios combinados por marea de tormenta y oleaje de huracanes, cuenta con un plan de reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura turística, articulado con el sector ambiental para aprovechar los activos naturales como atractivos turísticos; además de un plan para el aprovechamiento sustentable del agua y la energía a través del diseño bioclimático. Se conoce la vulnerabilidad de la infraestructura estratégica del estado (carreteras, puertos, cruces fronterizos, aeropuertos, plantas generadoras de energía, líneas de alta tensión, etc.) y se cuenta con presupuesto para su reforzamiento

En cuanto al sector de educación y comunicación, los programas de educación cuentan con asignaturas asociadas al conocimiento sobre el cambio climático y se cuenta con un fondo mixto con CONACYT que le ha permitido al Estado, avanzar en el conocimiento sobre sus propias amenazas y potencial de adaptación y mitigación a través de la investigación científica y tecnológica. La sociedad civil está informada, conoce sobre las amenazas del cambio climático para el Estado, es activa y participa permanentemente en el

diseño e instrumentación de políticas estatales de cambio climático. Existe una cooperación regional con estados vecinos, y la agenda internacional con estados fronterizos de Estados Unidos de Norteamérica es activa y existen intercambios de capacidades, experiencias exitosas y financiamiento. Existe un Fondo Estatal de Cambio Climático que permite co-financiar proyectos de mitigación, adaptación, prevención y recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos y se tiene un portal electrónico (<http://cambioclimatico-tamaulipas.org>) que permite informar y sensibilizar a la población en la materia, reportar avances del PECC y establecer ligas a otros sitios de interés.

**CAPÍTULO 4. CONDICIONES ACTUALES DEL ESTADO DE TAMAULIPAS: LOS RETOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Tamaulipas se encuentra localizado al noreste de la República Mexicana, de acuerdo con el INEGI (2014), sus coordenadas son al Norte 27°40', al sur 22°12', al Este 97°08', al Oeste 100°08' y representa el 4.1% de la superficie del país (aproximadamente 79.8 mil Km2). Colinda al Norte con los Estados Unidos de América, de manera específica con el Estado de Texas; al Oeste con el Estado de Nuevo León; al Este con el Golfo de México, y al Sur con los Estados de Veracruz de Ignacio de la Llave y San Luis Potosí. El Estado de Tamaulipas cuenta con aproximadamente 370 km de frontera internacional con los Estados Unidos de América, teniendo como línea divisoria el río Bravo; en tanto que al Este delimita con el Golfo de México, con 420 Km de litoral (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).

En lo referente a las condiciones fisiográficas, como se observa en el Tabla 4.1., el Estado se localiza en tres provincias, la Sierra Madre Oriental, a donde pertenece la zona montañosa del suroeste del Estado; La Llanura Costera del Golfo Norte a la cual pertenece la mayor parte del territorio estatal e incluye llanuras costeras, lomeríos y valles, así como las sierras de San Carlos y Tamaulipas. Finalmente están las Grandes Llanuras de Norteamérica en la porción noroeste del Estado (Gobierno del Estado, 2011; INEGI, 2015)

**Tabla 4.1.**

Regiones fisiográficas en el Estado de Tamaulipas.

Fuente: INEGI, 2015 y Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011.

		Provincia	Subprovincia	
Clave	Nombre	Características*	Clave	Nombre
V	Sierra Madre Oriental	Formada por un conjunto de sierras altas con cumbres, cuyas altitudes oscilan entre 2 000 y 3 000 msnm. Predominan las rocas sedimentarias marinas (calizas, lutitas y areniscas), con edades que varían entre el Cretácico y el Jurásico Superior. En esta provincia abundan cuerpos estructurales de tipo anticlinal y sinclinal, además de una extensa zona de pie de monte, lomeríos, mesetas, llanuras y valles (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).	28	Gran Sierra Plegada
			29	Sierras y Llanuras Occidentales
VI	Grandes Llanuras de Norteamérica	Se caracteriza por ser una llanura aluvial con altitudes topográficas máximas entre 300 y 400 msnm. En este caso la zona de llanura es interrumpida por una serie de lomeríos bajos y dispersos, de pendientes suaves, compuestos principalmente por materiales conglomeráticos. (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).	31	Llanuras de Coahuila y Nuevo León
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte	De manera general se caracteriza por la presencia de relieves contrastantes, desde amplias llanuras interrumpidas por lomeríos, fuerte presencia de sedimentos antiguos, ya sea arcillosos y/o arenosos. Sus altitudes máximas oscilan entre los 1200 y 1400 msnm. (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).	36	Llanuras y Lomeríos
			37	Llanura Costera Tamaulipeca
			38	Sierra de San Carlos
			39	Sierra de Tamaulipas

En el Estado predominan los climas cálidos y semicálidos (véase Tabla 4.2. y Figura 4.1.). En la región Fronteriza al oeste se presenta un clima seco cálido combinado con clima semi-seco y al este se encuentra un clima semi-cálido subhúmedo por la influencia directa de la humedad proveniente del Golfo de México; en la región Valle de San Fernando al este y sur cuenta con clima semi-cálido subhúmedo y al oeste con clima semi-seco; en la región Centro al centro y noreste se presenta clima semi-seco cálido y en el resto de la región el clima es templado sub-húmedo; en la región Mante se encuentran climas semi-cálido húmedo y templado sub-húmedo; en la región Altiplano se presenta la mayor diversidad de climas en comparación con el resto de las regiones, éstos que van desde el seco semi-cálido y semi-cálido húmedo hasta el semi-frío sub-húmedo; y en la región Sur predomina el clima cálido sub-húmedo.

**Tabla 4.2.**

Zonas climáticas del Estado de Tamaulipas.

Fuente: INEGI, 2015.

Zonas climáticas	Tipo de clima
Zona Centro-Norte	Climas semisecos y semicálidos con lluvias escasas todo el
Zona Sierra Madre	Clima cálido hasta templado, según la altitud y húmedo a seco de este a oeste.
Zona Sur	Climas cálidos sub-húmedos y húmedos con lluvias en verano.

Farallón del Diablo



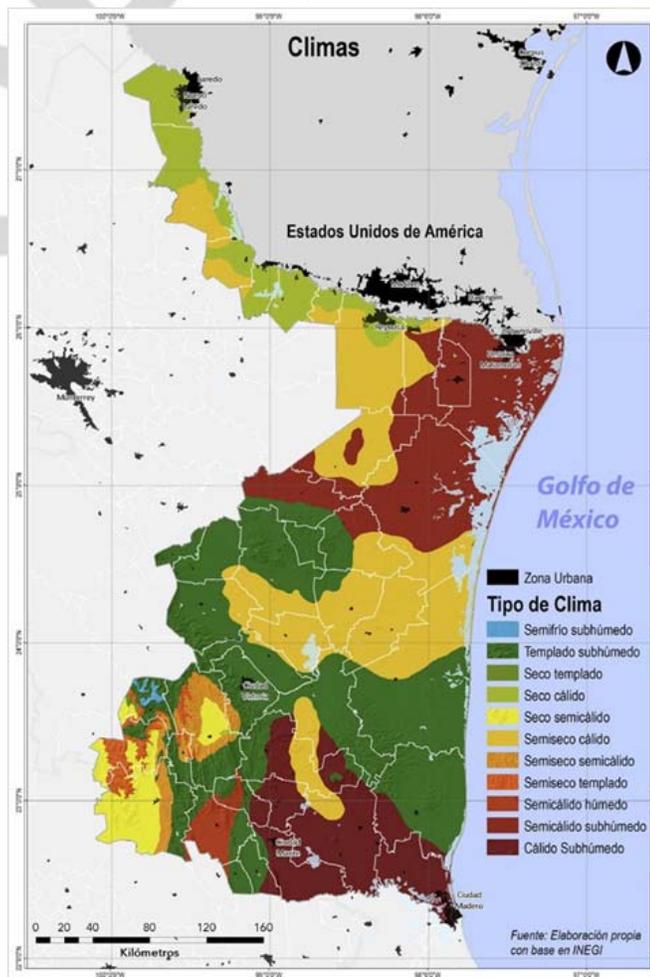
Foto: Sergio Antonio Arratia García

**Figura 4.1.** Climas en el Estado de Tamaulipas.

Elaboración propia con base en INEGI, 2014.

**4.1. Sistema ambiental**

En el sistema ambiental se trabajan tres grandes temas: sector hídrico, biodiversidad terrestre y biodiversidad costera y marina. La importancia del sistema ambiental en la mitigación de GEI y la adaptación está ampliamente documentada. El concepto de adaptación basada en ecosistemas es ampliamente reconocido. De acuerdo con el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), la adaptación basada en ecosistemas es definida como “la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático” (CDB, 2009; Lhumeau y Cordero, 2012). Ésta tiene como fundamento la importancia del capital natural o la “infraestructura verde” (GIZ, 2012) para proveer de servicios ecosistémicos fundamentales tanto para la adaptación, como es la regulación del ciclo hidrológico y otros ciclos como el nitrógeno y el fósforo; como para la mitigación a través de la preservación de reservorios para la captura y el secuestro de carbono.



### 4.1.1. Recursos hídricos

Específicamente con respecto al agua y el cambio climático, la CONAGUA ha identificado varios aspectos clave a considerar para México (CONAGUA, 2012a). Las tendencias actuales y los escenarios son similares en lo referente al calentamiento en una gran parte del país. En este contexto la sequía hidrológica podría volverse constante poniendo en riesgo la salud, la producción y la seguridad alimentaria. Otro aspecto que se señala es que “poco más del 73% del agua de lluvia en México evapotranspira y regresa a la atmósfera, el resto se infiltra y escurre alimentando los acuíferos, generando la disponibilidad natural del recurso” (CONAGUA 2012a:14). Una de las principales amenazas es el aumento de la evapotranspiración a costa de la infiltración y el escurrimiento, lo cual depende de las condiciones en las que se encuentre la cuenca, su vegetación y el suelo. De aquí la relevancia del manejo integral de las cuencas en el contexto de la adaptación.

**Tabla 4.3.**

Regiones hidrológicas y cuencas en el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2013.

El gasto asociado a cada corriente se estimó a partir de la información de CONAGUA, 2015. CONAGUA, (2015). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). 4.1.1. Recursos hídricos. Consultado el 14 de agosto 2015. Disponible en: [http://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases\\_Datos\\_Bandas](http://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases_Datos_Bandas)

Región Hidrológica Administrativa	Región Hidrológica (Clave y nombre)	Cuenca		Superficie Km²	Porcentaje del territorio estatal	Nombre de la corriente	Gasto anual medio (m³/s)
		Clave	Nombre				
Región VI. Río Bravo*	RH24. Bravo-Conchos	A	R. Bravo-Matamoros-Reynosa	8,398.01	10.52		
		B	R. Bravo-San Juan	1,058.67	1.36	Río San Juan (Canal principal Rode)	14.4
		C	R. Bravo-Sosa	1,181.47	1.48		
		D	P. Falcón-R. Salado	1,189.45	1.49		
		E	R. Bravo-Nvo. Laredo	2,179.33	2.73		
Región IX. Golfo Norte	RH25. San Fernando-Soto La Marina	A	L. San Andrés-L. Morales	6,154.82	7.71	Río Barberena Río San Rafael	2.8 4.5
		B	R. Soto la Marina	18,640.07	23.35	Río Soto La Marina Río Palmas	8.2 3.2
		C	Laguna Madre	9,108.49	11.41		
		D	R. San Fernando	8,797.16	11.02	Río San Fernando	20.1
		A	R. Pánuco	63.86	0.08		
Región VII. Cuencas Centrales del Norte	RH26. Bajo Río Pánuco	B	R. Tamesí	18,504.36	23.18	Río Tamesí Río Frio	62.5 30.8
		C	R. Tamuín	814.26	1.02		
Región VII. Cuencas Centrales del Norte	RH37. El Salado	H	Sierra Madre	3,712.05	4.65		

Administrativamente, el Estado se encuentra dividido en las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) VI Río Bravo, IX Golfo Norte y una muy pequeña porción del Estado se encuentra en la VII Cuencas Centrales del Norte. El análisis y las proyecciones en materia hídrica que desarrolla la CONAGUA se elaboran con base en esta regionalización.<sup>14</sup> Como se observa en la Tabla 4.3., estas RHA se subdividen en cuatro regiones hidrológicas: Bravo-Conchos (RH 24), San Fernando-Soto La Marina (RH25), Panuco-Tamesí (RH 26) y El Salado (RH37).

La Figura 4.2. muestra los principales rasgos hidrográficos del Estado<sup>15</sup> cuya red hidrológica comprende ríos, presas y lagunas costeras. A continuación se describe para cada una de las regiones hidrológicas, sus principales rasgos, así como un análisis elaborado por la CONAGUA (2012a, 2012b y 2012c) sobre las condiciones de vulnerabilidad actual en cada una.

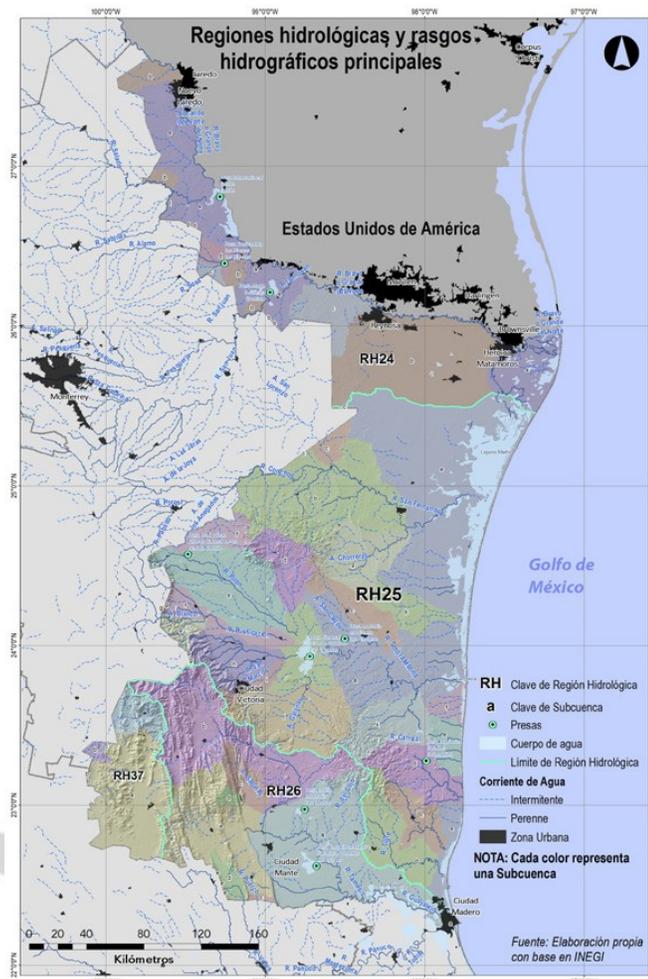
<sup>14</sup> Es importante mencionar que existen también estudios de gran relevancia para este trabajo que se realizan desde la perspectiva de cuenca (Por ejemplo, Cotler et al., 2010) y que también han sido consultados para este trabajo.

<sup>15</sup> Para una descripción más detallada de las condiciones hidrológicas del Estado se recomienda consultar el Atlas de Riegos (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011) y el Atlas de las Cuencas Hidrográficas de México (Cotler 2010).

**Figura 4.2.**

Regiones hidrológicas y rasgos hidrográficos principales.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2014.



**RH24, Bravo-Conchos.**

En esta región destaca el Río Bravo cuya cuenca abarca 455 mil km<sup>2</sup> en territorio tanto mexicano como de los Estados Unidos (Hoth von der Meden et al., 2010) y sirve como límite internacional con los Estados Unidos; en el Estado de Tamaulipas está el último tramo del río antes de desembocar en el Golfo de México. Su distribución se rige por el “Tratado de distribución de aguas internacionales de los ríos Colorado y Tijuana y Bravo desde Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América hasta el Golfo de México” signado por México el 3 de febrero de 1944. Tres de las localidades con mayor dinamismo poblacional y económico del Estado están conectadas por el Río Bravo: Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros. La desembocadura del Río Bravo en el Golfo de México constituye un importante ecosistema conocido como “Delta del Río Bravo”.<sup>16</sup>

Esta región contiene en el Estado las cuencas Río Bravo 13; Río Bravo 12; Río San Juan 1, 2 y 3, Río Álamo y Río Bravo 11 Nuevo Laredo. En ella se encuentra la corriente del canal Rodhe, con un gasto anual medio de 14.41 m<sup>3</sup>/s <sup>17</sup> y que constituye el canal principal de la presa Marte R. Gómez (conocida como El Azúcar) con una capacidad de 781.7 hm<sup>3</sup> y que sirve para irrigación (CONAGUA 2014).<sup>18</sup> Aquí se ubica también la Presa Internacional Falcón, que tiene una capacidad actual de almacenamiento de 3,258 hm<sup>3</sup> y que sirve para irrigación, abastecimiento y generación de energía eléctrica (CONAGUA 2014). En esta región hidrológico administrativa hay tres distritos de riego: Distrito de Riego 050 Acuña – Falcón; Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan, y Distrito de Riego 026 Bajo Río Bravo (CEAT, 2015). Este último distrito de riego presenta problemas de sobreexplotación, deterioro de la cuenca y alta salinidad, lo cual implica riesgos para la salud por el consumo humano (CEAT 2015).

<sup>16</sup> En el apartado de biodiversidad costera y marina se retoman con detalle las lagunas costeras.

<sup>17</sup> Los escurrimientos de corrientes de agua fueron estimados a partir de datos de CONAGUA correspondientes al periodo 1930 y 2011. Fuentes: Estadística de Agua en México, Edición 2014 y BANCO NACIONAL DE DATOS DE AGUAS SUPERFICIALES (BANDAS). Disponible en: [ftp://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases\\_Datos\\_Bandas](ftp://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases_Datos_Bandas)

<sup>18</sup> El dato sobre la capacidad actual de las presas está tomado del Atlas del Agua en México (CONAGUA 2014) y se refiere a la capacidad al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) que es el máximo nivel con que se puede operar la presa.

De acuerdo con la CONAGUA, entre sus principales problemáticas asociadas a la vulnerabilidad está la escasez vinculada al crecimiento poblacional, la aridez y los periodos de sequía prolongados; la sobreexplotación de sus acuíferos por el crecimiento en la demanda de agua; problemas de calidad del agua por falta de infraestructura para saneamiento de aguas residuales, lo cual tiene como efecto la contaminación de corrientes y cauces. Aproximadamente el 80% del agua de la Cuenca del Río Bravo se demanda para agricultura (CONAGUA 2012a).

### Región Hidrológica San Fernando-Soto La Marina (RH25)

Esta región está conformada por las cuencas Laguna de San Andrés – Laguna de Morales, Río Soto la Marina, Río San Fernando y Laguna Madre e incluye el Distrito de Riego 086 Soto la Marina (CEAT 2015b). Incluye todos los escurrimientos que desembocan en el Golfo de México entre los ríos Bravo y Pánuco, tales como: el Río Barberena con un gasto anual medio de 2.8 m<sup>3</sup>/s, el Río San Rafael con 4.5 m<sup>3</sup>/s, el Río Palmas con 3.2 m<sup>3</sup>/s, y de especial relevancia, los ríos Soto La Marina con 8.2 m<sup>3</sup>/s y San Fernando con 20.1 m<sup>3</sup>/s. En esta región se ubica la presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas) la cual tiene la mayor capacidad de almacenamiento del Estado (3,910 hm<sup>3</sup>),<sup>19</sup> esta presa se usa para abastecimiento para la población y para irrigación (CONAGUA 2014). Es también de gran importancia la laguna costera conocida como Laguna Madre, que además de ser un área natural protegida de competencia federal, es un humedal de importancia internacional (RAMSAR), lo cual se retoma en las siguientes secciones.

Soto la Marina.

Foto: Sergio Antonio Arratía García

En esta región se encuentra la capital del Estado, Ciudad Victoria así como otras localidades importantes como San Fernando. Más del 50% del territorio estatal está dentro de esta región hidrológica. De acuerdo con la CONAGUA (2012b) el 84% del agua de esta región se destina a la agricultura. Entre sus principales problemáticas está la escasez por déficit de disponibilidad en temporada de seca; la sobreexplotación de algunos de sus acuíferos, la infraestructura insuficiente para el saneamiento y las inundaciones derivadas de fenómenos meteorológicos extremos.



De acuerdo con información de la CEAT (2015b) la parte alta localizada aguas arriba de la presa La Patria es Primero, presenta déficit requiriendo de estudios más precisos, así como reglamentación de la cuenca. La parte baja localizada aguas abajo de la presa "La Patria es Primero" presenta una disponibilidad de 748.4 Hm<sup>3</sup> (CEAT, 2015b).

### Región hidrológica del Río Pánuco (RH26)

Si bien la región del Pánuco abarca varias cuencas, la parte que corresponde al estado de Tamaulipas comprende dos cuencas: la del Río Guayalejo-Tamesí y la del Río Tamuín que concluye con el río Moctezuma, y en una muy pequeña proporción la cuenca del Río Pánuco. Dentro de esta región destaca la importancia del Río Pánuco, el cual desemboca en el Golfo de México, en el límite entre Tamaulipas y Veracruz. Los escurrimientos de los ríos Tamesí y Frío presentan un gasto anual medio de 62.5 m<sup>3</sup>/s<sup>20</sup> y 30.8 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Aquí se ubican las ciudades de Tampico, Ciudad Madero y Altamira así como el Puerto de Tampico, la refinería de Ciudad Madero y el Puerto Industrial de Altamira. Cuenta con tres Distritos de Riego: Distrito de Riego 029 Xicoténcatl; Distrito de Riego 002 Mante y Distrito de Riego 092 Pánuco las Ánimas. El 79% de la demanda de agua de esta cuenca es para la agricultura. Sus principales problemáticas tienen que ver también con la escasez en época de estiaje; la infraestructura de saneamiento insuficiente así como las inundaciones causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos (CONAGUA 2012b), el trasvase a otras cuencas<sup>21</sup> y problemas derivados de la intrusión salina, tema que se aborda más adelante. De acuerdo con la CEAT (2015c) en lo que respecta al agua superficial, todas las cuencas que corresponden a esta región en el Estado de Tamaulipas presentan condiciones de disponibilidad.

<sup>19</sup> En 2013 se reportó un volumen útil de 4 026 hm<sup>3</sup>, lo cual es superior al NAMO.

<sup>20</sup> De acuerdo con personal de la CEAT, el gasto medio del Tamesí es del orden de los 450 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, otras fuentes de información reportan gastos similares al valor de 62.5 m<sup>3</sup>/s (véase por ejemplo: [http://ponce.sdsu.edu/vaso\\_chairel.html](http://ponce.sdsu.edu/vaso_chairel.html)), por lo que se conservó este dato más modesto. Además, un gasto de 450 m<sup>3</sup>/s es una magnitud equiparable a ríos como el Grijalva y el río Samaria, en Tabasco, que son ríos considerablemente más caudalosos que el Tamesí.

<sup>21</sup> Uno de los principales riesgos que se han identificado actualmente, en lo que corresponde especialmente a la porción tamaulipeca de la cuenca y al norte de Veracruz, son los problemas que puedan derivarse de desviar agua de la cuenca para satisfacer la demanda de agua potable de la Ciudad de Monterrey en Nuevo León, lo cual puede alterar las condiciones hídricas e incrementar los problemas derivados de intrusión salina. (Saldívar, 2014).

**Región RH 37 “El Salado”**

Es la de menor extensión dentro del Estado y está constituida por pequeñas cuencas cerradas. En lo referente a las aguas subterráneas, de acuerdo con el Gobierno del Estado de Tamaulipas (2011) las condiciones geológicas y climáticas dan lugar a escasos acuíferos que varían en profundidad. Se ha encontrado presencia de agua para aflorarla desde los 100 hasta los 550 metros de profundidad.<sup>22</sup> La porción tamaulipeca de esta región se encuentra en la cuenca del Altiplano.<sup>23</sup> De acuerdo con la CONAGUA (2012c) en esta región los problemas más recurrentes son la escasez por las sequías, los escurrimientos escasos, los altos índices de evaporación y el crecimiento poblacional; la baja disponibilidad de agua superficial, el uso ineficiente del recurso y la falta de saneamiento.

**Presión sobre los recursos hídricos en Tamaulipas**

- **Presión hídrica**

La presión hídrica de una región se calcula a partir del porcentaje de agua extraída con respecto a la disponibilidad natural media total (CONAGUA 2014). Entre los factores que generan una mayor presión hídrica está el incremento poblacional que ha originado que más personas hagan uso del limitado recurso, así como los patrones de consumo predominantes.<sup>24</sup> A nivel nacional, México experimenta un grado de presión hídrica del 17.3%, lo cual se considera de nivel moderado; sin embargo, las zonas centro, norte y noroeste del país experimentan un grado de presión fuerte. De acuerdo con los datos más recientes (2014) de las estadísticas del agua en México indican que las RHAs Río Bravo y Cuencas Centrales del Norte tienen una presión hídrica alta (71.7% y 46.6% respectivamente), mientras que la RHA Golfo Norte tiene una presión hídrica media (20.5%). En la Gráfica 4.1. se muestran los valores que han sido reportados por la CONAGUA en los últimos años, si bien no son claras las tendencias, se puede observar que la RHA del Río Bravo es la de mayor presión hídrica, mientras en la RHA Golfo Norte para el 2013 registró el valor más alto en el periodo de 10 años de datos disponibles (20.5%).

**Recuadro 1**

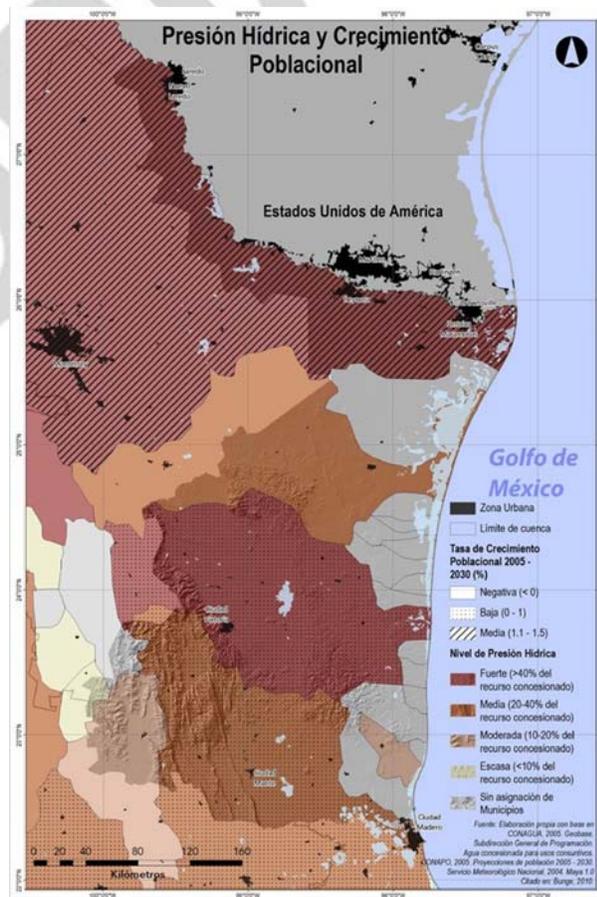
**Presión hídrica y crecimiento poblacional**

Un estudio sobre la presión hídrica desde la perspectiva específica de Cuencas es el realizado por Bunge (2010). En este se señala que las cuencas Río Bravo – Matamoros Reynosa y Soto La Marina son las que tuvieron un nivel de presión hídrica fuerte (>40% del recurso concesionado), lo cual sin duda es de preocupación, pues de acuerdo con el Consejo Mundial del Agua (World Water Council) un territorio está sometido a fuerte presión hídrica, cuando se explota más del 40% del agua naturalmente disponible, lo que compromete la funcionalidad de ese ecosistema (Bunge 2010).

Las cuencas antes mencionadas, incluyen al menos 21 municipios, para la cuenca del Río Bravo – Matamoros Reynosa incluye los municipios de Matamoros, Valle Hermoso, Río Bravo, Reynosa, Gustavo Díaz Ordaz, Camargo, Miguel Alemán, Mier, Guerrero y Nuevo Laredo, mientras que para la cuenca Soto La Marina, son los municipios de Soto La Marina, Abasolo, Jiménez, San Carlos, Padilla, Casas, Victoria, Gúémez, Hidalgo, Villagrán y Mainero (véase Figura).

Las cuencas Río San Fernando, Río Tamesí y San Fernando se encontraron con un nivel Medio-Fuerte (20 - 40% del recurso concesionado), la primera cuenca abarca parte de los municipios de Altamira, Antiguo Morelos, Gómez Farías, González, Jaumave, Llera, El Mante, Miquihuana, Ocampo, Palmillas, Tampico, Tula y Xicoténcatl, mientras la cuenca San Fernando abarca parte de los municipios de Burgos, Cruillas, Jiménez, Mainero, Méndez, San Carlos, San Fernando, San Nicolás y Villagrán.

Cabe mencionar que si bien el Estudio de Bunge (2010) toma otra regionalización con respecto a las regiones administrativas de la CONAGUA, los resultados que arroja ubican a la Región Fronteriza del estado en un escenario de presión hídrica fuerte con un crecimiento poblacional importante.



<sup>22</sup> De acuerdo con datos proporcionados por personal de la CEAT, 2016.

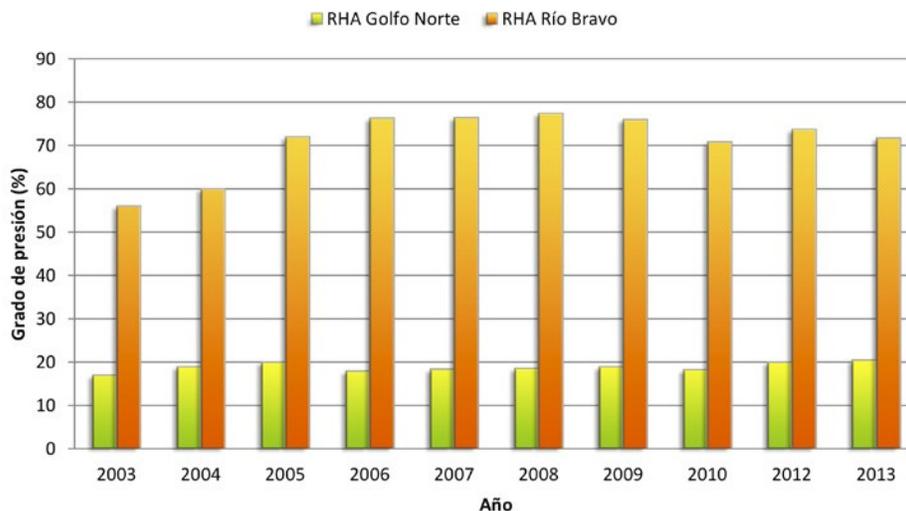
<sup>23</sup> La RH 37 “El salado” abarca parte de los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas.

<sup>24</sup> Los patrones de consumo predominantes han generado una mayor demanda de agua per cápita: mientras que el consumo global de agua dulce se ha multiplicado por seis entre 1900 y 1995, la población sólo lo ha hecho por tres (Bunge, 2010).

Con respecto a las presión hídrica y el agua renovable per cápita hacia el 2030, según estimaciones de la CONAGUA con base en las tasas de crecimiento poblacional por región hidrológico administrativa, la RH VI Río Bravo tendrá un incremento de aproximadamente 2.4 millones de habitantes en los próximos 30 años, lo cual lo llevará a un grado de presión mayor que la actual. En este sentido, de acuerdo con datos de la CONAGUA, se puede pasar de un estimado de Agua renovable per cápita de 1,063 m<sup>3</sup>/hab/año en 2013 a 888 m<sup>3</sup>/hab/año.

**Gráfica 4.1.**

Concentrado del grado de presión hídrica 2003-2013 para dos regiones hidrológico - administrativas más representativas del Estado de Tamaulipas.



Nota: La región del Salado no se considera ya que el porcentaje de territorio tamaulipeco en la misma es muy poco representativo.

Fuente: Elaboración propia con base en las Estadísticas del Agua en México (CONAGUA) años 2004 al 2014.

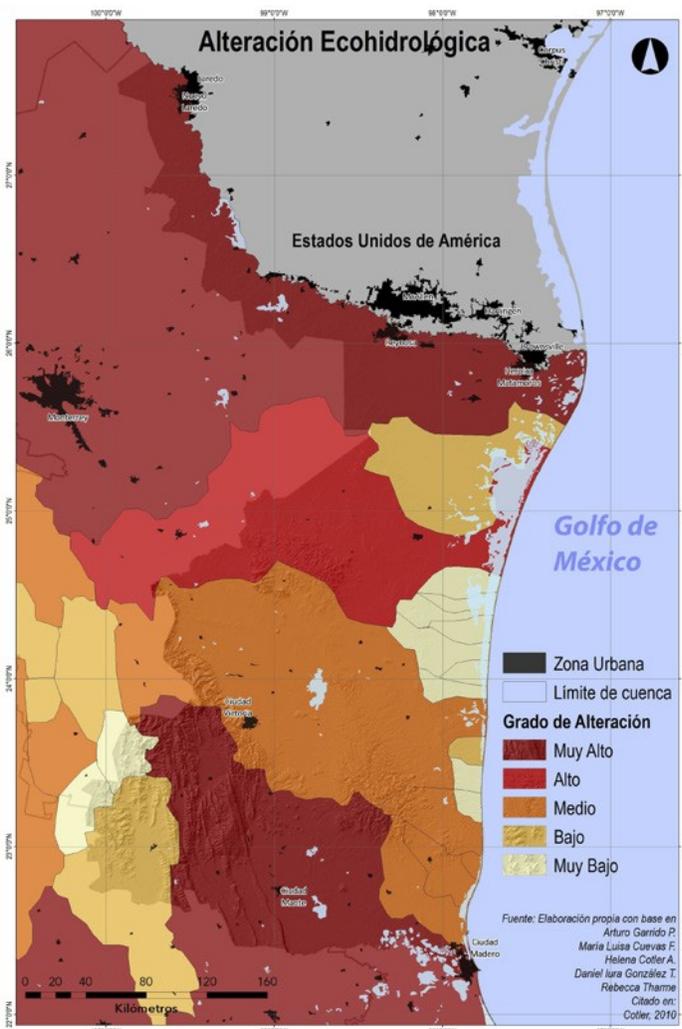
25. El Acuerdo publicado en el DOF el 20 de abril de 2015 sobre la disponibilidad media anual de agua subterránea, hace referencia a 14 Acuíferos en el Estado. Sin embargo, personal del CEAS señalan que existen 16 acuíferos.

26. De acuerdo con la CONAGUA (2012d), en 2010 ninguno de los acuíferos del Estado de Tamaulipas presentaba condiciones de sobreexplotación, lo que sugiere que en cinco años, continuó la sobreexplotación de los acuíferos en el Estado.

Con respecto a la RH IX Golfo Norte, se espera un incremento de 776 mil personas más en 2030 con respecto a 2013. Sin embargo, por las condiciones hídricas de la región se pasaría de un estimado de Agua renovable per cápita de 5 421 m<sup>3</sup>/hab/año a 4 715 m<sup>3</sup>/hab/año. Finalmente en la RH VII Cuencas Centrales del Norte, se espera un incremento poblacional de aproximadamente 650 mil personas, pasando de 1 806 m<sup>3</sup>/hab/año a 1 574 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA 2014). En lo referente a la disponibilidad de agua por acuífero, de acuerdo con el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican (DOF, 2015) de los 14 acuíferos<sup>25</sup> que se encuentran en la entidad, tres de ellos presentaban déficit, estos son el Acuífero Márgenes del Río Purificación; el Acuífero Hidalgo-Vi- Ilagrán y el Acuífero Victoria-Güémez, los tres están ubicados en la región Centro del Estado (DOF, 2015).<sup>26</sup>

### Deterioro de la calidad del agua

En este aspecto se tocan principalmente dos temas: la contaminación y la salinización. Las fuentes principales de contaminación son aguas residuales de la industria y los asentamientos humanos, así como las derivadas del uso de agroquímicos en las actividades agropecuarias. Los datos que se tienen son puntuales y son los que reporta la Red de Monitoreo de Calidad del Agua de la CONAGUA. De acuerdo con Jiménez *et al.*, (2004), en la Cuenca del Río Bravo “se descargan cada año más de 2.6 millones de kilogramos de sustancias activas que van a dar, directa o indirectamente al Golfo de México. Las principales fuentes de estos desechos son plaguicidas, en orden de importancia los cultivos de sorgo, caña de azúcar, maíz, arroz y piña, y las campañas de fumigación contra el paludismo” (Jiménez *et al.*, 2004:418). Los autores señalan que entre el Río Bravo y el Río Pánuco, el manejo de plaguicidas agrícolas es muy grande tanto en volumen como en intensidad de aplicación (promedio de 219 kg/1,000 ha) (Jiménez *et al.*, 2004:418). 2



**Recuadro 2.**

Alteración ecohidrológica de los ríos.

En un estudio elaborado por Garrido *et al.*, (2012) se identifica la alteración ecohidrológica de los ríos de acuerdo a tres condiciones: el impacto en la red fluvial; el impacto en la zona riparia y el impacto en la cuenca hidrográfica. Como se observa en el mapa, las cuencas del Río Bravo y del Río Pánuco presentan un grado muy alto de alteración de sus ríos, y la cuenca del Conchos-Chorreras presenta una alteración alta. La cuenca del Río Soto la Marina y resto de las cuencas pequeñas identificadas en el documento citado presentan alteraciones medias y muy bajas.

Con respecto a la intrusión salina en aguas superficiales o freáticas, sus principales impactos son la pérdida de disponibilidad de agua para consumo humano y animal, la pérdida de especies dulceacuícolas, la alteración de hábitats y los cambios en la vegetación (Rivera *et al.*, 2009). Quintero y Reyes (2009) reportan que de los 41 acuíferos de la Región Golfo Norte, cuatro están sobre explotados y ninguno presenta intrusión salina (Quintero y Reyes, 2009). Específicamente para el Estado de Tamaulipas se ha identificado como área crítica en cuanto a calidad de agua la cuenca del Río Bravo (CONAGUA 2012<sup>a</sup>, CEAT, 2015a) y su zona deltaica (Ortiz Pérez y Méndez Linares, 1999) así como los humedales del sur de Tamaulipas. La zona sur del estado, correspondiente a la cuenca baja del río Panuco que incluye el sistema lagunar y de humedales de Altamira, la problemática central sobre el agua se relaciona con la contaminación del afluente por la descarga industrial del centro del país como por la descarga de aguas de uso doméstico (Magaña *et al.*, 2011). El aumento de temperatura puede exacerbar el incremento de nutrientes y eutroficación relacionados con la contaminación de cuerpos de agua y humedales en esta región.

De acuerdo a Magaña *et al.*, (2011) bajo las actuales proyecciones de cambio climático, principalmente durante los episodios de ondas de calor hacia el 2030-2050, las temperaturas del agua podrían incrementar-se en cerca de 2 °C y con ello una reducción de calidad de agua. Más aún, el aumento en el nivel del mar puede afectar el hidropereodo natural de las zonas de vegetación hidrófila, afectando su distribución y disminución de este ecosistema. La conservación de los humedales es importante para la reducción de sedimentación, la generación de microclimas, controlar la calidad de agua, así como la conservación de biodiversidad.

El tratamiento de aguas residuales no es un problema crítico, pues se trata el 78% de las aguas residuales domésticas, con perspectivas de llegar al 89% a nivel estatal y hasta el 100% en 2017 en la región fronteriza. De lograrse, no sólo disminuirían las emisiones de metano (tema abordado en el Capítulo 5), sino permitiría el reúso del agua para la industria (venta de aguas grises) o el riego para infraestructura verde. Ello disminuiría la competencia por el vital líquido entre distintos sectores que puede ser muy fuerte, por ejemplo, en la Región Fronteriza, en donde la industria, las actividades extractivas, el desarrollo urbano y la agricultura compiten por el mismo recurso.

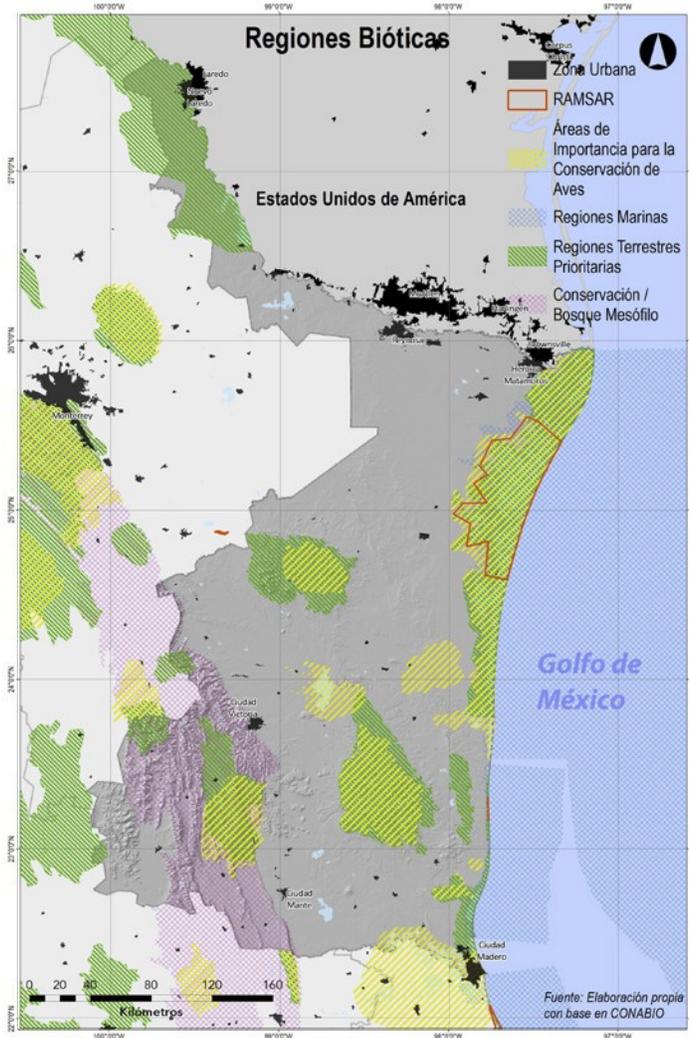
Un factor a considerar para la calidad del agua en la Cuenca de Burgos y los 19 municipios tamaulipecos que la integran, es la explotación de hidrocarburos no convencionales (oil o gas shale) a través del fracking o fractura hidráulica que no sólo demanda una cantidad muy importante de agua, sino que ocupa una mezcla de químicos que le permite fracturar las capas del subsuelo y liberar el hidrocarburo. Esta técnica de extracción conlleva riesgos documentados de contaminación a los mantos acuíferos, por lo que esta actividad (aun en actividades de exploración) tendrá que ser regulada cuidadosamente para evitar riesgos de contaminación de fuentes de agua para otros usos en la agricultura, la ganadería y usos urbanos.

#### 4.1.2. Biodiversidad terrestre, costera y marina

La pérdida de diversidad biológica es uno de los principales problemas ambientales que se enfrenta a nivel planetario, incluso por encima del cambio climático (Rockström *et al.*, 2009), esto se debe a impactos antropogénicos principalmente y el cambio climático se suma a éstos y los exacerba (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Loreau 2008). De acuerdo con Parmesan y Yohe (2003), un aumento de más de 2 °C ocasionará tasas de extinción catastróficas a nivel global. Estos cambios ya han iniciado y empiezan a afectar las capacidades de algunas especies de flora y fauna para adaptarse así como cambios en los patrones de migración y en el crecimiento de las plantas (Parmesan y Yohe 2003; Sarukhán *et al.*, 2009).

México se distingue entre los países megadiversos, estando entre los primeros cinco lugares en número de especies de reptiles, mamíferos, anfibios y plantas vasculares (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Su alta diversidad se debe a factores como la biogeografía, y la variedad de clima y topografía en el país (SEMARNAT, 2011). Entre los factores más importantes destaca su ubicación en la zona limítrofe de dos regiones biogeográficas, la neotropical y neártica, cuyo límite atraviesa el Estado de Tamaulipas, dando por resultado una mezcla de especies de climas templados, cálidos y tropicales (SEMARNAT 2011, CONABIO, 1998).

En el ámbito de ecosistemas con importancia para la biodiversidad, CONABIO identifica 13 regiones terrestres prioritarias (RTPs), destacando para el caso de Tamaulipas, la RTP Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo en la Región Fronteriza del noroeste; la RTP Laguna Madre que consiste de humedales costeros que se extienden por todo el noreste, coincidiendo con un sitio RAMSAR del mismo nombre. En el centro-oeste del estado se localiza la RTP Sierra de San Carlos con bosques de encino; en el suroeste del estado se ubican las RTPs El Cielo y Valle de Jaumave que contienen bosques de pino y mesófilo de montaña; en el sureste identifican RTPs como la de Sierra de Tamaulipas, conteniendo bosques de encino y encinares tropicales y la RTP de Laguna de San Andrés en la zona costera con humedales y manglares (véase Figura 4.3.).



**Figura 4.3.** Importancia de los ecosistemas forestales y áreas prioritarias para la biodiversidad en el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio 2015.

La mayoría de las áreas identificadas como importantes para la conservación de aves (AICAS) por la CONABIO, también coinciden espacialmente con las RTPs identificadas. Adicionalmente, en Tamaulipas sobresale como prioritario para la conservación de la biodiversidad por las zonas con bosque mesófilo de montaña en toda la zona de la Sierra Madre Oriental al Suroeste del estado (véase Figura 4.3.). Muchas de las zonas de importancia para la biodiversidad tienen algún estado de protección ya sea como Área Natural Protegida (ANP) de competencia federal, el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, las áreas de competencia estatal como Altas Cumbres; la laguna La Escondida; la Reserva de la Biósfera El Cielo; Parras de la Fuente, en Cerro de Bernal; las áreas municipales de la Vega Escondida y recientemente el ANP de competencia estatal “El Refugio”, decretada el 30 de abril de 2015 con la categoría de Parque Estatal (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2015). Cabe mencionar en esta lista la importancia de la Sierra de Tamaulipas que ya cuenta con todos los estudios para convertirse en una ANP de competencia estatal.

Debido a la combinación de factores que se mencionan anteriormente, Tamaulipas tiene una gran riqueza biológica en ecosistemas terrestres, costeros y marinos. De los estados del norte de México, Tamaulipas es el que cuenta con la mayor biodiversidad (véase Figura 4.4.).

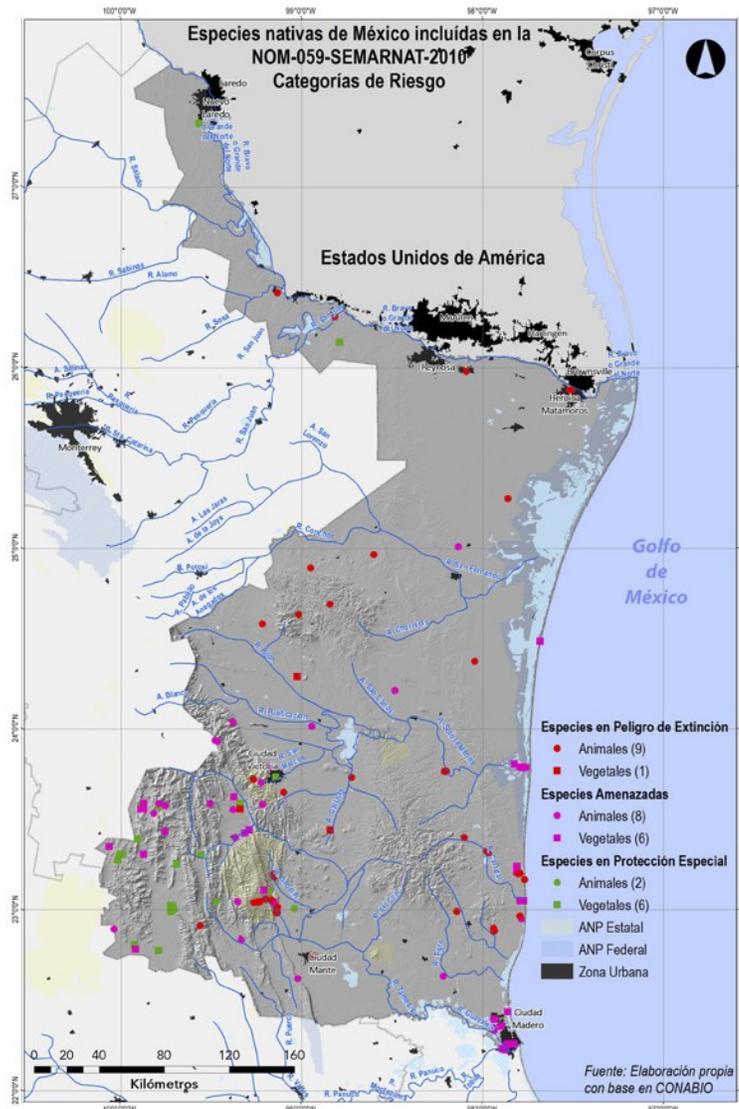
Dentro de esta gran biodiversidad, hay muchas especies terrestres, dulceacuícolas y marinas clasificadas como endémicas, amenazadas y en peligro de extinción, como el oso negro (*Ursus americanus*), jaguar (*Panthera onca*), Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), entre otras. Destaca la tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) cuya distribución en México es casi exclusivamente en Tamaulipas. Algunas de estas especies están dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM 059<sup>27</sup> (SEMARNAT, 2010; CONANP, 2013) (véase Figura 4.4.).

27. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010.

## Biodiversidad terrestre

Tamaulipas está caracterizado por una enorme variedad de sistemas ecológicos, destacando por su extensión los bosques de coníferas, los bosques tropicales así como los bosques montanos de niebla también llamados mesófilos de montaña, muchos de ellos seriamente amenazados y en riesgo de desaparecer (PRONATURA y TNC, 2009).

La diversidad de ecosistemas se relaciona con las ecorregiones presentes (Figura 4.5.), comprendiendo desde matorrales desérticos y rosetofolios en la región desértica del extremo suroeste; bosques de pino, encino y mesófilo de montaña, dominando la región de Sierras Templadas extendiendo por el Suroeste del estado; correspondiente a la región Grandes Planicies en el Norte, domina el matorral espinoso tamaulipeco y el mezquital-huizachal, y en la zona costera de esta región, se presentan humedales con vegetación halófila y gipsófila; al sur del estado se encuentran selvas bajas y medianas caducifolias y subcaducifolias, y en la zona costera de esta región, manglares y humedales de vegetación halófila y gipsófila. El Estado de Tamaulipas tiene una gran diversidad de usos de suelo y vegetación de acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI serie V (INEGI, 2013).



**Figura 4.4.** Distribución de especies terrestres y costeras incluidas en la NOM 059 y ANP.

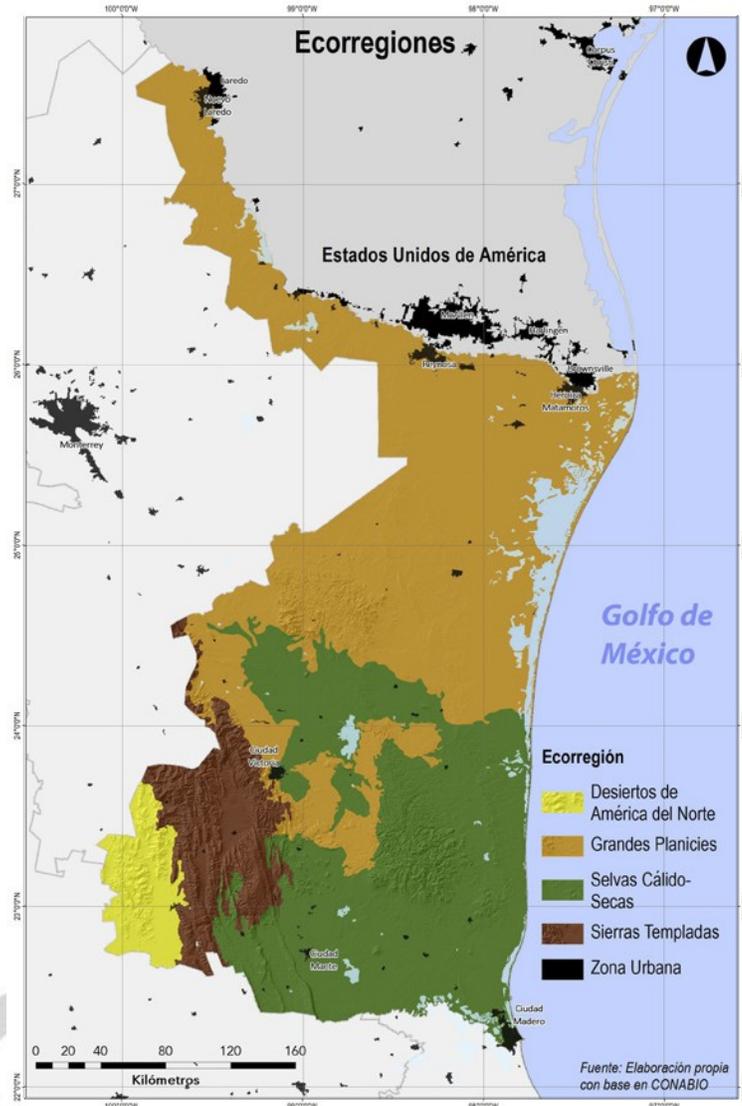
Nota: Cada punto representa un registro, en el caso donde se ven puntos más grandes es por acumulación de registros.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio 2015.

Más aún, destacan zonas con remanentes de vegetación importante para la conservación, como el Bosque Mesófilo de Montaña en la Región Centro (Coral, R. *et al.*, 2002) y el Manglar en las zonas costeras (CONABIO, 2008), estos se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables al cambio climático (véase Figura 4.6.).

- La Región Fronteriza ocupa aproximadamente el 20.5% del territorio estatal. Del total regional, 50.7% se dedica al manejo agrícola y pecuario, 26.8% de matorral espinoso tamaulipeco, submontano y subtropical, 9% de mezquitalhuizachal, 8.2% de vegetación de galería, 3% de cuerpos de agua, 1.5% de áreas sin vegetación aparente y 0.7 % con vegetación de suelos arenosos, vegetación halófila y ciudades. En la región predominan los usos de suelo

**Figura 4.5.**  
Ecorregiones en el Estado de Tamaulipas.



Fuente: Elaboración propia.

agropecuarios siendo la principal amenaza a la biodiversidad. El matorral espinoso tamaulipeco, la vegetación natural dominante en este clima semiárido, consiste de especies leñosas de hasta 4 a 5 m y puede verse amenazado por el cambio climático en hasta 70% de su distribución. Particularmente, se identifican estos ecosistemas en la zona norte de Tamaulipas como ecosistemas sensibles de acuerdo a Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez (1998). Especies leñosas en este ecosistema son más vulnerables durante las etapas de germinación y de plántula, y la distribución de estos ecosistemas se relaciona con el establecimiento exitoso de estas especies. Un estudio determinó que aquellas especies en latitudes bajas serán las más afectadas, mientras que las de altitudes podrán proporcionar ambientes más tolerables para las especies leñosas del matorral Tamaulipeco (Pérez-Domínguez *et al.*, 2013). En cuanto

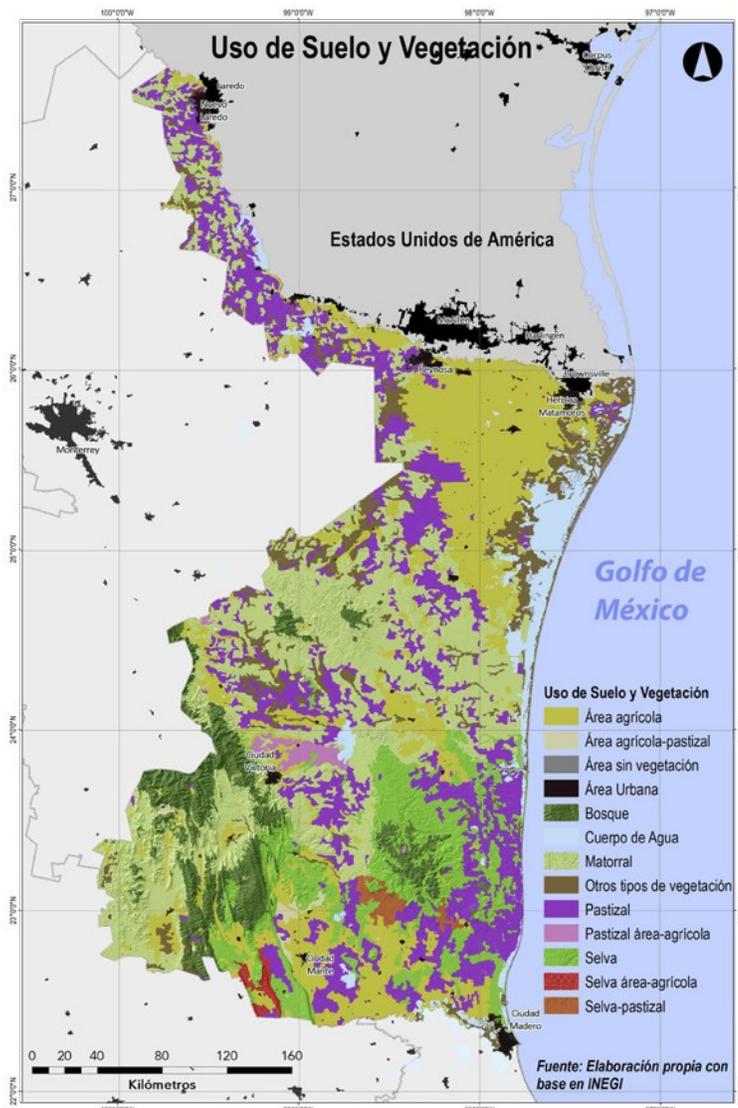


Figura 4.6. Usos de suelo y vegetación del Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2013.

a los bosques de galería que se representan en la región, estas son muy importantes para la mitigación, ya que regulan la temperatura, los nutrientes y la hidrología del sistema ripario (Kristensen *et al.*, 2013).

- La Región Valle de San Fernando ocupa aproximadamente el 15.5% del total estatal; su uso de suelo y vegetación está distribuido en 46.7% de matorral espinoso tamaulipeco, submontano y subtropical, 32.4% de manejo agrícola, 13.8% pecuario y mezquitil-huizachal, 5.7% de vegetación halófila y gipsófila, 0.5% en cuerpos de agua, 0.4 % de bosque de pino y encino, y 0.3% de vegetación de galería, suelos arenosos y ciudades. Al igual que la Región Fronteriza, esta también se encuentra antropizado en un 50% y también con grandes extensiones de matorral. Sin embargo, la zona costera contiene eco-

sistemas de humedales o vegetación halófila conocida como Laguna Madre que es un sitio RAMSAR. Es de esperarse que el cambio en el nivel del mar ocasione la transformación de amplias zonas de humedales regulados por hidroperiodos selectivos a cuerpos de agua permanente (humedales submareales) y se desplacen los primeros tierra adentro. Sin embargo, las nuevas zonas disponibles para los humedales, asumiendo la planicie costera a un metro por arriba del futuro ascenso del nivel del mar, en general presentan menores extensiones que las áreas afectadas. Por consecuencia se estiman más pérdidas que ganancias netas oscilando entre pérdidas del 20 al 94% de los humedales costeros en función de las pendientes topográficas dominantes de cada región (Flores-Verdugo *et al.*, 2010)

- La Región Centro ocupa aproximadamente el 34.4% del territorio estatal; su uso de suelo y vegetación está distribuido en 41.1% de matorral espinoso tamaulipeco, submontano y subtropical, 20.2% de manejo agrícola y pecuario, 14.6% de selva baja caducifolia y subcaducifolia, 7.8% de selva baja perennifolia, subperennifolia y espinosa, 6.4% de bosque de encino, 5.4% de mezquital-huizachal, 1.5% de cuerpos de agua, 1.3% de bosque de pino, 0.09 % de bosque mesófilo de montaña, 0.3% selva mediana caducifolia y subcaducifolia y el 0.6% en pastizales y matorrales. La región centro presenta una confluencia de distintos ecosistemas tanto templados como áridos y semi-áridos, incluyendo bosques de encino y selvas bajas, esto debido a que la región contiene mayor rasgos topográficos con zonas montañosas en el centro y oeste. En relación a esto, se presenta una menor amenaza a los ecosistemas naturales y a la biodiversidad de esta región por actividades agropecuarias y una mayor oportunidad para estrategias de conservación y mitigación en la región.

Espátulas en la  
Laguna de Morales



Foto: Sergio Antonio Arratia García

Las zonas montañosas han sido particularmente señaladas en referencia al cambio climático. Los cambios climáticos y desplazamiento de especies que se identifican en gradientes latitudinales, se observan de manera similar en gradientes altitudinales. Los ecosistemas de montañas se asume particularmente sensible ante la sequía y las inundaciones, por el origen del suelo de estas regiones y sus pronunciadas pendientes (ICIMOD, 2010). Sin embargo, también se ha señalado que especies que habitan en montañas suelen tener una importante capacidad de adaptación ante la aridez y podrían fungir como reservorio viviente de alternativas de adaptación ante las variaciones climáticas. Por ejemplo, el género *Quercus* de los bosques de encino, se distribuye desde los 150 msnm, en donde los *Quercus candicans* y *Q. sapotifolia* se pueden encontrar entre los 150 y 500 msnm, y *Q. rugosa* *Q. glaucescens*, *Q. magnolifolia*, *Q. peduncularis*, *Q. elliptica* se distribuyeron entre los 150 y 1 000 msnm. Las especies que se distribuyen a mayor elevación (más de 2 700 m) son *Q. crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. elíptica*, siendo estas últimas especies las más vulnerables al cambio climático debido al cambio de temperatura y a las temporadas de sequía e incremento de plagas, esto implica que si existe reducción en la superficie de este ecosistema y si las condiciones ambientales cambian, se facilita la colonización de otras especies modificando la distribución espacial y la composición de estos tipos de vegetación (Cramer, 2001; Retuerto y Carballeira, 2004). En Tamaulipas se aprecia el probable desplazamiento de la selva baja del centro del estado hacia el norte sobre zonas que anteriormente estaban cubiertas de matorral semiárido (Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez 2000).

- La Región Altiplano ocupa aproximadamente el 11% de la superficie del territorio estatal, distribuida en los siguientes usos de suelo: 24.4% de bosque de encino, 19.7% de matorral rosetofoilo, 18% de matorral espinoso tamaulipeco, submontano y subtropical, 12.5% de matorral desértico microfilo, 8.3% de manejo agrícola y pecuario, 7.9% de bosque de pino, 4.8% de mezquital-huizachal, 1.3% de bosque de coníferas distintas a pinus, 0.1% de bosque mesófilo de montaña, 1.6 % selvas bajas, 0.38% selvas medianas y 1.5% de pastizales y vegetación halófila. La Región del Altiplano también destaca por su diversidad de ecosistemas desde matorrales de climas áridos a bosques de pino en zonas de sierras templadas, y se representa una menor proporción de alrededor de 10% de usos de suelo antropogénicos. Adicionalmente, en la región se ubica parte de la Reserva de la Biósfera El Cielo y se caracteriza por su mayor presencia y distribución de bosques de pino. Entre los ecosistemas en Norteamérica, los bosques de pino son vulnerables al cambio climático, particularmente, las especies de ecosistemas de montaña que se encuentran en alto riesgo debido a su espacio geográfico limitado (Foster, 2001).

Los escenarios de cambio climático sugieren cambios altitudinales en los ecosistemas de bosques coníferas en regiones montañosas. El gradiente altitudinal actual de las coníferas se distribuye por encima de los 1 200 m. en donde se pueden encontrar especies del género *Pinus*: *P. patula* y *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, *P. oocarpa* y *P. lawsonii*, después *P. pringlei*, *P. leiophilla* y *P. montezumae* seguidos por *Pinus patula* y *P. douglasiana*; y en una siguiente franja altitudinal superior se encuentran *P. ayacahuite*, *P. devoniana* y *P. teocote*, *P. ayacahuite*, *P. Pseudostrobus* y *P. teocote* y, finalmente, *P. hartwegii* por arriba de los 3 500 m (Castillo *et al.*, 2004), en donde la especie *Pinus hartwegii* es especialmente vulnerable al aumento de temperaturas, ya que se ve afectada por plagas por falta de suficiente frío para eliminarlas.

- La Región Mante abarca aproximadamente el 7.3% del total superficial estatal, distribuida en los siguientes usos de suelo: 44.6% de manejo agrícola y pecuario, pecuario, 39.2% de selva baja caducifolia y subcaducifolia, 6.9% de bosque de encino de bosque, 3% de mesófilo de montaña, 1.7% de bosque de pino, 1.7% de selva baja perennifolia, subperennifolia y espinosa, 1.9% de selvas medianas y 1% de palmar y chaparral. Esta región tiene prácticamente la mitad de su superficie en usos de suelo antropogénicos, pero también comprende una diversidad de ecosistemas, mayormente representado por selvas bajas caducifolias y subcaducifolias en elevaciones bajas con clima cálido y subhúmedo. Sin embargo, la región también comprende de parte de la Reserva de la Biósfera que abarca la mayoría del bosque mesófilo en el estado. Los bosques mesófilos de montaña en México, han estado amenazados históricamente por el cambio de uso de suelo y el aprovechamiento de sus recursos. Se estima que más de 50% de su superficie ha sido eliminados del país, por lo que actualmente ocupan tan solo 0.5 a 1% de su extensión original (Toledo *et al.*, 2011). Por otra parte (Figuroa-Rangel *et al.*, 2010) demuestran mediante un estudio paleo ecológico, que estos bosques han disminuido y aumentado sus rangos de distribución en los últimos 1300 años en México; como respuesta a la combinación de periodos de aridez e incrementos en humedad. Además, las perturbaciones antropogénicas, principalmente fuego, han afectado su distribución histórica (Figuroa-Rangel *et al.*, 2010). Estos resultados permiten señalar la alta vulnerabilidad de estos ecosistemas ante el cambio climático. Golicher *et al.*, (2008) demuestran el impacto del cambio climático en éstos, mediante la modelación de distribución de especies de árboles, concluyendo que aún el escenario más conservador de los modelos de circulación (asumiendo bajas emisiones de ), era suficiente para alterar significativamente la composición de especies en 50 años. El cambio climático, junto con las perturbaciones y la deforestación, podría afectar especies de sucesión tardía; incluyendo cinco especies clasificadas como en peligro de extinción por la IUCN, tales como *Magnolia sharpii* y *Wimmeria montana* (Golicher *et al.*, 2007). Además de los impactos negativos atribuidos a los cambios de nubosidad, precipitación y temperatura, otros cambios que tendrán impactos negativos en estos ecosistemas incluyen: fuego, sequía, lluvias extremas y especies invasoras. Por estas razones, los bosques de montaña resultan ser excelentes indicadores para monitorear los impactos del cambio climático (Foster, 2001).

- La Región Sur cuenta con aproximadamente 11.3% de la superficie estatal distribuida en 45.3% de manejo agrícola, pecuario 46% de selva bajas, 3.3% de bosque de pino y encino, 1.9% de manglar, popal y tular, 2 % de pastizales y vegetación halófila y el 1.8 % en cuerpos de agua. Igualmente, los ecosistemas presentes en esta región tiene una presión antropogénica alta con casi la mitad de su superficie con usos de suelo agropecuarios además de contener presión de áreas urbanas importantes en Tamaulipas. La región se caracteriza por su mayor distribución de selvas bajas, como en la presencia de manglar y humedales de popal y tular en la zona costera.

En esta región es importante considerar los impactos del cambio climático durante el Pleistoceno o época de hielo, cuando se extendieron los climas fríos y templados, desplazando especies de climas tropicales con excepción de ciertas zonas llamadas refugios pleistocénicos. Este fenómeno de los refugios también se describe para las zonas montañosas, donde ha resultado en mayor endemismo y diversidad, y con ejemplos importantes, como los encinares tropicales, presentes en la región de la Sierra de Tamaulipas al Sureste del estado (CONABIO, 1998). Modelos sobre los posibles impactos del cambio climático en la distribución de ecosistemas revelan que se podría presentar una reducción en la superficie cubierta por los bosques de coníferas y en el incremento de la probabilidad de ocurrencia de las condiciones favorables para la selva seca.

Los ecosistemas de manglares se localizan principalmente en las costas tropicales y subtropicales también están severamente amenazados por el cambio climático, principalmente por el ascenso en el nivel del mar y los cambios asociados con dinámicas de sedimentación, erosión y salinidad (Gilman *et al.*, 2008). Se predice que el aumento en el nivel del mar ocurrirá de una manera acelerada, impidiendo la acumulación de sedimentos necesarios para la sobrevivencia de manglares. Este tipo de ecosistemas, también son muy afectados por cambios en la atmósfera, tales como el incremento en la temperatura, CO<sub>2</sub> y tormentas extremas (Locatelli *et al.*, 2010, Gilman *et al.*, 2008). Es importante destacar y reconocer que los manglares son ecosistemas muy resilientes ante eventos extremos; tales como huracanes, inundaciones y aún tsunamis, debido a que estos sistemas se mantienen en fases pioneras y tienen una alta tolerancia fisiológica a cambios en gradientes físico-químicos. Existen muy pocos estudios en México, con la excepción de una investigación en el norte del Golfo de México en donde se demuestra que ante los efectos de aumento de CO<sub>2</sub> y concentraciones de Nitrógeno el zacate de humedales salinas, *Spartina alterniflora*, podría desplazar al manglar (*Avicennia germinans*) por efectos de competencia. Sin embargo, sin efectos de competencia y herbivoría, el crecimiento y productividad de esta especie de mangle se podrían ver beneficiados (McKee y Rooth, 2008). Los efectos en los manglares por la acidificación del océano debido al aumento de CO<sub>2</sub> todavía se desconocen, aunque indicaciones basadas en observaciones de contaminación industrial revelan que el crecimiento de plántulas de mangle podría verse afectado (Carmona, comunicación personal).

El tular y popal crece en superficies pantanosas o bien en agua dulce permanentemente estancada, de 0.5 a 1.5 m. de profundidad. En esta región de Tamaulipas se puede encontrar este tipo de pantanos que también tienen un alto desarrollo hacia el litoral del Mar Caribe (Moreno-Casasola, 2006). Para este tipo de ecosistemas el aumento del nivel del mar y de la temperatura es muy importante, ya que la combinación de ambos fenómenos afecta moderadamente a este tipo de vegetación, reduciendo sus superficies y su biodiversidad existente de este tipo de ecosistemas (Pannier, 1992).

Biodiversidad costera y marina

A lo largo de la costa del Golfo de México se encuentran estuarios altamente productivos, marismas costeros y los ecosistemas de manglares. Toda la costa de Tamaulipas cuenta con ecosistemas prioritarios. Como se observa en la Figura 4.7. hay tres regiones prioritarias en la zona costera y una marina. El Tabla 4.4. describe las principales características de cada una.

**Figura 4.7.** Regiones marinas prioritarias.



Fuente: Tomado de Arriaga *et al.*, 1998.

**Tabla 4.4.**  
Regiones prioritarias marinas del Estado de Tamaulipas: principales características.

Región marina prioritaria	Descripción e importancia	Problemática identificada
<p>44. Laguna</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Está conformada por lagunas costeras, playas, marismas, pastos, dunas, bajos y barras.</li> <li>En términos de diversidad de flora y fauna se identifican moluscos, crustáceos, foraminíferos, aves, halófitas, matorral espinoso, selva baja y algas.</li> <li>Es también zona de crecimiento y alimentación de juveniles peneidos (camarones) y palemónidos; y de crecimiento y reproducción de aves marinas.</li> <li>Entre sus principales usos se identifica como zona pesquera importante por especies de valor económico como jaiba, camarón y peces (pámpano, tambor, pargo y corvina). Otros aspectos importantes son el turismo y el transporte (Puerto).</li> <li>Hay que destacar la importancia de la Laguna Madre de Texas y Tamaulipas por ser el único sistema lagunar costero hipersalino en América del Norte y el más extenso del mundo. Existen también cuatro especies de mangle (rojo, negro, blanco y botoncillo). (Mendoza <i>et al.</i>, 2011).</li> </ul> <p>Se conforma por lagunas costeras, playas, dunas costeras, marismas y esteros.</p> <p>En términos de biodiversidad se identifican moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos y manglares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Endemismo de tortugas (<i>Lepidochelys kempii</i>). Zona de anidación y reproducción de tortugas.</li> <li>Pesca artesanal (ostión, jaiba y escama) y cultivos (camarón y tortuga) de bajo impacto.</li> <li>Es zona ganadera, con recursos mineros (carbón) y petroleros.</li> <li>En las últimas décadas se ha desarrollado el turismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del entorno por dragado de canales y alta deforestación.</li> <li>Efectos a distancia por la presencia de presas (salinización) y desvío de aguas que ocasiona la pérdida de la condición de mezcla.</li> <li>Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras.</li> <li>Contaminación por petróleo, fertilizantes y basura (impacto para la zona de anidación de tortugas y de alimentación de aves).</li> <li>Sobreexplotación pesquera (sobre todo de camarón y jaiba).</li> <li>Especies introducidas de camarón del Pacífico. Existen problemas fronterizos por el canal intercostero de Brownsville, E.U.</li> </ul>
<p>45. La Pesca-Rancho</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del entorno por deforestación.</li> <li>Contaminación por petróleo y residuos (agente mortal para los organismos, impacto para la zona de anidación de tortugas y de alimentación de aves).</li> <li>Presión sobre especies de tortugas y camarones.</li> </ul>	
<p>46. Laguna San</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se conforma por lagunas, pantanos, praderas y playas. Eutroficación media. En términos de diversidad de especies sobresalen moluscos, crustáceos, peces, tortugas, aves, pastos marinos (<i>Ruppia maritima</i>) y manglares (mangle blanco <i>Avicennia tinctoria</i> y rojo <i>Rhizophora mangle</i>).</li> <li>Alta integridad ecológica en praderas marinas, dunas y playas.</li> <li>Zona de crecimiento y alimentación de crustáceos (<i>C. rathbune</i>, <i>C. sapidus</i>, <i>P. setiferus</i> y <i>Macrobrachium acanthurus</i>), de peces y de moluscos (<i>Crassostrea</i> spp).</li> <li>Zona importante de los manglares.</li> <li>Pesca en cooperativas, la zona es importante por especies de camarón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del entorno por tala de manglar y dragados. Deforestación cuenca arriba que provoca turbidez, azolvamiento y eutroficación.</li> <li>Contaminación por presencia de agroquímicos y fertilizantes (generan mareas roja y café), contaminantes industriales (reducción y simplificación de la estructura comunitaria), desechos urbanos y aguas residuales (eutroficación).</li> <li>Probable presión sobre especies jaiba, camarón y peces.</li> </ul>
<p>54. Giro Tamaulipeco</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zona oceánica.</li> <li>En términos de biodiversidad se identifican fitoplancton, zooplancton, peces, aves residentes (Laguna Madre) y aves migratorias.</li> <li>Zona pesquera (Zona Económica Exclusiva)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación de tiburón, atún y sardina.</li> <li>Contaminantes industriales y petroleros.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO 2008 y Mendoza *et al.*, 2011.

## Eclosión. Tepehuajes, Tamaulipas



Foto: Sergio Antonio Arratia García

### Presión y alteraciones en los ecosistemas terrestres, costeros y marinos

Los procesos de presión y amenazas a los ecosistemas generados por la acción humana se relacionan con la contaminación, la extracción insustentable de especies, el cambio de uso de suelo y la introducción de especies exóticas invasoras, entre otros aspectos (Sarukhán *et al.*, 2012). A continuación se detallan los procesos en términos de cambio de uso de suelo, especies invasoras y cambio climático.

- Cambio de uso de suelo

Este fenómeno afecta tanto a los ecosistemas terrestres como a los costeros. Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez (2010) reportaron que Tamaulipas en conjunto con Coahuila, Nuevo León, Durango, Sinaloa y Chihuahua concentran el 75% de la deforestación total de todo el país.<sup>28</sup>

Datos oficiales de CONAFOR para 2003, comparando las series II y III de INEGI (1993 y 2002 respectivamente) reportaron una tasa de deforestación de 0.7% anual para el Estado de Tamaulipas, superior a la medida nacional y con una tasa de recuperación baja, de apenas 12% en dicho periodo. (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010).

Un estudio dedicado a la vegetación costera de Tamaulipas (humedales y manglares) mostró que las actividades antrópicas presentaron la mayor tasa de cambio positiva, 1.04% anual, seguida de la clase agrícola-pecuaria con 0.73% anual, aunque el ecosistema de tipo manglar tuvo una ganancia de 450 ha., lo que es un 16% de aumento de su superficie original (Rodríguez-Zúñiga, 2012). La expansión del manglar que se observó mayormente en la costa sur del estado posiblemente se atribuye a la infraestructura antrópica que influye en la hidrología creando mayores superficies para el establecimiento del manglar (Rodríguez-Zúñiga, 2012).

<sup>28</sup>. Esta información es consistente con el fenómeno de cambio de uso de suelo identificado en el Capítulo 5 que sirvió para estimar las emisiones de GEI de esa categoría y que resultó ser la tercera causa más importante de emisiones de GEI después de Industrias Energéticas y Transporte, al generar el 9.43% de las emisiones totales (3,521.58 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2013). El cambio de uso de suelo es básicamente de selva baja caducifolia y matorral a uso agropecuario, y es particularmente crítico en las zonas costeras de Aldama y Soto La Marina.

Para comprender las dinámicas de la deforestación, mediante los modelos de deforestación del Hansen, *et al.*, (2013) se calculó la deforestación para el Estado de Tamaulipas en el periodo 2001-2013, este análisis dio como resultado una superficie deforestada de 134,260.740 ha., siendo el 2009 el año con la mayor afectación seguida del 2006, 2008, 2009 y 2010 (véase Anexo 5).

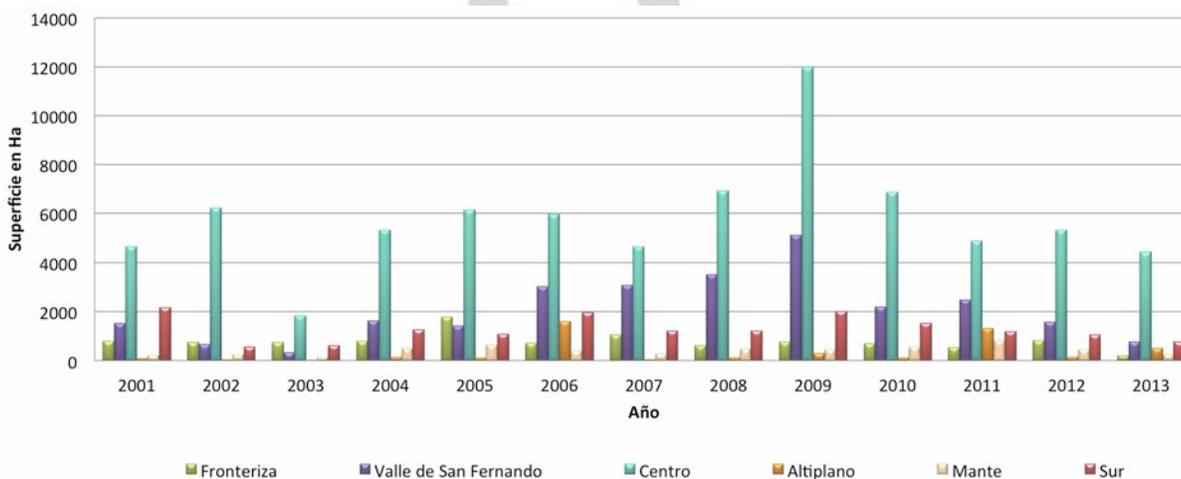
Algunas de las posibles causas de la deforestación se describen en el Diagnóstico Ecológico del Estado de Tamaulipas (2008), en donde destacan los cambios de uso de suelo propiciados por el desmonte agropecuario, seguido de la tala ilegal y los incendios forestales, principalmente en los municipios de Tula, Jaumave, Palmillas, Miquihuana y Bustamante, San Carlos, San Nicolás, Burgos, Méndez, Cruillas, Villa de Casas y Llera, dañando principalmente el ecosistema de matorral tamaulipeco.

Mediante los modelos propuestos por Hansen<sup>29</sup> *et al.*, (2013), se pudo comprobar que la región con mayor superficie deforestada es la región Centro en el 2006, 2008 y 2009, seguida de Valle de San Fernando para el 2009, y una menor superficie de deforestación corresponde a la Región del Altiplano para el 2001-2003, 2007 (véase Anexo 5).

La Gráfica 4.2. muestra que la Región Centro tiene las superficies de deforestación más altas en el Estado, seguida del Valle de San Fernando, la Región Sur y Altiplano, y en menor superficie las Regiones Fronteriza y el Mante, aunque el tamaño de la región está relacionado con las superficies de deforestación, estas regiones son las que más se han visto afectadas por contener amplias superficies de matorral tamaulipeco y selvas bajas caducifolias, las cuales son ocupadas para usos agropecuarios como menciona Aguilar, *et al.*, (2000).

29. Estos modelos están hechos a nivel mundial mediante imágenes Landsat, teniendo una buena certeza en sus resultados. Se estimaron para el Estado de Tamaulipas las superficies deforestadas por región en el periodo 2001 – 2013.

**Gráfica 4.2.**  
Superficies deforestadas en el Estado de Tamaulipas del 2001 al 2013.



Fuente: Elaboración propia con base en los modelos de Hansen *et al.*, (2013).

• **Especies**

El IPCC reconoce que existe un riesgo creciente de extinción de especies por la invasión o introducción a sus hábitats de otras especies que no son propias del mismo (IPCC, 2014). Los estudios en México que se refieren a la distribución de

plantas exóticas introducidas en ecosistemas acuáticos, costeros y marinos y sus implicaciones para la biodiversidad, son escasos y no se sabe con certeza cuántas especies exóticas se han establecido en México ni dónde se distribuyen (Bonilla-Barbosa y Santamaría, 2013). Se sabe, sin embargo, que han sido introducidas a los cuerpos de agua (presas y lagunas) especies de alto valor comercial como la trucha, el bagre, así como ciertas especies de camarones (*L. vannamei*) y langostas de agua dulce (Mendoza *et al.*, 2014). Otra especie que ha sido identificada y que ha tenido impactos muy negativos, sobre todo en el sur del Estado, es el pez Diablo (*Hypostomus plecostomus*), así como el Pez León (*Pterois volitans*) en el Golfo de México (véase Anexo 5).

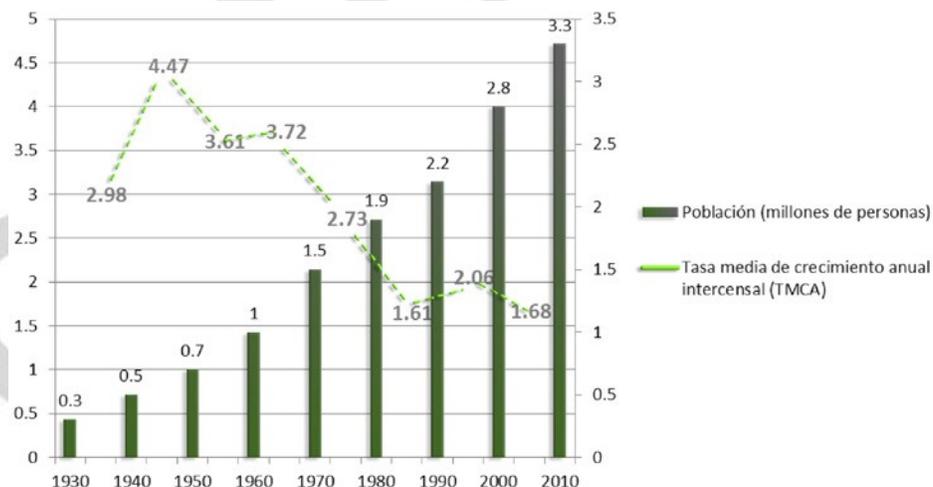
## 4.2. Sistema social

### 4.2.1 Condiciones demográficas

Un factor determinante en la demanda de recursos naturales es el crecimiento de la población. Tamaulipas contaba en 1960 con aproximadamente un millón de personas; en un lapso de 50 años la población se triplicó (véase Gráfica 4.3.). Esto implica retos muy importantes para el bienestar social y la calidad de vida (dotación de servicios, abasto de alimentos, acceso a salud y a educación), en un contexto de deterioro de los servicios ambientales y mayor presión de recursos.

**Gráfica 4.3.**  
Tasa de crecimiento media anual intercensal 1930-2010 para el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2009 e INEGI, 2011.



El Estado de Tamaulipas contaba en 2010 con aproximadamente 3.27 millones de habitantes. Si bien, como se puede observar en la Gráfica 4.3. la tasa de crecimiento media anual poblacional ha disminuido en las últimas décadas, siendo de 1.68% entre 2000 y 2010, la población del Estado se incrementó entre 2000 y 2010 en poco más de 500 mil personas, aunque con diferencias regionales. Las Regiones Fronteriza y Sur son las que tienen las mayores tasas de crecimiento poblacional, y en tercer lugar está la Región Centro. El crecimiento está completamente ligado a las principales zonas urbanas del Estado. De esta manera, en la Región Fronteriza, que concentra más del 50% de la población, destacan los municipios de Matamoros, Nuevo Laredo y Reynosa no sólo por sus altas tasas de crecimiento poblacional, sino porque, de acuerdo con las proyecciones del CONAPO para el 2030, de los 800 mil habitantes más que tendrá el Estado, más de la mitad los aportarán estos tres municipios. (Véase Tabla 4.5.).

En la Región de Valle de San Fernando, las tasas de crecimiento poblacionales son negativas por lo que en los cuatro municipios hay menos población en 2010 de la que había en 2000. Esto habla de procesos de migración tanto al interior del Estado como entre regiones (véase Anexo 5).

La Región Centro concentra el 14% de la población del estado, sin embargo la mayor parte se encuentra en el municipio de Ciudad Victoria, el cual, junto con Soto la Marina, son los únicos municipios que tuvieron un crecimiento positivo entre 2000 y 2010.

Los municipios de la Región del Altiplano presentan un muy bajo crecimiento y una muy baja densidad poblacional, mientras que en la Región Mante destaca el municipio de El Mante como el más poblado. Finalmente, en la Región Sur, además de destacar que concentraba en 2010 la cuarta parte de la población del Estado, destaca la altísima densidad poblacional de los municipios de Tampico y Ciudad Madero, ambos situados en la desembocadura del Pánuco y en la zona costera (a pesar de que Tampico no tiene línea de costa). Destaca también el alto porcentaje de crecimiento poblacional del municipio de Altamira.

**Tabla 4.5.**  
Datos poblacionales  
por región  
administrativa.

Región	Población 2000	Población 2010	% población estatal en 2010	TMCA 2000-2010 <sup>1</sup>	Cambio Porcentual 2000-2010	Aumento de la población entre 2000 y 2010	Población estimada en 2030 <sup>3</sup>
Total entidad	2,753,222	3,268,554	100%	1.68%	18.7	515,332	4,069,115
Fronteriza	1,382,212	1,730,508	52.9%	2.20%	25.2	348,296	2,206,170
Valle de San Fernando	70,265	68,350	2.1%	-0.27%	-2.7	-1,915	78,376
Centro	404,191	461,610	14.1%	1.30%	14.2	57,419	565,811
Altiplano	52,750	55,622	1.7%	0.51%	5.4	2,872	66,157
Mante	168,921	172,788	5.3%	0.22%	2.3	3,867	200,418
Su	674,883	779,676	23.9%	1.41%	15.5	104,793	952,184
Sólo municipios Costeros <sup>2</sup>	1,133,745	1,282,654	40%	1.20%	13.1	148,909	1,605,222

Nota 1: Tasa Media de Crecimiento Anual intercensal, calculado con la fórmula geométrica.

Nota 2: Si bien no existe una región administrativa denominada "costera" para fines de la adaptación al cambio climático se considera relevante incluirlos en el análisis. Incluye los municipios de Matamoros, San Fernando, Soto la Marina,

Aldama, Altamira, Ciudad Madero y Tampico, si bien este último no tiene línea de costa, sus características tanto metropolitanas como portuarias lo colocan, desde la perspectiva de la adaptación, en esta Categoría.

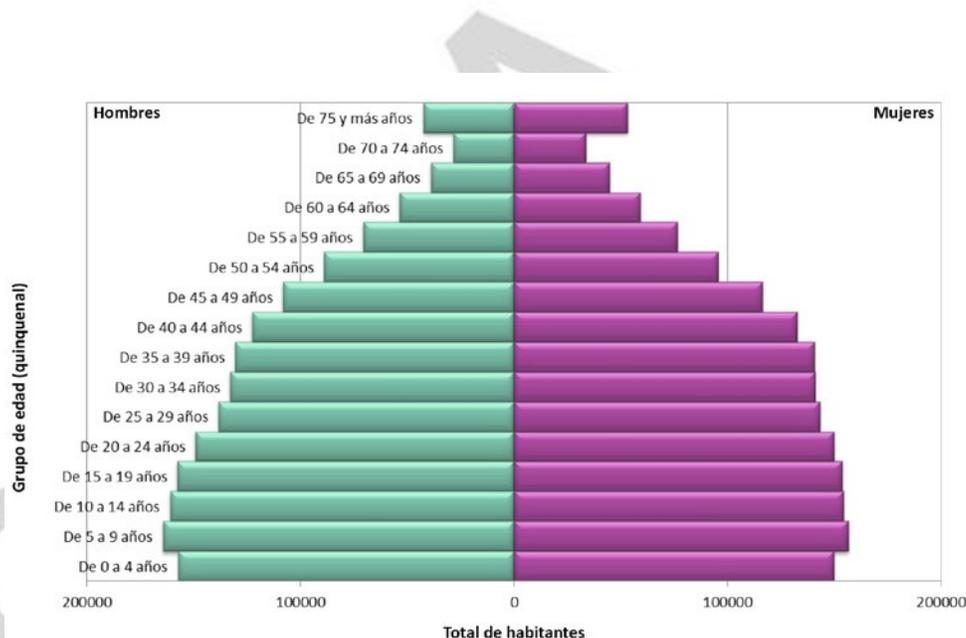
Nota 3: Cálculo estimado con base en datos del CONAPO.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2006 e INEGI, 2011.

Otro aspecto demográfico fundamental para las proyecciones a futuro en términos de adaptación es la distribución de la población por sexo y edad, lo cual se observa en las pirámides de población. La Gráfica 4.4. muestra la pirámide de población al 1 de julio de 2014 (INEGI, 2015). Como se observa en esta, destacan las barras superiores (adultos mayores) sumando más del 6.3% de la población estatal. Este es un tema central a considerar por ejemplo en relación con los aspectos de salud y cambio climático, por las necesidades especiales que pueda tener este sector de la población en el futuro. Se sabe, por ejemplo, que la mortalidad por el aumento de un grado de temperatura se incrementa sensiblemente para las personas mayores de 65 años (Linares y Díaz, 2008). Entre las principales causas de mortalidad asociadas a las olas de calor que afectan a este sector de la población están las cardiovasculares, cerebrovasculares y enfermedades respiratorias (Haines *et al.*, 2006), lo cual se trata de manera más detallada en el apartado sobre salud.

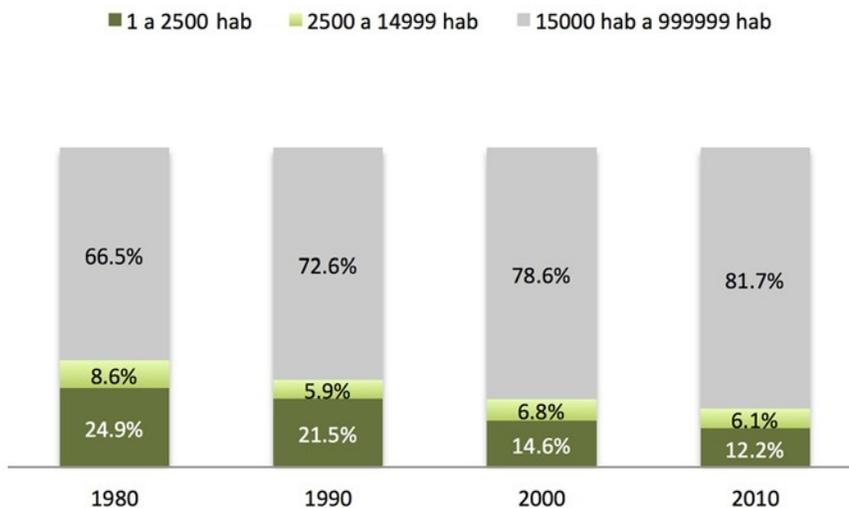
**Gráfica 4.4.**  
Población total por grupo quinquenal de edad según sexo al 1 de julio de 2014. (Porcentaje\*).

Fuente: INEGI, 2015 con base en Fuente: CONAPO. Proyecciones de la población 2010-2030. [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx) (19 de febrero de 2014).  
\*Nota: La suma de los parciales puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras.



#### 4.2.2. Desarrollo urbano y ocupación del territorio

Los municipios con mayor dinamismo poblacional son aquellos ubicados en la Región Sur (Altamira, Ciudad Madero y Tampico) y los ubicados en la Región Fronteriza, principalmente Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros. Todos estos son municipios cuya población es mayoritariamente urbana y están ligados también a un dinamismo económico asociado a la industria maquiladora de exportación, las actividades petroleras, así como con su condición de frontera. En el caso de la Región Sur, este dinamismo está asociado tanto a la industria manufacturera como a las actividades portuarias. La Gráfica 4.5. presenta cómo ha evolucionado la población en el Estado de acuerdo al tamaño de localidad. En 1980, el 25% de la población habitaba en localidades menores de 2,500 habitantes, en 2010 se observa que se trata sólo del 12%. En contraste, mientras que en 1980 el 66% habitaba en localidades mayores a 15 mil habitantes, en 2010 se trata del 82% de la población. En este sentido el proceso de urbanización ha sido muy intenso en un lapso de 30 años, lo cual no ha sido privativo del Estado de Tamaulipas.



**Gráfica 4.5.**  
Evolución en la distribución de población por tamaño de localidad.

Fuente: INEGI, 2011.  
Nota: La suma de los parciales puede no coincidir con los totales (100%) debido al redondeo de las cifras.

De acuerdo con los cálculos del CONAPO, aproximadamente 14% de la población estatal habitaba en localidades menores de cinco mil habitantes. También resalta que en 18 municipios del Estado, el 100% de la población está en este rango, es decir, población que habita en localidades menores a cinco mil habitantes.

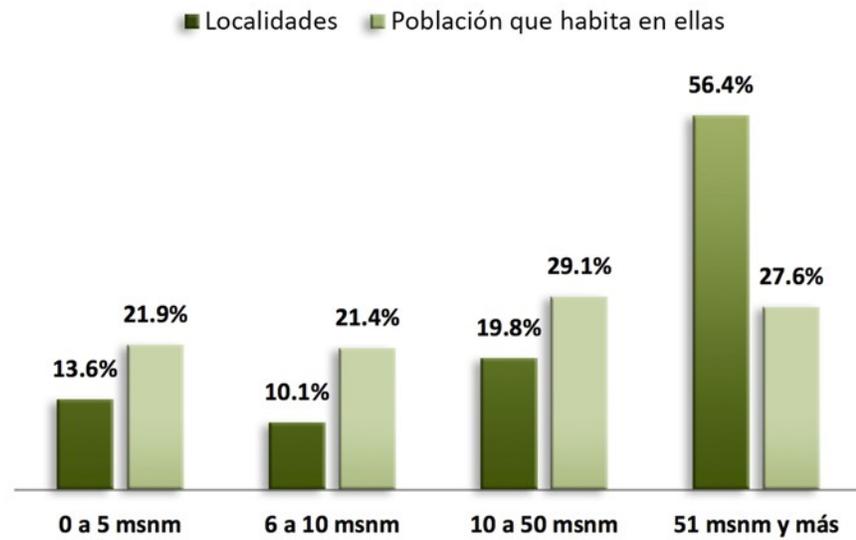
Otro tema relevante vinculado al cambio climático es la población y habitantes de acuerdo a la altitud de las localidades en las que habitan. El Banco Mundial considera como un indicador de exposición, el porcentaje de la población que vive en zonas donde la elevación es inferior a 5 m (Banco Mundial, 2015). Esto se debe a que tienen mayor probabilidad de ser afectadas por inundaciones y por el aumento en el nivel medio del mar. Como se observa en la Gráfica 4.6., 21.9% de la población habita en localidades ubicadas a 5 msnm o menos. Destacan las localidades urbanas de los municipios de la Zona Metropolitana de Tampico (Ciudad Madero y Altamira<sup>30</sup>) y al norte la ciudad de Matamoros. Sin embargo, las zonas metropolitanas de la Región Fronteriza están todas ubicadas en el margen del río Bravo, y en términos de la cuenca, se encuentran en la zona funcional baja de la misma (Enríquez Guadarrama *et al.*, 2010).

Las Figuras 4.8a y 4.8b presentan escenarios de inundabilidad en la zona costera del Estado. Como se observa, tanto la ciudad de Matamoros (17a) como la zona urbana de Tampico, Ciudad Madero y Altamira (18b) se verían impactadas por un aumento en un metro del nivel medio del mar.

Otro tema para el cual no hay estadísticas suficientes a nivel estatal pero que tiene un peso cada vez mayor es el de las áreas verdes en las ciudades, no sólo en términos de recreación e inclusión social y gestión sustentable de las ciudades,

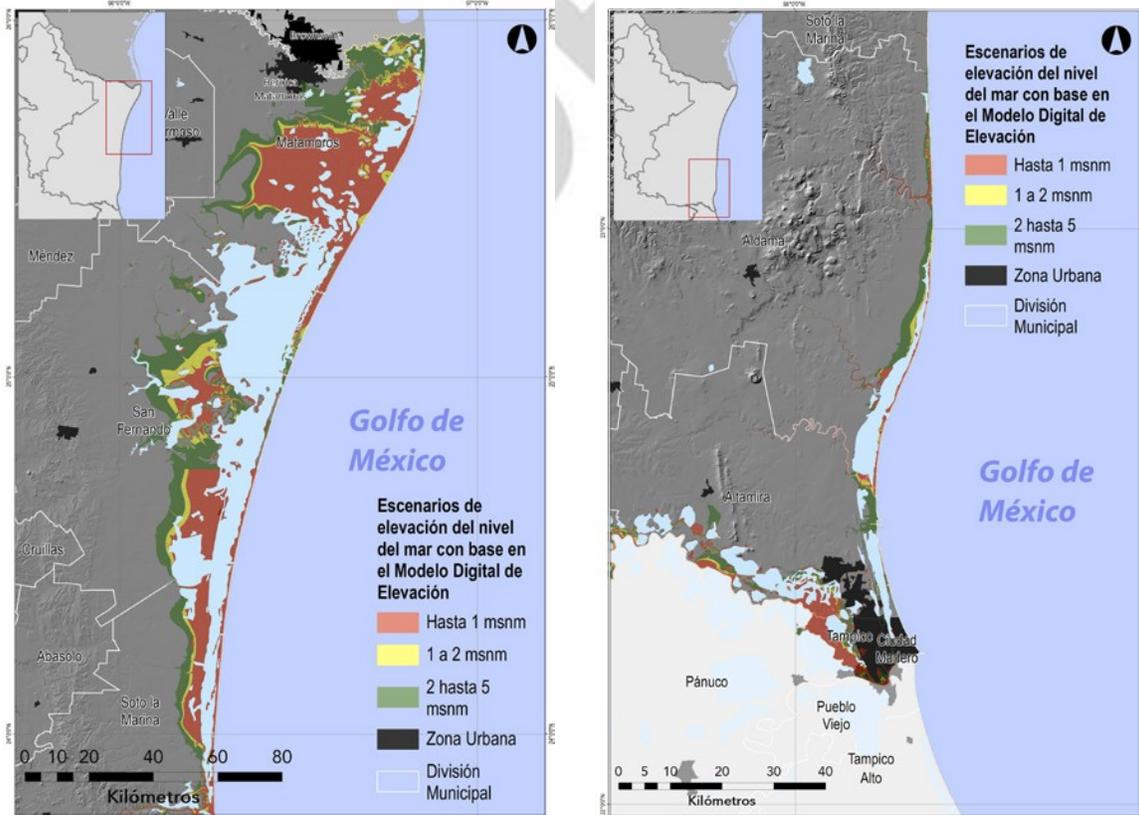
<sup>30</sup>. La ciudad de Tampico se registra a 30 mts snmm.

**Gráfica 4.6.**  
Distribución de la población y las localidades por altitud (porcentaje).



Fuente: INEGI, 2011.  
Nota: La suma de los parciales pueden no coincidir con los totales (100%) debido al redondeo de las cifras.

**Figura 4.8a. y 4.8b.**  
Escenarios de inundabilidad en la zona costera al norte y sur del Estado.



Fuente: Elaboración propia con base en el Modelo Digital de Terreno. INEGI (2015).

sino también por los servicios ambientales que prestan y las mejoras en el microclima (Flores-Xolocotzi, 2013). En este aspecto hay que destacar el caso del “Bosque Urbano” en Ciudad Victoria (Mora-Olivo y Martínez-Ávalos, 2012), el cual ha sido decretado como área natural protegida de competencia estatal “El Refugio” (Periódico Oficial del Estado Tamaulipas, 2015). En este aspecto hay que destacar la actuación y coordinación entre los órdenes de gobierno municipal y estatal, y la sociedad civil.

En el aspecto de salud hay tres temas básicos que se relacionan con el cambio climático: morbilidad, mortalidad e infraestructura y personal para atención. En términos de morbilidad y mortalidad vinculada a los impactos climáticos, son especialmente relevantes las enfermedades asociadas a la calidad del agua, calidad del aire y temperaturas extremas; destacando aquellas que son transmitidas por vectores, alimentos y agua (Riojas *et al.*, 2006). Destacan por su importancia las siguientes: dengue, paludismo, enfermedades diarreicas agudas (EDAs), intoxicaciones alimentarias por biotoxinas marinas, infecciones respiratorias agudas (IRAs) y golpes de calor, enfermedades cardiovasculares, impactos de la exposición al frío excesivo y muertes por eventos extremos (Riojas *et al.*, 2006; COFEPRIS, 2012). (Véase Anexo 5 para consultar información complementaria sobre Salud).

En este sentido, es importante no sólo reforzar la información sino profundizar en el conocimiento sobre los vínculos entre estas enfermedades y su vínculo con los impactos climáticos y los sistemas de alerta temprana para enfrentarlos. Ligado a esto están las capacidades en términos de infraestructura y personal médico. De acuerdo con el INEGI (2014) en 2012 había 1.8 médicos por cada mil habitantes cifra similar a la media nacional. En términos de acceso a servicios de salud, otro indicador importante es la derechohabencia a algún servicio de salud. Estos datos se calculan cada 10 años a partir del Censo de Población y Vivienda. (Véase Anexo 5 para consultar información complementaria sobre derechohabencia). En lo referente a la infraestructura para la atención hospitalaria hay que destacar que en el Estado existían hasta 2013 (INEGI, 2014), 37 instalaciones públicas de hospitalización general distribuidas en 19 municipios y 5 de hospitalización especializada (dos en Ciudad Victoria, una en Ciudad Madero y dos en Tampico) (INEGI, 2014).

#### 4.2.3 Salud

Los indicadores de género no sólo dan lugar a necesidades diferenciadas de la población en cuanto a temas de salud y gestión de riesgos, y a cómo enfocar los contenidos de la comunicación y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación. También ayuda a comprender las diferencias en términos de desarrollo humano y las condiciones más equitativas en la sociedad.

El primer indicador es la relación hombres/mujeres en el Estado. Se observa una relación de 97.8, lo cual está dentro del campo de una población en la que demográficamente hay un equilibrio entre hombres y mujeres,<sup>31</sup> sin embargo estos datos vistos de manera detallada aportan otro tipo de información. Por ejem-

#### 4.2.4 Indicadores de género

31. Demográficamente se considera que lo normal es una relación de 95 (ligeramente más mujeres que hombres).

plo, si se analiza la relación por grupos de edad, a partir de los sesenta años es notablemente mayor la cantidad de mujeres que de hombres, por lo que los programas enfocados a los adultos mayores deberán considerar estas diferencias. También a nivel regional hay diferencias, mientras que la región sur tiene una relación de 94.5 el resto de las regiones presentan una relación mayor, destacando Valle de San Fernando donde la relación es de 102.2 lo que señala que hay más hombres que mujeres.

En lo referente a indicadores de equidad de género, de acuerdo con el PNUD (2014) el Estado de Tamaulipas tiene condiciones ligeramente superiores al promedio nacional en cuestión de diferencias entre hombres y mujeres, y en casos como el acceso a la salud, la condición de las mujeres es incluso mejor a la de los hombres (véase Tabla 4.6.). En contraste, los indicadores que tienen que ver con educación e ingreso aun presentan una ligera diferencia entre hombres y mujeres. Sin embargo, si estos se analizan de manera diferenciada entre municipios se observa que son mejores las condiciones para la mujer en los municipios de Ciudad Madero, Tampico y Victoria, mientras que los que están en peores condiciones en términos de igualdad para la mujer son Miquihuana, Cruillas, Bustamante y Ocampo.

**Tabla 4.6.**  
Indicadores  
seleccionados para  
medir las condiciones  
de género

Tamaulipas: Indicadores seleccionados del PNUD (2012)	Hombres	Mujeres
Índice de Desarrollo Humano	0.7897	0.8082
Índice de Salud	0.8179	0.9128
Índice de Educación	0.7516	0.7327
Índice de Ingreso	0.8012	0.7895
Esperanza de vida	72.0	78.1
Años esperados de escolarización	13.7	13.5
Años promedio de escolaridad	9.3	9.0
Representación parlamentaria	0.694	0.306
Ingreso per cápita anual (dólares estadounidenses)	22,755	21,018

Fuente: PNUD, 2014.

Otro dato relevante, es que de acuerdo con datos del INEGI en 2010 el 24% de los hogares en el Estado tenía como jefe de familia a una mujer, y en municipios con un componente altamente urbano, como el caso de Tampico y Ciudad Madero se elevaba al 29%. Esto, en conjunto con los datos anteriores hablan de la importancia de que las acciones para enfrentar el cambio climático consideren también una perspectiva de género. Las implicaciones que esto tiene en términos de la política de cambio climático están vinculadas a las condiciones que generan vulnerabilidades diferenciadas. De acuerdo con Imaz y colaboradores (Imaz *et al.*, 2014) estas condiciones tienen que ver entre otros aspectos con la carga de trabajo no remunerado, los salarios e ingresos, el acceso al financiamiento, la falta de

derechos de propiedad y el acceso a la información entre otros aspectos. Con la información que se cuenta no se puede hacer aún un diagnóstico fino del Estado de Tamaulipas al respecto, lo que sí se debe apuntar en el marco del PECC es la necesidad de generar más y mejores indicadores que sirvan para una mejor toma de decisiones. En el Anexo 6, que incluye las medidas de adaptación propuestas, se identifican aquellas que deben de tener un componente de género integrado.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el porcentaje de personas mayores de 15 años que no sabían leer ni escribir en el Estado era de 3.6% y el grado promedio de escolaridad de 9.12 años, lo cual es en ambos casos superior a la media nacional, sin embargo, cuando se observan estos datos a nivel municipal hay desigualdades muy importantes, por ejemplo, en Bustamante el 19.4% era analfabeta y hasta 22% para el caso de las mujeres. Cabe mencionar que los municipios de la Región del Altiplano y la Región Mante son los que presentan los porcentajes más altos de analfabetismo. En contraste los municipios de las Regiones Fronteriza y Sur son los que presentan los mejores indicadores.

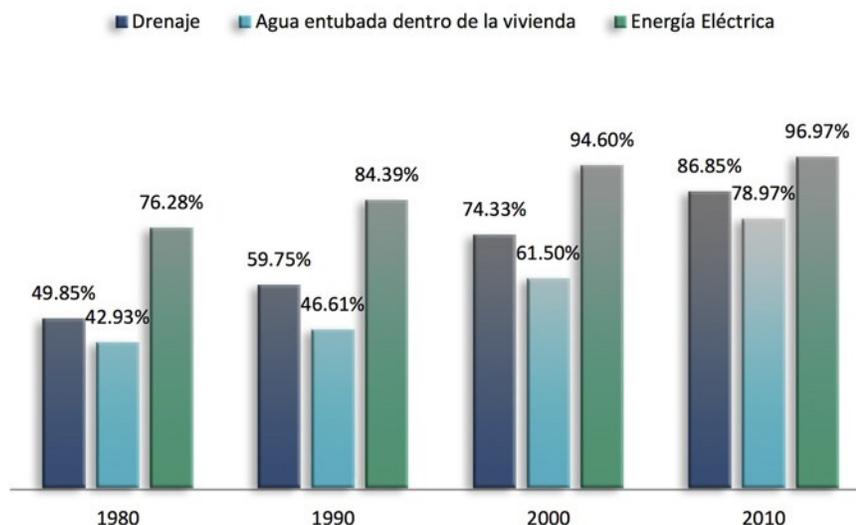
Otro aspecto que es importante conocer en términos de la adaptación es la diversidad cultural, para la cual, uno de los indicadores es el porcentaje de mayores de 3 años que hablan lengua indígena. La pertenencia a una comunidad indígena es relevante en cuanto a la posibilidad de recuperar conocimiento tradicional para enfrentar la variabilidad climática, o con respecto al manejo de la agrobiodiversidad. De acuerdo con datos de 2010 del INEGI en el Estado el porcentaje de personas hablantes de lengua indígena es muy bajo (0.79%) y a nivel municipal sigue siendo muy bajo también. Sólo había poco más de 23 mil personas hablantes de lengua indígena, los cuales viven en su mayoría en los municipios más urbanizados: Altamira, Tampico, Reynosa y Matamoros. De estos, casi la mitad hablan Náhuatl, seguidos de Huastecos y Totonacas. Por las características de los municipios (urbanos) es probable que se trate de comunidades de migrantes, ya que de acuerdo con estadísticas de la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), la mayor parte la PEA ocupada de este sector de la población, trabaja en actividades secundarias y terciarias. El foco central aquí es que la comunicación sobre cambio climático y gestión de riesgos también llegue a estos grupos de población.

En lo referente al acceso a servicios básicos al interior de la vivienda, tanto en electricidad como agua al interior de la vivienda, excusado y drenaje el estado en conjunto muestra indicadores muy altos, aunque el agua entubada al interior de la vivienda sigue siendo un reto importante asociado a la salud y alimentación. A nivel regional y municipal hay diferencias importantes de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda de 2010. Mientras que las Regiones Fronteriza y Sur presentan altos porcentajes en los indicadores de disponibilidad, existen municipios en la Región Centro (San Nicolás y Casas) y Región del Altiplano (Bustamante, Tula y Miquihuana) que presentan importantes rezagos (véase Gráfica 4.7.).

#### 4.2.5 Educación y cultura

#### 4.2.6 Acceso a servicios

**Gráfica 4.7.**  
Viviendas particulares habitadas de acuerdo a disponibilidad de servicios básicos (Porcentaje).

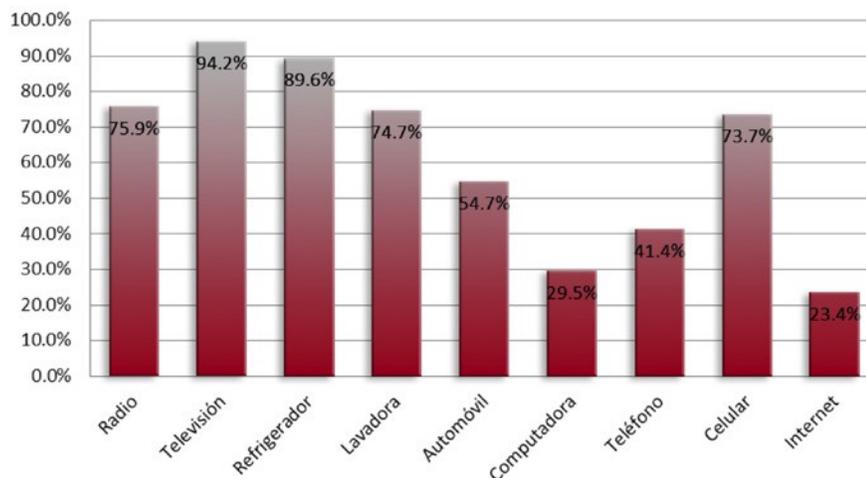


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2011.

Otro dato relevante son los tipos de bienes y servicios que posee la población. Por ejemplo, el refrigerador es un bien indispensable para conservar los alimentos en buen Estado, la radio y la televisión pueden ser estratégicos para la comunicación sobre riesgos, cambio climático y adaptación. La Gráfica 4.8. muestra para 2010 datos sobre los bienes que poseen en las viviendas.

Estos datos desglosados por municipio y por región también aportan datos importantes, en los cuáles los municipios de la Región del Altiplano y algunos de la Región Centro se encuentran en las peores condiciones, mientras que las Regiones Sur y Fronteriza están en las mejores condiciones.

**Gráfica 4.8.**  
Disponibilidad de bienes al interior de las viviendas particulares habitadas (Porcentaje).



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2011.

Un índice muy relevante para entender las condiciones globales de vulnerabilidad social es el de rezago social que elabora el CONEVAL a partir de 2000.<sup>32</sup> El Tabla 4.7. presenta la evolución del grado de rezago social para los municipios de Tamaulipas entre 2000 y 2010. Destaca que no existe ningún municipio de grado “Muy alto” (véase Figura 4.9.). (Véase el Anexo 5 sobre condiciones de pobreza por ingreso y capacidades de adaptación para profundizar en el tema).

Grado de rezago social	2000	2005	2010
Muy Bajo	19	20	19
Bajo	13	18	18
Medio	7	4	5
Alto	4	1	1
Muy Alto	0	0	0

Tabla 4.7.

Municipios de acuerdo a su grado de rezago social 2000-2005-2010.

Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2015.

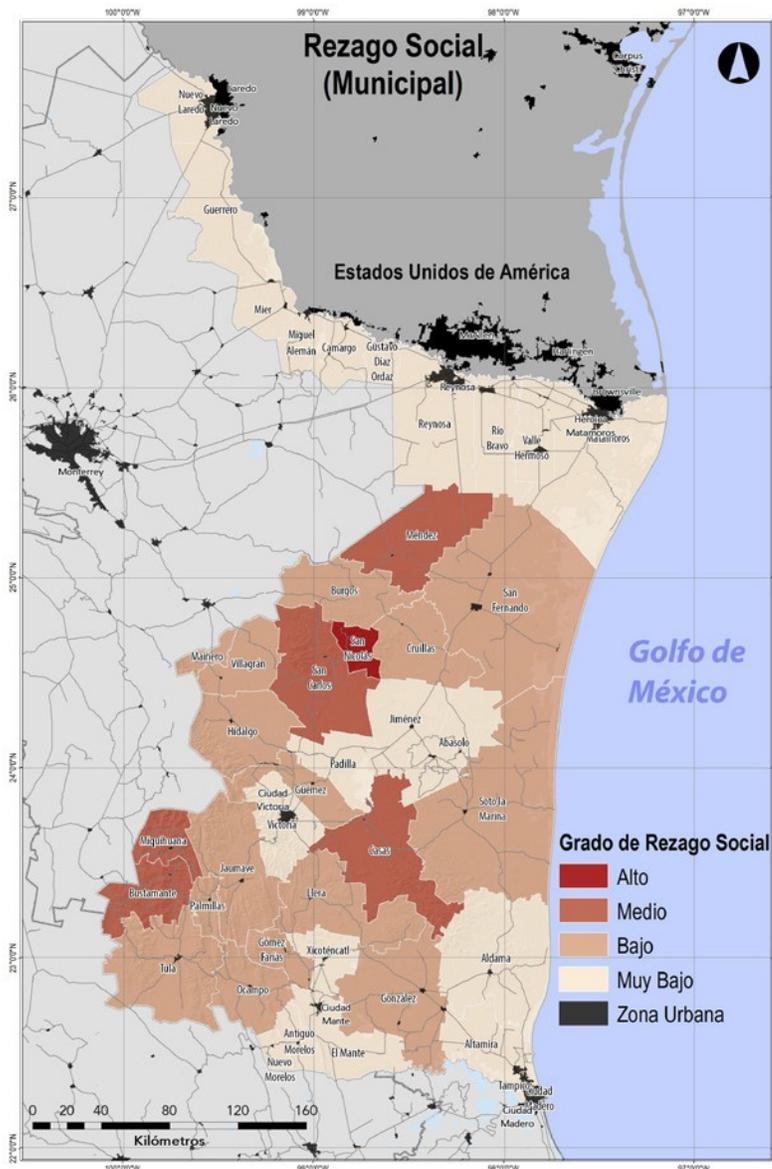


Figura 4.9.

Grado de Rezago Social por Municipio.

Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2015.

32. Los componentes del Índice de Rezago Social elaborado por el CONEVAL son: Población de 15 años o más analfabeta; población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela; población de 15 años y más con educación básica incompleta; población sin derechohabencia a servicios de salud; viviendas con piso de tierra; viviendas que no disponen de excusado o sanitario; viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública; viviendas que no disponen de drenaje; viviendas que no disponen de energía eléctrica; viviendas que no disponen de lavadora; y viviendas que no disponen de refrigerador. Todos estos componentes condicionan la capacidad del individuo para afrontar impactos climáticos.

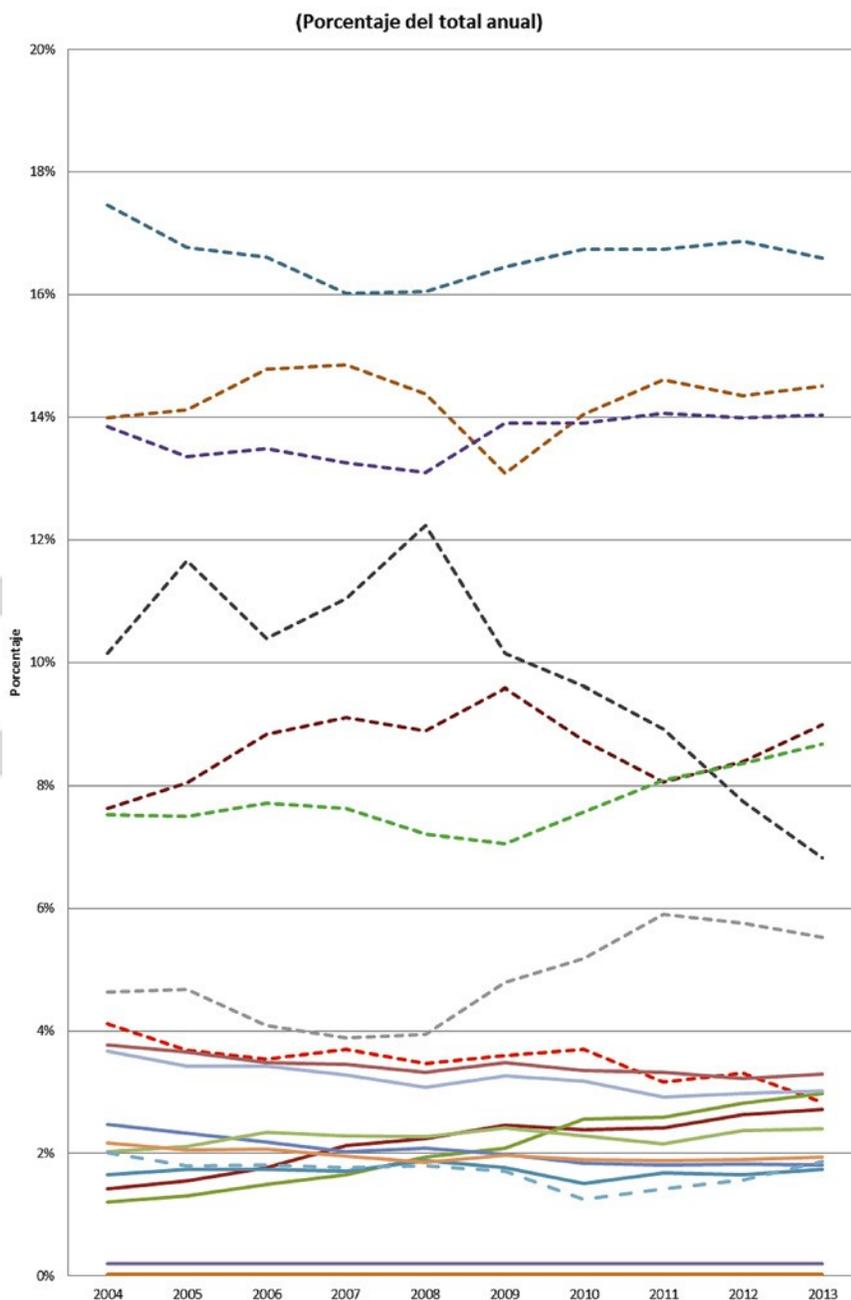
### 4.3. Condiciones económicas e infraestructura

#### 4.3.1 Producto interno bruto y población económicamente activa en Tamaulipas.

Respecto a la actividad económica en el Estado y el aporte de cada sector en el PIB, destaca el papel relevante de la industria de la manufactura en la economía estatal, la cual está concentrada en la Región Fronteriza y en menor medida en la Región Sur. Sin embargo, también hay que destacar que la participación de esta actividad se ha reducido entre 2004 y 2013.

**Gráfica 4.9.**  
Evolución de la participación porcentual de las actividades económicas en el PIB de Tamaulipas entre 2003 y 2013.

- Sector 11. Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
- Sector 21. Minería
- Sector 22. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
- Sector 23. Construcción
- Sector 31-33. Industrias manufactureras
- Sectores 43 y 46. Comercio
- Sector 48-49. Transportes, correos y almacenamiento
- Sector 51. Información en medios masivos
- Sector 52. Servicios financieros y de seguros
- Sector 53. Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
- Sector 54. Servicios profesionales, científicos y técnicos
- Sector 55. Corporativos
- Sector 56. Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
- Sector 61. Servicios educativos
- Sector 62. Servicios de salud y de asistencia social
- Sector 71. Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
- Sector 72. Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
- Sector 81. Otros servicios excepto actividades gubernamentales
- Sector 93. Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

El sector primario (agricultura, ganadería, pesca, forestal y caza) destaca por su baja participación en el total de la economía y continua disminuyendo. En contraste, actividades como la minería, el comercio así como el transporte y almacenamiento están creciendo.

En cuanto a la PEA por sector, la Tabla 4.8. aporta un análisis de este indicador entre 1980 y 2000 (por el nivel de agregación no son comparables los datos con 2010). La Tabla 4.9., a su vez, presenta cómo está en 2010 la PEA a nivel de municipio. A partir del Censo de Población y Vivienda 2010 estos datos salieron del cuestionario básico, por lo que las cifras se presentan en porcentajes municipales y no pueden ser agregadas regionalmente. Si bien los sectores se trabajarán a mayor detalle en las siguientes secciones, de las Tablas 4.8. y 4.9. permiten delinear algunas conclusiones:

En primer lugar, la disminución del porcentaje de PEA de las actividades agropecuarias que pasó del 18% en 1980 (Tabla 4.8.) al 7.87% en 2010 (Tabla 4.9.) no ha sido homogéneo en todas las regiones. El dato global se debe a que los municipios con mayor población en las Regiones Fronteriza, Centro y Sur han cambiado la estructura de su PEA hacia el sector terciario, pero las actividades del sector primario siguen siendo sustanciales en las Regiones del Altiplano, Manté, Valle de San Fernando así como en diversos municipios de la Región Centro y Sur. Las medidas de mitigación y adaptación tendrán que responder a estas diferencias regionales.

En el otro extremo el sector terciario, que comprende servicios y comercio ha ido ganando terreno hasta llegar al 60% de la PEA en 2010, mientras que el sector secundario ha tenido un crecimiento constante en su participación en la PEA y destaca en especial en la Región Fronteriza en donde la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (INMEX) juega un papel central en la economía así como la producción y refinación de petróleo (SEDATU, 2014). Las implicaciones de las actividades secundarias tanto en el uso de recursos como en generación de residuos son el punto central a considerar, a la hora de diseñar líneas de acción en materia de mitigación y adaptación.

Sector (desagregado en 7 ramas)	Año censal		
	1980	1990	2000
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	18.0%	16.3%	9.2%
Industria extractiva, de transformación y electricidad	12.9%	22.8%	24.7%
Construcción	7.2%	7.7%	9.2%
Comercio	11.3%	13.9%	15.8%
Comunicaciones y transportes	4.5%	5.5%	5.9%
Servicios	17.4%	26.6%	27.9%
Administración pública y defensa	Sin dato	4.1%	4.0%
No especificado	28.0%	3.2%	3.3%

**Tabla 4.8.**  
Evolución de la PEA Estatal por actividades económicas.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

**Tabla 4.9.**  
Distribución porcentual  
de la PEA municipal  
por sector en 2010.

Municipio	Sector de actividad económica (%)				
	Primario <sup>1</sup>	Secundario <sup>2</sup>	Comercio	Servicios <sup>3</sup>	No especificado
<b>Región Altiplano</b>					
006 Bustamante	66.18	17.88	4.68	10.80	0.45
017 Jaumave	30.01	26.50	8.64	30.07	4.78
026 Miquihuana	56.84	20.32	5.33	15.09	2.41
031 Palmillas	44.51	19.46	7.25	24.02	4.76
039 Tula	49.22	11.58	15.14	22.08	1.97
<b>Región Centro</b>					
001 Abasolo	45.81	12.58	16.63	24.37	0.61
008	66.54	12.22	5.12	15.43	0.69
013 Güémez	57.44	10.81	12.50	19.11	0.14
016 Hidalgo	48.80	16.73	13.06	20.39	1.02
018 Jiménez	26.50	16.97	16.97	37.97	1.59
019 Llera	55.88	10.08	10.90	20.98	2.16
020 Mainero	49.53	15.80	9.77	24.36	0.54
030 Padilla	44.93	8.41	11.34	29.38	5.93
034 San	73.79	12.83	3.65	9.28	0.45
036 San Nicolás	39.66	39.66	2.59	15.95	2.16
037 Soto la Marina	46.67	14.91	14.40	22.99	1.03
041 Victoria	2.00	20.16	17.52	59.44	0.88
042 Villagrán	51.54	14.70	11.25	22.32	0.18
<b>Región Fronteriza</b>					
007 Camargo	23.25	21.09	15.04	36.74	3.88
014 Guerrero	M. I.	M. I.	M. I.	M. I.	M. I.
015 Gustavo Díaz Ordaz	24.24	21.73	16.35	37.05	0.64
022 Matamoros	4.64	36.06	16.44	40.51	2.35
024 Mier	13.68	25.57	17.92	39.41	3.42
025 Miguel Alemán	8.75	18.03	20.22	52.39	0.61
027 Nuevo Laredo	0.70	24.91	22.23	50.81	1.35
032	2.16	45.38	16.45	33.73	2.28
033 Río Bravo	10.68	36.91	17.16	34.11	1.14
040 Valle Hermoso	17.33	22.97	21.48	37.69	0.53
<b>Región Mante</b>					
004 Antiguo Morelos	42.66	17.47	13.80	25.32	0.76

Municipio	Sector de actividad económica (%)				
	Primario <sup>1</sup>	Secundario <sup>2</sup>	Comercio	Servicios <sup>3</sup>	No especificado
011 Gómez	55.57	13.28	12.15	18.85	0.15
021 El Mante	13.05	17.14	24.97	43.90	0.94
028 Nuevo Morelos *	52.85	13.65	9.14	23.77	0.59
029 Ocampo	55.16	9.23	11.06	23.58	0.97
043 Xicoténcatl	28.81	21.17	14.37	33.86	1.79
<b>Región Sur</b>					
002 Aldama	41.14	15.49	12.94	28.89	1.54
003 Altamira	6.00	28.21	19.75	43.79	2.26
009 Ciudad Madero	0.48	28.98	17.39	51.69	1.46
012 González	43.43	13.62	17.58	24.45	0.91
038 Tampico	1.93	24.15	20.51	52.08	1.32
<b>Región Valle de San Fernando</b>					
005 Burgos	56.05	15.06	9.28	17.49	2.13
010 Cruillas *	44.21	15.86	14.97	21.21	3.74
023 Méndez	56.39	12.38	10.68	19.96	0.58
035 San Fernando	28.12	17.73	21.08	32.44	0.63
<b>Total Estatal</b>	<b>7.87</b>	<b>29.60</b>	<b>18.09</b>	<b>42.76</b>	<b>1.67</b>

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2011.

M.I. Muestra insuficiente

- 1 Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.
- 2 Minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.
- 3 Transporte, gobierno y otros servicios.

#### 4.3.2 Sector primario

##### Agricultura y ganadería

El clima y la agricultura tienen una doble conexión: por una parte, el cambio climático impone retos en cuanto a la modificación en la planeación de los productos, los ciclos de siembra, el tipo de especies así como los insumos que se requieren para la producción. En el otro sentido, las actividades agrícolas y ganaderas impactan al clima a través de los impactos en la cobertura vegetal por cambio de uso de suelo (afectando la capacidad de los ecosistemas de secuestrar carbono), el uso de agroquímicos (incluyendo los impactos en el proceso de fabricación de los mismos), afectando la capacidad de infiltración de la tierra y aumentando la evapotranspiración (Bajželj y Richards, 2014)<sup>33</sup>. Sin embargo los impactos que tiene el clima en la agricultura afectan de manera directa la producción, así como también al ingreso de las personas, la economía de las regiones y la seguridad alimentaria y el acceso a una dieta nutritiva.

33. En este apartado el enfoque es en analizar las condiciones del Estado a fin de identificar las medidas más importantes de adaptación para el sector, sin embargo, en el apartado de mitigación se identifican otra serie de medidas vinculadas a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

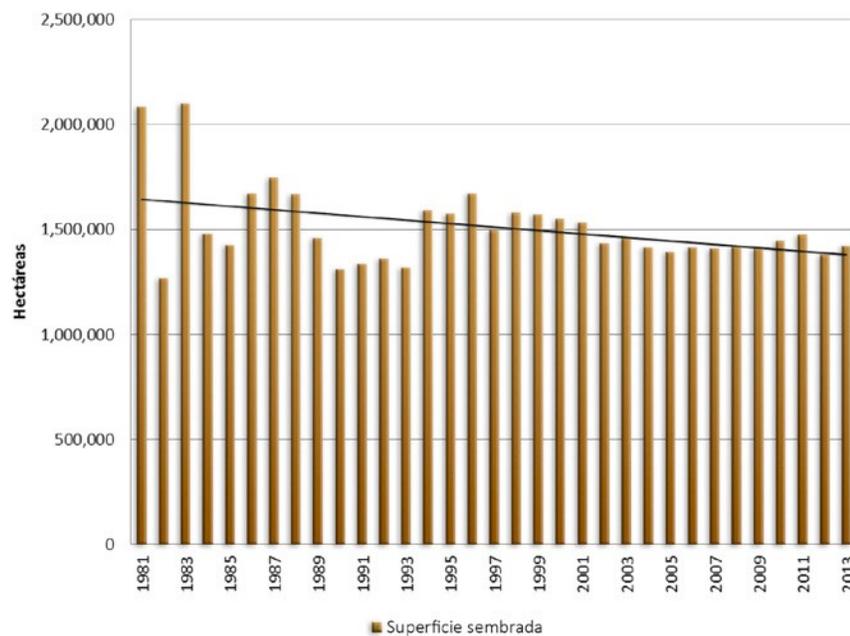
Norte de Tamaulipas



Foto: Sergio Antonio Arratia García

En el Estado de Tamaulipas, aproximadamente el 26% del territorio se dedica a las actividades agrícolas, de este, poco más del 16% está en la categoría de agricultura de temporal y aproximadamente el 10% agricultura de riego, las cuáles en términos de adaptación al cambio climático presentan riesgos distintos siendo la más expuesta en el corto plazo la agricultura de temporal, principalmente por la falta de riego en temporadas de secas.

**Gráfica 4.10.**  
Superficie sembrada en el Estado de Tamaulipas (1981-2013).



Fuente: Elaboración propia con base en Boletines de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado (OEIDRUS) e información del SIAP.

La superficie sembrada en el Estado de los últimos 30 años ha decrecido, como se observa en la Gráfica 4.10., lo cual es coincidente con los datos tanto del PIB como de la PEA.

Entre los principales aspectos sobre la agricultura en el Estado hay que señalar lo siguiente:

- Los principales cultivos cíclicos en el Estado en 2012 de acuerdo a las estadísticas de 2013 son sorgo grano, siendo el primer productor nacional, seguido de maíz grano, soya, cebolla y chile verde. Los principales cultivos perenes son caña de azúcar, pastos, naranja, sábila y otros cítricos (INEGI, 2014).
- La agricultura de riego se concentra mayoritariamente en la zona norte del Estado (Región fronteriza), teniendo presencia en las regiones Mante y Centro. Del total de la superficie sembrada en el estado en 2012, el 35.8% fue de riego y el 64.2% de temporal (INEGI, 2014).
- La región Fronteriza del Estado destaca por la producción de maíz y sorgo grano que se cosecha principalmente en el ciclo otoño-invierno; en la Región Centro destacan los cultivos de cítricos y en la zona sur la caña de azúcar, el chile verde y la cebolla (INEGI, 2014).
- En 2012 se sembraron 494,808 hectáreas de riego y 886,966 de temporal. Sin embargo, del total del valor de la producción en 2012, el 60% se debió a la agricultura de riego y el 40% a la de temporal. Cultivos como el sorgo grano y la sábila fueron más importantes en la agricultura de temporal. En contraste para cultivos como el maíz, la naranja, las hortalizas, así como la caña de azúcar fue mayor el valor de la producción bajo superficie de riego. En 2011, se apoyó con recursos del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) a 67,142 productores en una superficie de 1,389,313 hectáreas (INEGI, 2014).
- En el caso de los cítricos es especialmente relevante el papel de los polinizadores, lo cual lleva a la necesidad de valorar económicamente el papel de estas especies y desarrollar estrategias de conservación de las mismas en escenarios climáticos. En el Estado de Tamaulipas hay estudios que demuestran la importancia de las especies polinizadoras tanto para especies de interés comercial como los magueyes, los cítricos y la miel. (Treviño *et al.*, 2014; Ruiz-Cancino, *et al.*, 2010; González-Rodríguez *et al.*, 2014)
- La integración en cadenas productivas y la agroindustria en el Estado es un sector importante ligado a las actividades primarias. De acuerdo con el Gobierno del Estado (2015), productos como el tequila y mezcal, aceite de oliva, productos de sábila, caña de azúcar y hortalizas tienen una importante participación en el desarrollo económico de las regiones del Estado. En este sentido es también importante desarrollar análisis más específicos de la vulnerabilidad en estos sectores.
- La seguridad alimentaria está totalmente relacionada con la producción agropecuaria y pesquera, los impactos que el clima tenga en estos, sumado a las condiciones de pobreza de la población son un factor potencialmente crítico en algunos municipios del Estado, principalmente en las Regiones Centro y Altiplano.

En lo referente a la ganadería, el 20% del territorio estatal se dedica a esta actividad, principalmente bajo la categoría de pastizal cultivado. De acuerdo con el Anuario Agropecuario, Forestal y Pesquero del Estado (Gobierno del Estado, 2013b) los únicos dos municipios en los que no hay actividad ganadera son Tampico y Ciudad Madero. El ganado bovino destaca como el de mayor relevancia tanto en volumen de la producción como en valor (75.9% del total del valor en 2012), seguido del porcino (16.5% del valor en 2012), el ovino (3.9%), el caprino (3.3%) y en último lugar el avícola (0.4%). Cabe destacar que Tamaulipas es el tercer exportador nacional de ganado bovino a Estados Unidos. La información agropecuaria se maneja de acuerdo a otra regionalización (distritos de desarrollo rural), sin embargo, de acuerdo a las seis regiones del Estado, sobresale la importancia de las Regiones Centro y Sur para el ganado bovino, las Regiones Centro y Fronteriza para el ganado porcino y Valle de San Fernando para ganado ovino y caprino.

Ovejeros somos  
y en el camino andamos

En la Región Mante destaca la producción de aves (véase Anexo 5).



Foto: Sergio Antonio Arratia García

En condiciones de cambio climático es muy importante valorar aspectos como la demanda de agua, la competencia con la tierra para cultivos, así como la salud animal. En este sentido, una respuesta son los sistemas agrosilvopastoriles, si bien no hay información sistematizada sobre la cobertura de estos en México, tanto a nivel nacional como a nivel estatal (Andrade *et al.*, 2009), estos se están

constituyendo como una opción viable de adaptación, sobre todo en las áreas de temporal, para aumentar la resiliencia de los sistemas productivos frente al cambio climático. En este sentido, uno de los principales problemas de las actividades agropecuarias, tiene que ver con la remoción de la cubierta vegetal, fenómeno que puede ser contenido con este tipo de sistemas.

Además de fungir como sumideros de carbono (aspecto central en la mitigación), las zonas forestales proveen múltiples servicios ecosistémicos que las hacen clave para el manejo integral de las cuencas, así como hábitat para especies y productores de bienes maderables y no maderables.

Con respecto a las actividades forestales en el Estado, Tamaulipas ha tenido una participación muy baja pero constante en la producción nacional. Por ejemplo de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado en 2007 la producción equivalía al 1.5% del total nacional. Para 2010 era el 2.4% y en 2011 el 2.6%. El principal producto que se obtiene es el carbón con un aprovechamiento de 93 mil metros cúbicos anuales en 2012, y las especies que más se aprovechan son las comunes tropicales. La producción forestal maderable en el Estado sólo está presente en 21 municipios, de los cuáles 12 están en la Región Centro. La Tabla 4.10 muestra los municipios que tuvieron actividad forestal en 2012.

### Actividades forestales

Región	Municipios	Principales características de la producción forestal en 2012
Altiplano	Jaumave, Miquihuana, Palmillas y Tula	Producen pino y especies comunes tropicales. Principalmente es para escuadría, postes y pilotes. Jaumave es el principal productor de no maderables del Estado (fibras y plantas).
Centro	Abasolo, Casas, Güémez, Hidalgo, Llera, Mainero, Padilla, San Carlos, San Nicolás, Soto la Marina, Victoria, Villagrán	En esta región se concentra el 88% de la producción forestal del Estado y predominan las comunes tropicales y el pino. Soto la Marina también presenta producción de plantas.
Mante	Gómez Farías	Producción de pino para escuadría.
Sur	Aldama	Principalmente producción de carbón.
Valle de San Fernando	Burgos, Cruillas y Méndez	Principalmente producción de carbón con especies comunes tropicales.

**Tabla 4.10.** Características de la producción forestal en 2012.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2014.  
 Nota. Las principales especies no maderables son Laurel, Orégano, Palma Camedor, Paixtle y Lechuguilla

La pesca es una actividad altamente dependiente de las condiciones climáticas. Según la FAO (2015) en este sentido se habla de efectos “en cascada” que inician con alteraciones en los ecosistemas, la disminución de la productividad primaria y la distribución de especies, y también con impactos socioeconómicos. De acuerdo con el Gobierno del Estado de Tamaulipas (2013). La actividad pesquera del Estado está distribuida a lo largo de todo el litoral, en 140 embalses de agua dulce y en las lagunas costeras de la entidad. En 2012 el Estado ocupó el séptimo lu-

### Pesca y acuicultura

gar nacional en captura con una aportación de 42,928 toneladas. En 2011 se contabilizaron alrededor de siete mil embarcaciones pesqueras de las cuales el 96% eran para pesca ribereña. Cabe mencionar también que en el mismo año había 18.7 mil personas registradas para ejercer la actividad en Estado (INEGI, 2014).

La producción en el Estado está sistematizada a través de ocho oficinas de pesca: Aldama, Victoria, Matamoros, Guerrero, San Fernando, Tampico, Soto la Marina y Mante. La Tabla 4.11. presenta las principales características de pesca y acuicultura en cada una de estas oficinas. Como se observa, las zonas que tienen litoral y lagunas costeras son las más importantes en términos de volumen tanto en pesca como en acuicultura.

Destaca la importancia del municipio de Aldama para la acuicultura en el Estado. En términos de adaptación al cambio climático, esto se suma a lo abordado en el apartado sobre biodiversidad costera y marina sobre la importancia de contar con medidas que puedan moderar los impactos climáticos en estas regiones y el aseguramiento de la infraestructura productiva principalmente ante el impacto de ciclones y tormentas tropicales. Asimismo, en términos de salvaguardar los ecosistemas de otros factores de presión como la contaminación y la degradación del hábitat. Destaca también la Oficina de Guerrero que a pesar de tener municipios sin litoral (comprende los seis municipios al noroeste del Estado) tiene una importante participación principalmente por la Presa Internacional Falcón.

**Tabla 4.11.**  
Producción pesquera  
por Oficina de Pesca  
en 2013 (Toneladas).

Oficina de Pesca y total de municipios que abarca	Volumen de captura en 2013 (Toneladas)			Porcentaje del total		
	Pesca (captura)	Acuicultura	Total	Pesca (captura)	Acuicultura	Total
Tampico (3)	6,762,225.87	706,105.00	7,468,330.87	24.99%	21.56%	24.62%
Matamoros (4)	6,418,262.60	53,002.00	6,471,264.60	23.71%	1.62%	21.33%
San Fernando	5,064,678.25		5,064,678.25	18.71%	0.00%	16.69%
Guerrero (6)	4,215,509.10		4,215,509.10	15.58%	0.00%	13.89%
Aldama (1)	2,090,748.00	1,813,177.48	3,903,925.48	7.73%	55.36%	12.87%
Victoria (12)	892,637.50	563,780.96	1,456,418.46	3.30%	17.21%	4.80%
Soto la Marina (1)	1,297,646.10	139,175.00	1,436,821.10	4.79%	4.25%	4.74%
Mante(12)	322,966.30		322,966.30	1.19%	0.00%	1.06%
	27,064,673.72	3,275,240.44	30,339,914.16	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia  
con base en Secretaría de  
Desarrollo Rural, Gobierno del  
Estado, 2013.

Otro aspecto importante en términos del fortalecimiento de las organizaciones de Pesca, en 2011 había registradas 121 organizaciones que van desde sociedades cooperativas (23 de alta mar y 47 de ribera) hasta otros tipos de asociaciones como sociedad de solidaridad social, uniones de producción y sociedades de producción (INEGI, 2014).

La cacería es una actividad del sector primario que está ampliamente vinculada con el turismo cinegético. La relevancia de esta actividad en relación con el cambio climático está por una parte vinculada a establecer medidas de adaptación para las especies de interés, como es el caso de corredores eco-hidrológicos, así como también con las posibilidades que esta actividad ofrece para diversificar el ingreso principalmente en los municipios rurales del Estado.

En México, la mayor parte de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) se encuentran en los Estados del norte, siendo Tamaulipas la entidad que aparece en cuarto lugar por número de UMA. Actualmente se permiten alrededor de 12 especies de aves y 11 de mamíferos (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2015). La Tabla 4.12. muestra cual ha sido la evolución en el tiempo de las unidades de manejo ambiental extensivas e intensivas.

Cacería

Año	Extensivas*		Intensivas*	
	Número de UMA registradas vigentes	Superficie de UMA registrada vigente (ha)	Número de UMA registradas vigentes	Superficie de UMA registrada vigente (ha)
1999	395	483,831	19	0
2000	115	154,629	46	2,318.51
2001	87	87,448	5	32.15
2002	59	41,216	9	654.5
2003	44	49,899	5	4,323.60
2004	69	58,473	7	1,715.02
2005	77	63,140	5	240.72
2006	106	109,386	7	464
2007	1	183	0	0
2008	68	50,214	7	90.05
2009	51	74,111	6	620
2010	64	55,891	2	25
2011	31	33,792	0	0
2012	21	15,283	0	0
2013	20	14,697	1	0

**Tabla 4.12.** Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en Tamaulipas.

Fuente: Semarnat, 2015.

Nota: En las UMA intensivas el manejo de ejemplares se realiza en confinamiento (condiciones controladas e intervención directa del hombre, principalmente para especies exóticas). En las UMA extensivas o sujetas a manejo de hábitat, los ejemplares se encuentran en vida libre y las prácticas de conservación y mejora se efectúan en el medio donde se encuentran éstos (SEMARNAT, 2015).

Finalmente, hay que señalar un aspecto central para el sector primario en términos de la producción, y de manera específica, de la organización para la producción, es la importancia de los núcleos agrarios (ejidos y comunidades) en la toma de decisiones sobre la tierra. En México el último censo que se realizó al respecto fue en 2007, entre los principales resultados para el Estado destaca que había 1391 unidades agrarias (principalmente ejidos) que abarcaban aproximadamen-

te 2.6 millones de hectáreas. De éstas, sólo el 15% eran de riego, lo cual enfatiza la importancia de la producción de temporal en los núcleos agrarios. En este mismo sentido, el Consejo Mexicano Civil para la Silvicultura Sustentable (CMCSS) calculó recientemente que el 37% de los bosques en Tamaulipas son propiedad de ejidos y comunidades (Chapela, 2012). Al igual que en el caso de las cooperativas pesqueras, la importancia de la organización para la producción en términos de la adaptación tiene que ver con aprovechar el capital social para potenciar el desarrollo de las capacidades para la adaptación.

#### 4.3.3 Sectores secundario y terciario

##### Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación

Las actividades industriales han marcado, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, la dinámica económica de Tamaulipas y de manera específica de la Región Fronteriza. Desde el punto de vista del cambio climático, hay cuatro aspectos clave que se deben considerar: el uso de insumos, principalmente agua; la disposición de residuos contaminantes, incluyendo emisiones de GEI, el tratamiento de aguas residuales y las condiciones de salud laboral en las plantas. Hay muy pocos estudios publicados al respecto, (Carrillo, 2011) por lo que se considera que debe ser una prioridad en la investigación no sólo desde la perspectiva de la política ambiental, sino de la política industrial.

De acuerdo a los datos ofrecidos por el Gobierno del Estado (2015) y por el INEGI (2014) en enero de 2014 habían 362 establecimientos manufactureros en el Estado, de los cuales, 157 se ubicaron en Reynosa; 113 en Matamoros, 28 en Nuevo Laredo y 64 en el resto de los municipios. Con respecto a los establecimientos del sector agropecuario, pesca, comercio y servicios; estos sumaron 63 en el Estado. La Tabla 4.13. muestra algunas de las principales características de estos establecimientos en 2011 y 2012. Lo relevante de esta Tabla es mostrar las principales ramas industriales en el Estado como antecedente de estudios más finos sobre lo que significa la vulnerabilidad para cada una de ellas y cómo se puede promover una mayor diversificación, por ejemplo, en el tema relativo a la industria de alimentos y madera, aprovechando la producción en Regiones como Centro, Altiplano y Mante.

##### Planta de tratamiento de aguas residuales



Tabla 4.13.

Valor de la producción y personal ocupado por ramas de la producción en Tamaulipas (2011-2012).

Rama de la producción	Valor de la producción de los productos elaborados (Miles de pesos)		Personal ocupado	
	2011	2012	2011	2012
Total	160,628,012	177,094,527	172,542	179,382
Fabricación de equipo de transporte	2.8%	3.6%	22.6%	25.1%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0.0%	0.1%	23.2%	21.6%
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	ND	ND	11.8%	11.3%
Industria del plástico y del hule	1.3%	1.3%	6.0%	5.7%
Fabricación de maquinaria y equipo	0.1%	0.1%	5.3%	5.4%
Fabricación de productos metálicos	3.6%	3.4%	4.9%	5.0%
Industria química	60.1%	55.4%	3.8%	3.7%
Industria alimentaria	2.9%	2.6%	2.5%	2.4%
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.1%	0.1%	1.8%	2.0%
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.5%	0.5%	1.6%	1.7%
Industria del papel	0.3%	0.3%	1.5%	1.3%
Industria de las bebidas y del tabaco	2.8%	3.0%	1.1%	1.0%
Fabricación de prendas de vestir	0.1%	0.1%	1.2%	1.0%
Industria de la madera	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%
Resto de los subsectores	25.0%	29.3%	12.6%	12.6%
	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2014.

También hay que mencionar la importancia de las actividades extractivas mineras y de hidrocarburos (petróleo y gas natural) que tienen una relevancia central en la economía del Estado (9% y 5.5% del PIB del Estado en 2013, respectivamente) (INEGI, 2015a). Tan sólo para poner en contexto la importancia de involucrar a este sector en acciones concretas de adaptación, de acuerdo con el Gobierno del Estado de Tamaulipas (2014) en el territorio tamaulipeco están dos de los grandes activos para la exploración y explotación de hidrocarburos: *“el Activo Integral Burgos, localizado en el Noreste de México y que comprende gran parte*

#### Actividades extractivas

de la zona norte del estado de Tamaulipas, así como regiones de los estados de Nuevo León y Coahuila; y el Activo de Producción Poza Rica-Altamira, en la provincia Tampico-Misantla, que comprende la parte sur del estado de Tamaulipas y parte del territorio de Veracruz” (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014:11)

Si bien, la infraestructura se concentra en las Regiones Fronteriza y Sur (véase la caracterización del sector energético en el Capítulo 5), es también central que las dependencias federales involucradas cuenten con una estrategia de protección de su infraestructura que comprende una red de refinerías, complejos petroquímicos, plantas de bombeo y gas, terminales de almacenamiento y distribución, así como oleoductos, gaseoductos, poliductos y redes de transmisión eléctrica.

Específicamente para el sector petrolero el Centro Mario Molina (CMM) presentó en 2014 el “Atlas de peligro al Cambio Climático como instrumento de adaptación del Sector Petrolero” en el cual analiza de manera detallada la Refinería Francisco I. Madero en el municipio de Ciudad Madero y el Complejo Procesador de Gas Reynosa, en el municipio de Reynosa. Para el caso específico de la Refinería Francisco I. Madero los principales peligros identificados se relacionan con que la zona es “constantemente impactada por nortes, frentes fríos y ciclones tropicales, los cuales generan importantes precipitaciones, que sumadas a la fluctuación del nivel del mar, ocasionan el desbordamiento del río Pánuco y la consecuente afectación de las instalaciones de la refinería” (CMM, 2014:39), para lo cual el CMM identifica como un riesgo para la población y específicamente para el recurso agua, la presentación de fugas o derrames.

Con respecto al Complejo Procesador de Gas Reynosa este “se ubica en zona con peligro muy alto por inundaciones” (CMM 2014:59). Si bien este es un paso importante para el análisis de los peligros, es muy relevante ampliar este tipo de estudios comparándolos con los escenarios climáticos de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC (Cavazos *et al.*, 2013).

Además, otro aspecto que debe ser abordado con mayor detalle en una agenda de investigación futura es el tema de la competencia de recursos entre actividades vinculadas al sector energético y el impacto en el agua y en los ecosistemas. Hay que destacar en este sentido el uso del territorio que implica lo proyectado en el Plan Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019 de la Secretaría de Energía (SENER). En este documento se establecen las zonas para el otorgamiento de contratos para exploración y extracción convencional y no convencional de hidrocarburos. Las licitaciones están organizadas a partir de “Rondas” partiendo de la Ronda Cero hasta la Ronda 4. (Actualmente se está en el proceso de la Ronda Uno). De acuerdo con el plan Quinquenal, el territorio de Tamaulipas así como el espacio marino que se encuentra frente al Estado son zonas donde se licitarán contratos en las cuatro rondas (véase Anexo 5). En este sentido, es muy relevante considerar los impactos ambientales que puedan afectar tanto a la población como a los ecosistemas y el desarrollo de otras actividades productivas en todas las regiones del Estado, lo cual debe abordarse de manera más detallada en los ordenamientos ecológicos estatal y municipal.

Este sector se encuentra analizado con mayor detalle en el componente de mitigación desarrollado en el Capítulo 5, hay que destacar que la Agenda Energética del Estado comprende ejes vinculados a la gestión de riesgos y al ordenamiento territorial. (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014).

Con respecto al turismo, esta es una actividad que para el Estado de Tamaulipas es muy importante promover y consolidar y está vinculada tanto al desarrollo de las zonas urbanas como a la conservación y protección de las áreas naturales por la belleza escénica que proveen. Como muestra de su importancia, en las fichas informativas de todos los municipios de Estado (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2015) el turismo aparece como un área con potencial para inversión. Esto tiene distintas vertientes como el turismo de negocios en las principales ciudades, el turismo médico en la región Fronteriza, el turismo de playa en la franja costera, el turismo cinegético en todas las regiones del Estado y el turismo de naturaleza en las regiones que conservan áreas naturales. Se trata de un sector por consolidar y por lo mismo la principal oportunidad está incluir en los planes de desarrollo elementos de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático. De acuerdo con datos del INEGI (2014) la mayor infraestructura turística está en los municipios de Reynosa, Tampico, Nuevo Laredo, Matamoros, Victoria y Ciudad Madero.

En términos de comercio interno, hay muy pocos datos sistematizados al respecto pero hay que puntualizar que para la adaptación es importante la distribución de alimentos en condiciones climáticas adversas. El INEGI sólo tiene cuantificada una Central de Abastos en el municipio de Altamira y ocho mercados públicos en Tampico (se presume que la información no es completa). Lo importante aquí es la necesidad de construir mejores datos al respecto y vincularlos con estrategias no sólo para proteger infraestructura sino para garantizar el abasto de productos básicos a la población.

El turismo y el comercio tienen en común, además de una participación creciente en la economía estatal, el hecho de que dependen para su desarrollo del estado y la calidad de la infraestructura para las comunicaciones y transportes. El siguiente apartado abarca las condiciones actuales del Estado al respecto.

## Turismo y comercio

De acuerdo con el Atlas de Riesgos del Gobierno del Estado de Tamaulipas (2011), la red de carreteras tiene un total de 7,935 Km que parten de Nuevo Laredo en el noroeste de la entidad y corre más o menos paralelo a la línea fronteriza, uniéndose con la carretera que se extiende hasta la Ciudad de México. Destacan las carreteras federales No. 2 que cruza el Estado hasta la Ciudad de Matamoros y la No. 180 que une a Matamoros con Tampico cuya trayectoria es paralela a la costa. En el trayecto de esta carretera entroncan diversos ejes, entre los cuales están el No. 101, que une a Matamoros con Ciudad Victoria, y el No. 97, que parte al norte de San Fernando y llega a Reynosa (Gobierno del Estado, 2011). El Estado también cuenta con 936.7 km de vías de ferrocarril.

## Infraestructura de comunicaciones y transportes

**Tabla 4.14.**  
Infraestructura para las comunicaciones en las regiones de Tamaulipas.

Región	Longitud de la Red Carretera (a diciembre del 2012)	Aeropuertos internacionales	Puertos
Fronteriza	1492 (18.2% del total estatal) Además de 17 puentes internacionales con Estados Unidos de América)	Nuevo Laredo; Reynosa y Matamoros	Puerto de Matamoros
Valle de San Fernando	1187 km (14.5% del total estatal)	No hay	No hay
Centro	2601 km (31.8% del total estatal)	Ciudad Victoria (Ubicado en el Municipio de Gúémez)	No hay
Altiplano	1033 km (12.6% del total estatal)	No hay	No hay
Mante	909 km (11% del total estatal)	No hay	No hay
Sur	964 km (11.8% del total estatal)	Tampico	Puerto Industrial de Altamira. Puerto de Tampico

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

Además cuenta con el Puerto de Tampico y el Puerto Industrial de Altamira (de competencia federal) y un puerto de competencia estatal en Matamoros. La Tabla 4.14. muestra las principales condiciones en términos de comunicaciones y transportes para cada una de las regiones del Estado. La Figura 4.10. muestra el mapa del Estado con las principales características en términos de vías de comunicación.

En síntesis, la riqueza ambiental, sus condiciones sociodemográficas, la diversidad de sus actividades económicas y la presión que éstas imponen a los ecosistemas y la biodiversidad, hacen de Tamaulipas un estado vulnerable ante el cambio climático, pero con un potencial notable para construir e implementar una política de mitigación de GEI y de adaptación al cambio climático.

Sin embargo, para ello, se requiere en primer lugar, desarrollar el inventario de emisiones de GEI e identificar las principales fuentes de emisiones; y en segundo lugar, construir escenarios de cambio climático al mediano y largo plazo que den cuenta de las amenazas más acuciantes en función de las características socioeconómicas y socioambientales del Estado. En tercer lugar, se requerirá diseñar estrategias y líneas de acción en ambas vertientes que permitan mitigar GEI y fortalecer las capacidades de adaptación al cambio climático en distintos sectores.



Figura 4.10. Infraestructura para el Transporte.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015b; SCT, 2015 y Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2015.

## CAPÍTULO 5. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

### 5.1. Resultados del Inventario<sup>34</sup>

**Tabla 5.1.**  
Inventario de emisiones  
de GEI 2013 de las  
categorías del IPCC  
2006.

A continuación se presentan los resultados consolidados de cada una de las categorías que fueron analizadas durante la elaboración del Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el Estado de Tamaulipas en el marco del Programa Estatal de Cambio Climático (véase Tabla 5.1.). A diferencia del resto de las categorías, en la categoría Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), fue estimada por el método de referencia, pues no existe cobertura estadística suficiente de datos que permitan asegurar el Método del IPCC 2006. Además, los datos a los que se tuvo acceso cubren hasta el año 2012. A pesar de ello, se presentan de todas maneras junto con el resto de las categorías para tener una idea del orden de magnitud de dicha categoría.

Categoría	Emisiones (miles de toneladas)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (CO <sub>2</sub> eq)	CO <sub>2</sub> eq
1 Energía				30,862.90
1A 1 Industrias de la energía	16,834.64	6.3	9.33	16,859.27
1A 1a Generación de electricidad	13,894.84	5.2	7.70	13,907.74
1A 1b Refinación del petróleo	2,948.80	1.1	1.63	2,951.53
1A 2 Industrias manufactureras y de construcción	1,975.50	0.79	1.29	1,977.58
1A3 Transporte	7,414.45	3.86	57.54	7,475.85
1A 3a Aviación	239.96	-----	-----	239.96
1A 3b Transporte terrestre	6,915.71	3.39	49.98	6,969.08
1A 3c Ferrocarriles	48.51	0.05	5.80	54.36
1A 3d Navegación marítima y fluvial	210.27	0.42	1.76	212.45
1A 3eiii Maquinaria de construcción	-----	-----	-----	-----
1A 3eiii Tractores y maquinaria agrícola	-----	-----	-----	-----
1A 4 Otros sectores	935.59	0.58	2.34	938.51
1A 4a Combustión Comercial/Institucional	74.31	0.12	0.04	74.47
1A 4b Combustión Residencial y de Servicios de GN	100.19	0.19	0.06	100.44

<sup>34</sup>. Para conocer los detalles del cálculo, véase el Anexo

Categoría	Emisiones (miles de toneladas)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq
		(CO <sub>2</sub> eq)	(CO <sub>2</sub> eq)	
1A 4b Combustión Residencial de GLP	748.56	0.25	2.23	751.04
1A 4b Combustión Residencial de leña	-----	-----	-----	-----
1A 4b Combustión agrícola	12.53	0.02	0.01	12.56
1B Emisiones fugitivas	678.77	2,932.51	0.41	3,611.69
1B 1 Combustibles sólidos	NE	NE	NE	NE
1B 2 Industria del Petróleo y Gas natural	678.77	2,932.51	0.41	3,611.69
<b>2 Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)</b>				<b>442.40</b>
2A 1 Producción de cemento	NE	NE	NE	NE
2A 4 Industrias de los minerales – Otros usos de los carbonatos en los procesos (Uso de Caliza)	50.14	NE	NE	50.14
2B 8 Industria química – Producción petroquímica y de negro de humo	392.26	NE	NE	392.26
2F 1 Refrigeración y aire acondicionados (HFC)	NE	NE	NE	NE
<b>3 Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra</b>				<b>6,716.56</b>
3A 1 Fermentación entérica	NE	1,733.39	NA	1,733.39
3A 2 Manejo de estiércol	NE	45.18	20.19	65.37
3B Cambios de uso de suelo	3,669.07	NA	NA	3,669.07
3C 1a Emisiones de GEI por quemado de biomasa en tierras forestales	NA	1.47	0.80	2.27
3C 1a Emisiones de GEI por quemado de biomasa en tierras de cultivo	NA	50.24	19.23	69.47
3C 4 Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	NE	NE	1,079.06	1,079.06
3C 5 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	NE	NE	93.45	93.45
3C 7 Cultivo de arroz	NE	4.48	NE	4.48
<b>4 Desechos</b>				<b>775.27</b>
4A Eliminación de desechos	163.13	284.03	NA	447.16
4D 1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NA	231.49	96.62	328.11
4D 2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NA	NA	NA	NA
			<b>TOTAL</b>	<b>38,797.14</b>

Notas: NE. No estimado; NA: no aplica

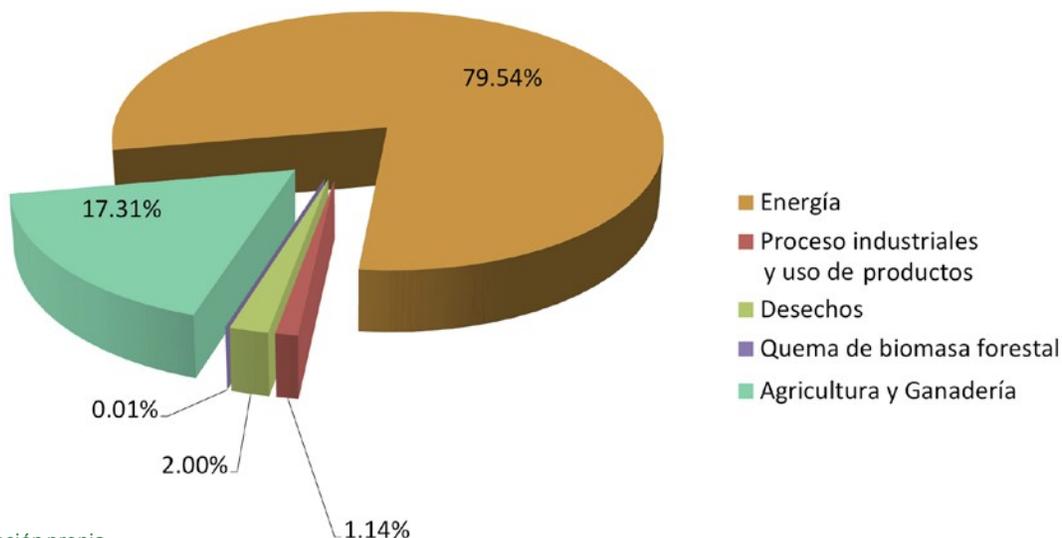
\*El sector Procesos Industriales y Uso de Productos se reporta para el año 2013, sin embar-

go corresponde a una proyección estadística ya que sólo se tiene acceso a una serie completa a partir de 1995 al 2012 y sus respectivas emisiones de GEI para esos años.

**Gráfica 5.1.**

Fuentes de emisiones de GEI para el Estado de Tamaulipas (2013).

La Gráfica 5.1. desglosa las contribuciones porcentuales de las emisiones de GEI para el Estado de Tamaulipas:



Fuente: Elaboración propia.  
 \*Nota: El sector Procesos Industriales y Uso de Productos se estimó en el punto 5.3. del Capítulo 5 bajo el método de referencia.

A fin de identificar las fuentes clave de emisión de GEI en el Estado de Tamaulipas, se desglosan de mayor a menor las categorías por volumen de emisión.

**Tabla 5.2.**

Jerarquización de fuentes de emisión de GEI en Tamaulipas de acuerdo con el volumen de emisiones, 2013.

Subcategoría		Emisiones en Miles de tCO <sub>2</sub> equivalente	Respecto al total de emisiones del Estado
Generación de electricidad	Energía	13,907.74	35.85%
Transporte terrestre		6,969.08	17.96%
Cambio de Uso del Suelo	AFOLU	3,669.07	9.46%
Industria del Petróleo y Gas natural (fugitivas)		3,611.69	9.31%
Refinación del petróleo	Energía	2,951.53	7.61%
Industrias manufactureras y de construcción		1,977.58	5.10%
Fermentación entérica		1,733.39	4.47%
Emisiones de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados (directas e indirectas)	AFOLU	1,172.51	3.02%
Otros sectores (Agrícola, Comercial, Residencial y de Servicios)	Energía	938.51	2.42%
Tratamiento de RSU	Desecho	447.16	1.15%
Negro de Humo	IPP	392.26	1.01%
Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Desecho	328.11	0.85%

Subcategoría		Emisiones en Miles de tCO <sub>2</sub> equivalente	Respecto al total de emisiones del Estado
Combustión Residencial y de Servicios de GN	Energía	100.44	0.26%
Combustión Comercial/Institucional		74.47	0.19%
Emisiones de GEI por quemado de biomasa en tierras de cultivo	AFOLU	69.47	0.18%
Manejo de estiércol		65.37	0.17%
Usos de	IPP	50.14	0.13%
Combustión Agrícola	Energía	12.56	0.03%
Cultivo del arroz		4.48	0.01%
Emisiones de GEI por quemado de biomasa en tierras forestales	AFOLU	2.27	0.01%

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Energía

### 5.2.1. Caracterización del sector energético

La infraestructura energética del Estado, de acuerdo con la Agenda Energética de Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014) comprende 4 plantas criogénicas de gas en Reynosa, un sistema de ductos de 1 mil 363 km que incluyen oleoductos, poliductos y gasoductos que cubren prácticamente todo el Estado. En el municipio de Madero se localiza una de las seis refinerías con las que cuenta el país cuya capacidad de refinación es de 117 mil 500 barriles diarios de gasolina, equivalente al 10.1% de lo que se refina a nivel nacional; en el estado se localizan además 5 terminales de almacenamiento y distribución, 1 estación de recolección, 3 estaciones de bombeo y 1 terminal marítima. Las actividades económicas del sector energético en el Estado aportan el 20.5% del PIB estatal, mientras que a nivel país, dichas actividades aportan el 12.3%. Esto explica que Tamaulipas sea el estado que tiene el segundo lugar en producción de energía eléctrica correspondiente a 33 mil 558 GWh, equivalente al 13% de la generación nacional (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014).

Para el estado de Tamaulipas las actividades primarias asociadas a su sector energético son aquellas relacionadas al proceso de extracción del petróleo y gas natural principalmente; dentro de sus actividades secundarias se reconocen las de la transformación del petróleo como son la elaboración de gasolinas, gas seco, naftas, combustóleo, diésel y aquellas asociadas a la producción de energía eléctrica; dentro de las actividades terciarias se encuentran aquellas relacionadas a la distribución, venta y manejo de hidrocarburos y venta de energía eléctrica.

En el caso de la generación de electricidad, Tamaulipas es un gran productor a nivel nacional. De acuerdo con el SIE de la SENER, en 2011 y 2014 Tamaulipas ocupó el primer lugar como productor de energía eléctrica. Sin embargo, de la electricidad generada entre 2002 y 2013, Tamaulipas sólo consumió en pro-

35. Véase <http://eleconomista.com.mx/industrias/2010/06/30/tamaulipas-pilar-industrial>. Última consulta: 26 de agosto de 2015.

36. Este principio compensatorio es congruente con lo que señala el Artículo 57 de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014, en el sentido de que el 100% de los recursos recaudados para exploración y extracción de hidrocarburos que reciba dicho Fondo, será destinado a las entidades federativas directamente afectadas por dichas actividades. Las entidades federativas a su vez tienen la obligación de destinar cuando menos el 20% de dichos recursos a los municipios directamente afectados. Dichos recursos deberán ser destinados a inversión en infraestructura para resarcir, entre otros fines, las afectaciones al entorno social y ecológico. Este punto se desarrollará de manera más amplia en el Capítulo 9 sobre fuentes de financiamiento.

medio el 35%, y sólo en 2013 dicho porcentaje se redujo al 26%; mientras que el resto de la electricidad que genera, la exporta a otros estados del norte y centro del país.<sup>35</sup> Esto es sumamente relevante, pues está asociado a la emisión de GEI, de tal manera que las emisiones por generación representan el 74.01%, mientras que las emisiones por consumo no superan el 26% de las emisiones totales; lo que le da al Estado argumentos contundentes para acordar con el Gobierno Federal, medidas compensatorias y apoyos que permitan fortalecer la política climática del Estado y mitigar el impacto de la actividad energética.<sup>36</sup> (Véase Anexo 5 Complementos de Adaptación y Mitigación).

El 92% de la electricidad se genera a partir de ciclos combinados (CC). La relación entre las ventas de electricidad y el Producto Interno Bruto (PIB), en el estado es 36.8% mayor que en el caso nacional. Para el año 2010, el estado de Tamaulipas fue el segundo estado con mayor demanda de gas seco en el país (sin considerar aguas territoriales) del cual, el 70.2% se consume en el sector eléctrico. Es el segundo estado con mayor capacidad para recuperación de líquidos (criogénica); y cuenta con tres de los diez centros procesadores de gas en el país. En cuanto a infraestructura en este sector, las principales centrales de CFE en operación en el estado de Tamaulipas son:

**Tabla 5.3.**  
Principales centrales eléctricas de la CFE en Tamaulipas.

Fuente: SENER, Sector Eléctrico Nacional, Subsecretaría de Electricidad. Disponible en: <http://egob2.energia.gob.mx/portal/electricidad.html>

Central	Tecnología	No. de Unidades	Capacidad (MW)	Generación (GWh)	Factor de Planta (%)*
Altamira	Termoeléctrica	4	800	1,234	17.6
Río Bravo (Emilio Portes Gil)	Termoeléctrica	4	511	1,983	44.3

Además se cuenta con la infraestructura de los productores externos de energía; en el estado de Tamaulipas son los siguientes con sus respectivos datos técnicos:

**Tabla 5.4.**  
Centrales eléctricas de ciclo combinado en Tamaulipas.

Fuente: SENER, Sector Eléctrico Nacional, Subsecretaría de Electricidad. Disponible en: <http://egob2.energia.gob.mx/portal/electricidad.html>

Central	Municipio	Fecha de Entrada en Operación	Capacidad Demostrada (MW)
CC Altamira V	Altamira	01/11/2006	1,121
CC Altamira III y IV	Altamira	24/12/2003	1,036
CC Río Bravo	Valle Hermoso	01/04/2005	500
CC Río Bravo II (Anáhuac)	Valle Hermoso	18/01/2002	495
CC Río Bravo	Valle Hermoso	01/04/2004	495
CC Altamira II	Altamira	14/05/2002	495

Para la exploración y producción de petróleo y gas, Tamaulipas cuenta con equipos de perforación en la zona de Altamira y en la zona de Burgos; cuenta con la procesadora de gas “Burgos” y la procesadora de gas “Arenque”, en las cuales se procesa gas húmedo amargo; cuenta con el complejo petroquímico “Reynosa” donde se lleva a cabo la producción de productos petroquímicos; y la Refinería Francisco I. Madero que cuenta actualmente con 20 plantas de proceso en operación, en las cuales se lleva a cabo la destilación atmosférica, destilación al vacío, desintegración catalítica y petroquímica (PEMEX, 2014b).

Dentro de la prospectiva energética de Tamaulipas, el sector eoloeléctrico está ocupando una posición cada vez más relevante, aprovechando las oportunidades que generó la Reforma Energética al facilitar la inversión privada en el sector. El Gobierno del Estado afirma que de acuerdo a estudios realizados por el Gobierno de Tamaulipas y por autoridades federales, el potencial energético en Matamoros, San Fernando y Soto la Marina abre la posibilidad de generar ahí hasta 10,000 MW de energía eoloeléctrica; en la zona de Mante y Xicoténcatl hasta 6,000 MW mientras que en Reynosa se calcula la posibilidad de aprovechar la fuerza del viento para producir 5,000 MW. El mismo Gobierno del Estado señala que *“un escenario conservador en cuanto a este tipo de energías renovables, estima que Tamaulipas tiene toda las condiciones necesarias para poder generar hasta 21 mil MW, lo que distingue a (la) entidad a nivel nacional”*.<sup>37</sup> (Véase Anexo 5. Información complementaria sobre la prospectiva eoloeléctrica en el Estado).

Existen otras fuentes de información que dejan ver el potencial eólico del Estado. Por ejemplo, el Programa Nacional de Infraestructura 2014 – 2018 (PNI) contempla la construcción de 5 centrales eólicas con capacidad total de 1,100 MW para el Estado de Tamaulipas, es decir, una por año. Por su parte, la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, planteaba una meta de suministro de energía renovable hasta del 35% para 2024. Si se considera esta meta de 35%, y el nivel de generación de electricidad en el estado de 33,558 GWh (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2014),<sup>38</sup> el estado tendría que producir 18,240 GWh de fuentes renovables para 2024. Ello implicaría la instalación de 5.2 plantas eólicas de capacidad de 100 MW en el periodo 2015-2024, lo que significaría una capacidad instalada para ese entonces de 5,200 MW.

El consumo estatal de combustibles fósiles es la suma del consumo de los sectores: transporte, industrial, residencial, comercial, agropecuario, consumo propio del sector y consumo para la generación eléctrica. Los combustibles fósiles de los que se tiene información sobre su consumo y ventas internas en Tamaulipas son Gas LP, Gas natural, Diésel, Combustóleo, Gasolinas y Turbosina.

A partir del 2002, el gas natural ha sido el energético más utilizado en el Estado. Lo antecedía el combustóleo, ambos usados principalmente en la generación de electricidad. El crecimiento promedio anual del gas natural, durante el periodo 1995-2013, es de 14.96%, al pasar de 34.05 PJ en 1995 a 334.30 PJ, lo que significa que en un periodo de 18 años creció su consumo en 881.69%. Para 2002, y gracias a las políticas nacionales de sustitución de combustibles, el combustóleo dejó de ser el combustible más utilizado en el Estado.

### 5.2.2. Prospectiva del Sector a través de Energía Eólica

37. Véase <http://tamaulipas.gob.mx/2014/01/arrancara-en-2014-construccion-de-tres-parques-eolicos-en-tamaulipas/> “Arrancará en 2014 construcción de tres parques eólicos en Tamaulipas” Última consulta: 2 de septiembre de 2015.

38. Esta producción sólo considera 11 centrales generadoras, excluyendo a los permisionarios.

### 5.2.3. Consumo de Energía

Su consumo cayó en un 20.46% respecto al 2001 y siguió una tendencia a la baja hasta caer de manera estrepitosa en el periodo 2005 – 2006, en el que tuvo una contracción de 57.69% en ese periodo. Así, el consumo energético del combustible pasó de 62.31 PJ en 1995 a 13.63 PJ en el 2013, lo que representa un decremento del 78.12% para todo el periodo.

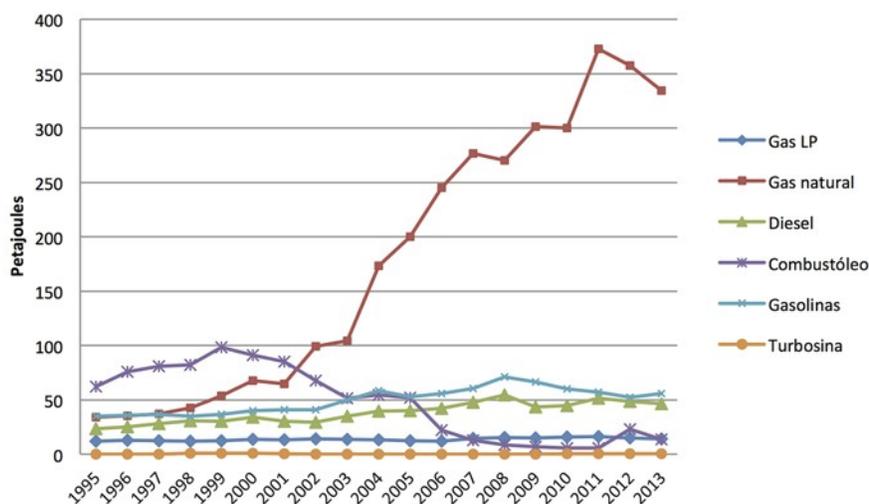
En contraste, el gas natural ha tenido un crecimiento sostenido en el periodo. Destacan los años 2003–2004 y 2010–2011 en el que hubo incrementos en el consumo de 66% y 24.35% respectivamente (véase Gráfica 5.2.).

Para el año 2013, después del gas natural, el energético más consumido en el estado son las gasolinas automotrices, su consumo energético en el año de 1995 fue de 34.74 PJ y en el 2013 de 55.59 PJ, con un crecimiento a lo largo del periodo de 60.01% y una tasa de crecimiento media anual de 3.04%.

**Gráfica 5.2.**  
Consumo de combustibles fósiles en el estado, por tipo, periodo 1995-2013.

Fuente: Elaboración Propia con datos del SIE de la SENER, (varios años).

Nota: Gráfica realizada con los datos proporcionados por el Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER acerca de las ventas internas de dichos combustibles para el estado de Tamaulipas y con los PCN reportados en el BNE 2012, 2004 y 2000. A partir de los poderes caloríficos se obtienen los consumos de los combustibles en unidades de energía, bajo la siguiente ecuación: Energía consumida (Gigajoules, GJ) = (bl)\*(MJ/bl)\*(1GJ/10<sup>3</sup>MJ); es decir Volumen (bl), dato de



En tercer lugar se encuentra el diésel con un consumo de 23.30 PJ a 46.31 PJ, durante el periodo 1995-2001, lo que muestra un crecimiento total de 98.77% y un crecimiento promedio anual de 4.41%. En cuarto lugar se encuentra el gas LP, ya que para el periodo 1995-2013, pasó de 12.14% a 13.63%, indicando un leve crecimiento total de 17.34%, y un crecimiento promedio anual de 1.13%. En quinto lugar se ubica el combustóleo, el cual como se menciona en el principio del apartado, pasó de 62.31 PJ a 13.63 PJ, lo cual indica un decrecimiento para el periodo 1995-2013 de -78.12% y una tasa de crecimiento negativa media anual de -4.80% y por último la turbosina pasando de 0.1015 PJ a 0.6562 PJ, con un crecimiento para el periodo 1995-2013 de 84.53% y una tasa de crecimiento media anual de -31% dado que hay años en que la disminución en el consumo es muy grande.

Cada combustible cuenta con una o varias subcategorías de demanda principales; en el caso de Tamaulipas el gas natural y el combustóleo están dirigidos para la Generación de Electricidad, aunque el uso del gas natural en la Refinación

del Petróleo también es fuertemente consumido en el estado; las gasolinas y el diésel están dirigidas a su uso en el transporte y ahora en menor volumen para la generación de energía eléctrica; turbosina en el aerotransporte; el gas LP se destina a los Sectores Agrícola, Residencial, Comercial y de Servicios, principalmente. Para el año 2013, la subcategoría de mayor consumo energético fue la de Generación de Electricidad con el 54.56% del total, seguido del Transporte con el 22.88%, en tercer lugar la Refinación del Petróleo con 11.58%, le sigue la Industria y Autogeneración de electricidad con el 7.64% y Otros Sectores (agrícola, comercial, residencial y de servicios) con el 3.34%. Ver Tabla 5.5. y Gráfica 5.3.

Comparando las cifras de la Tabla 5.5. con cifras nacionales, se tiene que para el periodo de 1990-2010 a nivel nacional, el crecimiento del consumo de combustibles fósiles fue de 50.2% (INEGI ENERGIA, 2010), en 10 años. En Tamaulipas, para un lapso de 10 años (2003 – 2013), el crecimiento fue de 138.64%, lo que indica un ritmo de crecimiento más acelerado, explicable por su vocación energética.

**Tabla 5.5.**  
Consumo energético  
por categoría en PJ.  
Periodo 1995-2013 en  
Tamaulipas.

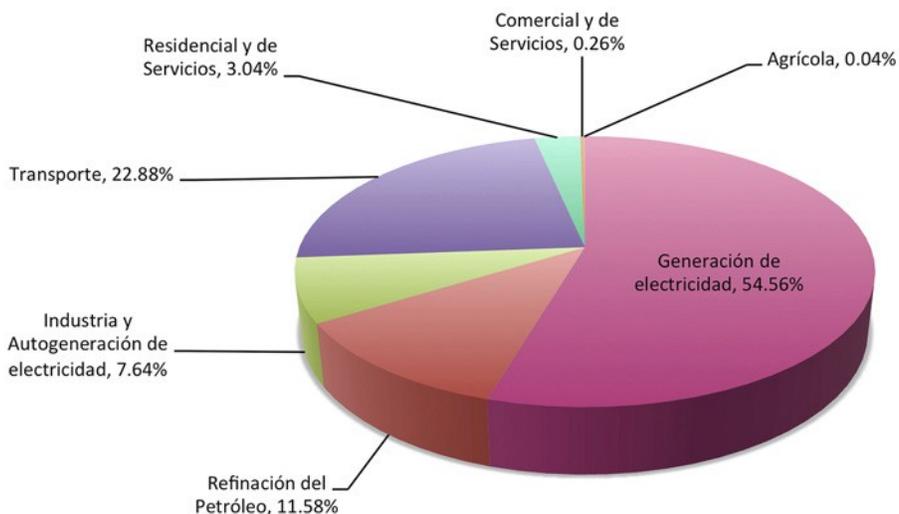
Año	Generación de electricidad	Refinación del Petróleo	Industria y Autogeneración de Electricidad	Transporte	Residencial y de Servicios	Comercial y de Servicios	Agrícola	Total sectorial
1995	13.16	8.32	12.23	57.79	0.71	N/D	N/D	92.2
1996	12.51	9.7	13.19	60.24	0.78	N/D	N/D	96.42
1997	15.68	8.55	12.78	63.87	0.75	N/D	N/D	101.63
1998	15.17	7.13	20.69	65.02	0.62	N/D	N/D	108.63
1999	19.13	10.15	24.08	66.94	0.74	N/D	N/D	121.04
2000	29.03	10.83	28.33	73.67	0.98	N/D	N/D	142.85
2001	26.94	12.91	25.45	69.59	1.03	N/D	N/D	135.93
2002	59.94	12.4	27.32	69.00	1.03	N/D	N/D	169.69
2003	53.12	25.52	25.00	83.83	1.57	N/D	N/D	189.04
2004	116.92	28.52	27.64	96.71	1.55	N/D	N/D	271.35
2005	135.87	33.5	30.35	91.7	1.89	N/D	N/D	293.31
2006	175.34	34.47	35.71	96.86	12.05	0.86	0.19	355.48
2007	203.66	37.72	35.52	106.76	14.57	1.01	0.14	399.39
2008	201.39	35.84	33.69	124.02	15.31	1.08	0.13	411.48
2009	233.98	34.11	33.69	108.26	14.54	1.27	0.13	425.97
2010	232.79	33.41	34.01	103.81	15.37	1.44	0.15	420.97
2011	285.47	52.57	36.3	106.87	15.71	1.41	0.17	498.5
2012	260.01	59.83	38.54	99.7	14.50	1.35	0.19	474.12
2013	247.64	52.56	34.67	101.09	13.78	1.18	0.2	451.12
Tasa de Crecimiento (1995 - 2013) %	1,782.29	531.95	183.42	74.92	1,853.24	NE	NE	389.26
Tasa de Crecimiento (2006 - 2013) %	41.23	52.50	-2.92	4.37	14.33	37.10	5.77	26.91

N/D = No hay datos para esos años, ya que las series para esos combustibles empiezan en el 2006 en el SIE de la SENER. NE = No estimado

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos del SIE de la SENER.

Para el año 2013, de acuerdo con el Balance Nacional de Energía, el consumo energético en el país fue de 5,132.32 PJ (BNE, 2013), mientras que para Tamaulipas el consumo energético fue de 451.12 PJ, lo que equivale al 8.79% del consumo energético nacional.

**Gráfica 5.3.**  
Porcentaje de Consumo de Petrolíferos por Sector, 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER.

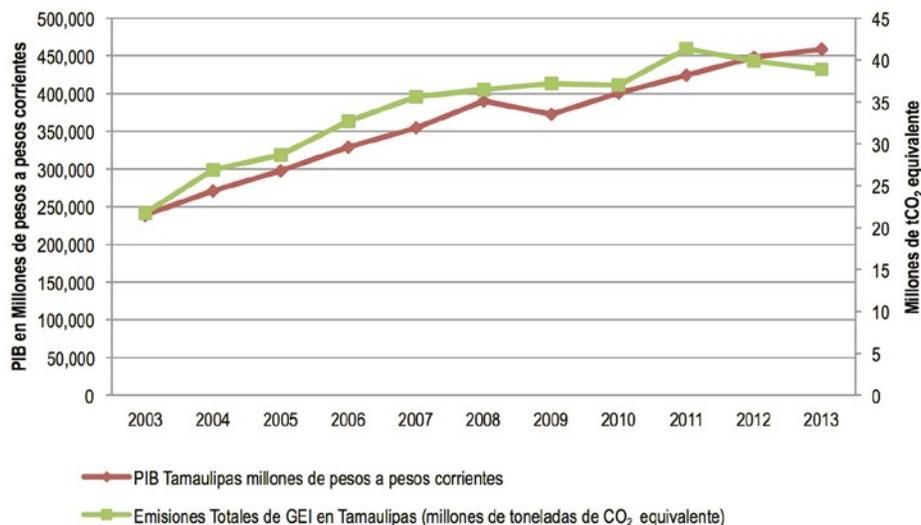
**Tabla 5.6.**  
Consumo de petrolíferos por sector, 2013. Petajoules (PJ).

Sector/ Combustible	Gas natural	Gasolinas	Diésel	Combustóleo*	GasLP	Turbosinas	TOTAL
Generación de electricidad	247.52	N/D	0.12	N/D*	N/D	N/D	247.64
Refinación del Petróleo	52.56	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	52.56
Industria y Autogeneración de electricidad	32.43	N/D	1.36	N/D	0.88	N/D	34.67
Transporte	N/D	55.59	44.83	N/D	N/D	3.43	103.85
Residencial y de Servicios	1.79	N/D	N/D	N/D	11.99	N/D	13.78
Comercial y de Servicios	N/D	N/D	N/D	N/D	1.18	N/D	1.18
Agrícola	N/D	N/D	N/D	N/D	0.20	N/D	0.20
<b>TOTAL</b>	<b>334.30</b>	<b>55.59</b>	<b>46.31</b>	<b>N/D</b>	<b>14.24</b>	<b>3.43</b>	<b>453.87*</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER.

\*No existe disponibilidad de datos sectoriales para el combustóleo, sólo su demanda interna total estatal y se muestra en el apartado del método referencial en el Anexo 10\_MEMORIA de Cálculo Inventario GEI, en la MATRIZ Energía.

Una herramienta para comprender el comportamiento del consumo energético es el PIB, ya que permite comparar la evolución del consumo de combustibles fósiles del sistema energético del estado con el crecimiento económico estatal.



**Gráfica 5.4.**  
Producto interno bruto de Tamaulipas versus Emisiones de GEI, periodo 2003-2013.

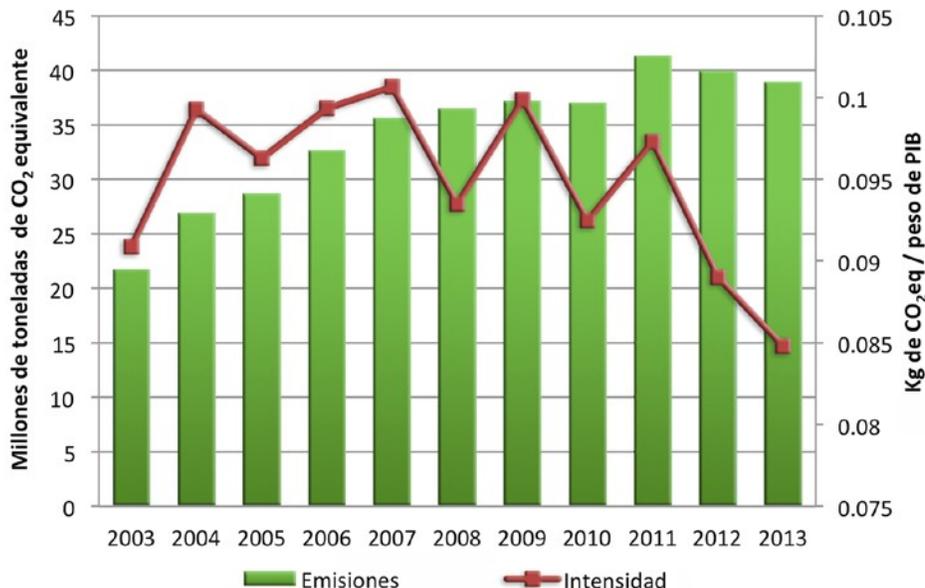
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del inventario e INEGI. Extraído de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>

El crecimiento para el periodo 2003-2013 del PIB en Tamaulipas fue de 91.54%, aunque se nota un decremento en el periodo 2008 - 2009 que coincide con una disminución en el consumo de combustibles fósiles para el año 2010, con su posterior recuperación, probablemente debido a la inercia del decremento en el producto interno bruto en el año anterior. La Gráfica 5.4. muestra una clara sincronización entre el crecimiento del PIB y las emisiones, por lo que es común que uno de los efectos de las crisis económicas sea una disminución en la demanda de combustibles fósiles y en consecuencia, de las emisiones.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por unidad de PIB en el 2013 fueron de 0.085 kg por Peso de PIB, lo cual representa un decremento de 6.68% con respecto al dato de 2003 (véase Gráfica 5.5.). Como se observa en el periodo de 2011 al 2013 el descenso se puede atribuir al incremento del PIB en esos años y a la desaceleración en el crecimiento de las emisiones, debido principalmente al cambio de combustible empleados en la generación de energía eléctrica, como sucede a nivel nacional. Otro motivo que podría explicar este descenso en la intensidad de carbono es el incremento de la productividad del Estado, sin embargo, esto requiere de estudios más profundos para ser concluyentes. En cualquier caso, la Gráfica 5.5. sugiere un desacoplamiento entre la producción y el consumo de combustibles fósiles, pues a pesar de aumentar el PIB del Estado, la intensidad de carbono ha disminuido.

**Gráfica 5.5.**  
Intensidad de carbono respecto al PIB, 2003 - 2013.

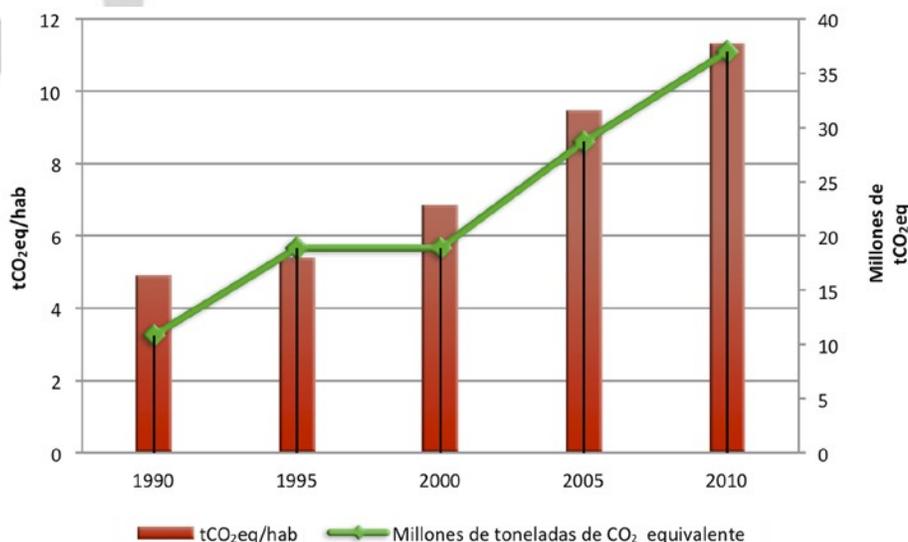
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del inventario e INEGI. Extraído de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>



En lo que respecta a la intensidad de carbono por habitante, se observa que hay una correspondencia entre el incremento en las emisiones de GEI y el incremento en la intensidad de carbono per cápita. Mientras que en 1990 se tenía una intensidad de 4.91 tCO<sub>2</sub>eq/hab; esta intensidad se ha más que duplicado veinte años después hasta alcanzar 11.32 tCO<sub>2</sub>eq/hab en 2010. Si bien la intensidad respecto al PIB ha disminuido, la intensidad per cápita ha aumentado, lo que sugiere un incremento más que proporcional de las emisiones respecto al crecimiento demográfico (véase Gráfica 5.6.).

**Gráfica 5.6.**  
Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante, 2003 - 2013.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del inventario e INEGI. Extraído de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>

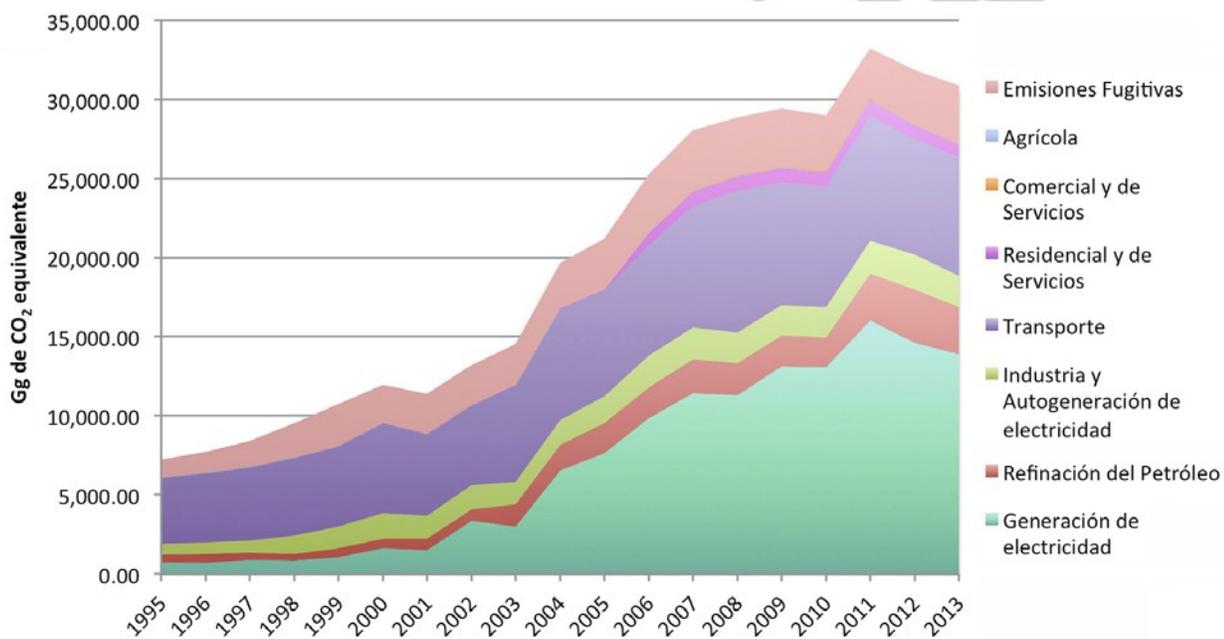


Para un periodo de 18 años, de 1995 a 2013, las emisiones de GEI del sector energético del estado crecieron 327.21%, pasando de 7,225.45 Gg de CO<sub>2</sub>eq a los 30,867.89 Gg de CO<sub>2</sub>eq. El crecimiento promedio anual para ese periodo es de 8.80% (véase Gráfica 5.7.).

En 2010, el Inventario Nacional de Emisiones de GEI (INEGEI), reportó emisiones del sector energía por 503,817.6 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (INEGEI. ENER-GIA, 2010), mientras que las estimaciones que se tienen para el caso de Tamaulipas ese año ascienden a 28,995.04 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, es decir, el 5.75% de las emisiones nacionales.

#### 5.2.4. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Energía en Tamaulipas, periodo 1995-2013.

**Gráfica 5.7.**  
Emisiones de GEI de las subcategorías que integran la categoría Energía en Tamaulipas (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).



Fuente: Elaboración Propia con datos del SIE de la SENER.

En 2011, las emisiones de esta categoría tocaron un punto máximo de la serie para alcanzar las 33,199.63 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y descender en 2013 a 30,863.16 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, aunque la tendencia es a la alta a pesar de esta disminución en los últimos dos años de la serie (véase Tabla 5.7.).

La subcategoría que más aporta a las emisiones de GEI, es la Generación de Electricidad, perteneciente a la subcategoría "Industrias Energéticas" según la clasificación del IPCC. Para el año 2013 esta subcategoría emitió 16,859.53 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que representa el 45.05% del total de las emisiones de GEI del sector energético.

**Tabla 5.7.**  
Emisiones de GEI, por categoría, periodo 1995-2013, en Tamaulipas.

Energía						
Año	Consumo de Combustibles Fósiles				Emisiones Fugitivas	Total de GEI Energía
	Industrias Energéticas*	Industrias Manufactureras y de la Construcción	Transporte	Otros sectores (Agrícola, Comercial, Residencial y de Servicios)		
Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente						
1995	1,205.93	692.86	4,173.96	39.66	1,113.04	7,225.45
1996	1,246.71	754.11	4,358.18	44.07	1,326.78	7,729.86
1997	1,360.66	732.08	4,629.16	41.93	1,632.62	8,396.45
1998	1,253.98	1,177.87	4,896.65	35.01	2,176.34	9,539.86
1999	1,644.76	1,363.43	5,048.63	41.81	2,636.82	10,735.46
2000	2,247.85	1,609.95	5,611.18	55.30	2,440.96	11,965.25
2001	2,247.98	1,450.81	5,073.82	58.16	2,548.47	11,379.24
2002	4,068.01	1,558.83	4,969.40	57.77	2,554.85	13,208.85
2003	4,426.42	1,411.47	6,027.43	88.49	2,596.50	14,550.31
2004	8,166.81	1,576.02	6,970.38	87.41	2,859.24	19,659.86
2005	9,513.01	1,730.66	6,621.68	106.34	3,212.05	21,183.74
2006	11,781.31	2,034.92	6,990.29	808.43	3,655.04	25,269.99
2007	13,553.92	2,027.52	7,683.79	972.73	3,808.64	28,046.60
2008	13,321.37	1,931.13	8,959.80	1,023.19	3,606.79	28,842.27
2009	15,053.67	1,924.00	7,778.50	986.54	3,687.49	29,430.20
2010	14,947.26	1,941.87	7,603.49	1,050.06	3,452.37	28,995.04
2011	18,981.75	2,086.90	7,903.69	1,071.91	3,155.37	33,199.63
2012	17,959.69	2,205.92	7,322.84	993.35	3,381.41	31,863.22
2013	16,859.53	1,977.58	7,475.85	938.51	3,616.69	30,863.16
TC Total (1995-2013)	1,298.03%	185.42%	79.11%	2,266.35%	224.94%	327.21%
TCMA						8.80%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER.

TC = Tasa de crecimiento. TCMA = Tasa de Crecimiento Medio Anual.

\*Incluye las subcategorías Generación de Electricidad y Refinación del Petróleo.

Nota: Los potenciales de calentamiento utilizados para la obtención de Gg de CO<sub>2</sub> equivalente fueron para el CH<sub>4</sub> de 21 y para el N<sub>2</sub>O de 310.

Le sigue en segundo lugar la subcategoría Transporte, emitiendo 7,475.85 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, y cuya contribución porcentual es de 24.22%. El tercer lugar lo ocupa la Industria del Petróleo y Gas Natural (Emisiones Fugitivas), contribuyendo con el 11.72% (3,616.69 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente). El cuarto lugar lo ocupa la Refinación del Petróleo, emitiendo 2,951.53 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que representa el 9.56%. Sigue en el quinto lugar el Sector Industrial, perteneciente a la subcategoría "Industrias Manufacturera y de la Construcción" de acuerdo con el IPCC, contribuyendo con el 6.41% (1,977.58 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).

Tabla 5.8.

Emisiones de GEI por subcategoría (Energía), periodo 1995-2013 en Tamaulipas.

Año	Generación de electricidad	Refinación del Petróleo	Industria y Autogeneración de electricidad	Transporte	Residencial y de Servicios**	Comercial y de Servicios**	Agrícola	Emisiones Fugitivas	Total Categoría
Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (Categoría Energía)									
1995	738.88	467.05	692.86	4,173.96	39.66	NE	NE	1,113.04	7,225.45
1996	702.27	544.45	754.11	4,358.18	44.07	NE	NE	1,326.79	7,729.86
1997	880.56	480.10	732.08	4,629.16	41.93	NE	NE	1,632.63	8,396.45
1998	853.54	400.45	1,177.87	4,896.65	35.01	NE	NE	2,176.34	9,539.86
1999	1,074.88	569.88	1,363.43	5,048.63	41.81	NE	NE	2,636.82	10,735.46
2000	1,639.66	608.18	1,609.95	5,611.18	55.30	NE	NE	2,440.96	11,965.25
2001	1,523.03	724.95	1,450.81	5,073.82	58.16	NE	NE	2,548.48	11,379.25
2002	3,371.76	696.24	1,558.83	4,969.40	57.77	NE	NE	2,554.86	13,208.86
2003	2,993.21	1,433.21	1,411.47	6,027.43	88.49	NE	NE	2,596.50	14,550.31
2004	6,565.09	1,601.72	1,576.02	6,970.38	87.41	NE	NE	2,859.25	19,659.87
2005	7,631.81	1,881.20	1,730.66	6,621.68	106.34	NE	NE	3,212.06	21,183.75
2006	9,845.88	1,935.42	2,034.92	6,990.29	742.23	54.33	11.87	3,655.05	25,270.00
2007	11,435.66	2,118.26	2,027.52	7,683.79	899.82	64.10	8.82	3,808.64	28,046.60
2008	11,308.67	2,012.70	1,931.13	8,959.80	946.15	68.60	8.44	3,606.80	28,842.28
2009	13,138.33	1,915.33	1,924.00	7,778.50	897.82	80.37	8.35	3,687.50	29,430.20
2010	13,071.39	1,875.88	1,941.87	7,603.49	949.73	91.01	9.31	3,452.38	28,995.05
2011	16,029.75	2,952.01	2,086.90	7,903.69	972.02	89.21	10.69	3,155.37	33,199.63
2012	14,599.89	3,359.80	2,205.92	7,322.84	896.28	85.26	11.81	3,381.41	31,863.22
2013	13,907.75	2,951.53	1,977.58	7,475.85	851.48	74.47	12.56	3,611.69	30,863.16
TC (1995 - 2013) %	1782.27%	531.95%	185.42%	79.11%	2046.92%	37.08%	5.76%	224.94%	327.21%

NE= No estimadas, debido a la falta de datos de actividad para esos años.

\*\*Nota 1 : En los sectores Residencial y de Servicios y Comercial y de Servicios, aparece "Servicios" dos veces debido a la disponibilidad de la información por parte del SIE de la SENER, en donde los combustibles consumidos en el subsector Servicios no aparecen desglosados,

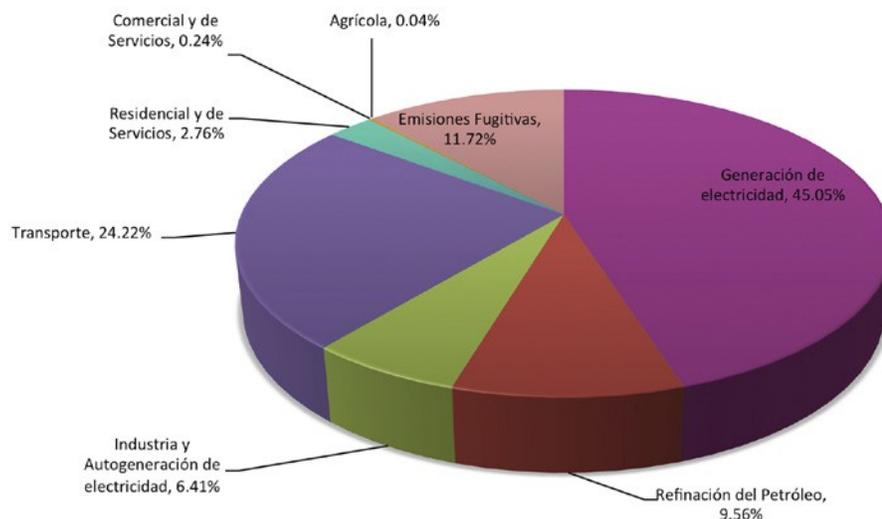
sino que aparecen junto con el consumo asociado al Sector Residencial y también junto al Sector Comercial. Esto se puede ver en la minería de datos o visitando directamente la base de datos del SIE.

Nota 2: Los potenciales de calentamiento utilizados para la obtención de Gg de CO<sub>2</sub> equivalente fueron para el CH<sub>4</sub> de 21 y para el N<sub>2</sub>O de 310.

\*Tasa de crecimiento calculada para el periodo 2006 al 2013.

En sexto sitio se encuentra la subcategoría Residencial y de Servicios con 851.48 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. El séptimo lugar lo ocupa la subcategoría comercial y de servicios con 74.47 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y el último sitio la subcategoría agrícola con el 12.56 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. Estos tres últimos se incluyen en la subcategoría de Otros Sectores, de acuerdo con el IPCC, y juntos contribuyen con el 3.04% de las emisiones de GEI del sector energético de Tamaulipas (véase Tabla 5.8. y Gráfica 5.8.).

**Gráfica 5.8.**  
Contribución porcentual de las emisiones de GEI, por tipo de fuente, 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER

De acuerdo con el INEGI, la población en Tamaulipas pasó de 2,527,000 habitantes, en el año 1995; a 3,269,000 para el 2010. Las emisiones de GEI para el sector energético de Tamaulipas asociadas a su población, pasan de 2,859.30 Kg-CO<sub>2</sub>eq por habitante a 8,869.71 KgCO<sub>2</sub>eq por habitante, para el periodo 1995-2010, lo que representa un crecimiento en las emisiones por habitante de 241.71% (véase Tabla 5.9.).

**Tabla 5.9.**  
Emisiones de GEI vs Población en Tamaulipas.

Año	Millones de Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente del sector energético de Tamaulipas	Habitantes en Tamaulipas*	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente) / habitante	KgCO <sub>2</sub> /hab.
1995	7.225	2,527,000	2.86	2,859.30
2000	11.965	2,753,000	4.35	7,005.20
2005	21.183	3,024,000	7.01	6,468.93
2010	28.995	3,269,000	8.87	8,869.70
Tasa de Crecimiento Medio Anual en el periodo de la población de Tamaulipas versus Emisiones de CO <sub>2</sub>				
Periodo	Población	Emisiones de CO <sub>2</sub>		
2000-2005	1.67	17.39		
2005-2010	1.7	8.28		

Fuente: Elaboración Propia con base en INEGI, 2013 y en SIE de SENER, (varios años)

Dada la diversidad del sector energético, es necesario hacer una breve descripción de cada subcategoría, sector o tipo de fuente, el consumo energético correspondiente, así como sus emisiones asociadas.

Esta categoría incluye el consumo propio del sector energético, como es el caso de la refinación del petróleo (PEMEX), y el consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica para el sector público (CFE), ambas empresas paraestatales con una presencia muy importante en Tamaulipas.

## 1A 1. Industrias Energéticas

Industrias Energéticas			
Consumo en PJ			
Año	Refinación del Petróleo	Generación de Energía Eléctrica	Total Industrias Energéticas
1995	8.32	13.16	21.47
1996	9.70	12.51	22.20
1997	8.55	15.68	24.23
1998	7.13	15.17	22.30
1999	10.15	19.13	29.28
2000	10.83	29.03	39.86
2001	12.91	26.94	39.85
2002	12.40	59.94	72.34
2003	25.52	53.12	78.64
2004	28.52	116.92	145.44
2005	33.50	135.87	169.37
2006	34.47	175.34	209.81
2007	37.72	203.66	241.38
2008	35.84	201.39	237.24
2009	34.11	233.98	268.09
2010	33.41	232.79	266.19
2011	52.57	285.47	338.04
2012	59.83	260.01	319.84
2013	52.56	247.64	300.21
Tasa crecimiento para el periodo 1995-2013	531.95	1782.29	1297.99

**Tabla 5.10.** Consumo energético por tipo de fuente o actividad en la categoría Industrias Energéticas, 1995-2013.

Fuente: Elaboración Propia con datos del SIE de la SENER.

En el caso del consumo de combustibles fósiles para la refinación del petróleo, se tiene el registro en el SIE de la SENER del consumo del gas natural para esta subcategoría. Para el año de 1995 se registró un consumo de 8,317.60 Terajoules (TJ), mismo que aumentó hasta a 52,563.32 TJ en 2013, lo que significa un crecimiento en dicho periodo de 531.95% en el consumo del gas natural para la refinación del petróleo. Las emisiones asociadas a este sector se presentan en la Tabla 5.11.

## 1A 1a. Refinación del Petróleo

**Tabla 5.11.**  
Consumo del gas natural en PJ y sus emisiones de GEI, Refinación del Petróleo, 1995-2013.

Industrias de la Energía					
Refinación del Petróleo					
Año	Consumo de Gas Natural (TJ)	Emisiones de GEI provenientes del consumo de gas natural en la Refinación del Petróleo (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)			
		Emisiones de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Emisiones de N <sub>2</sub> O	Total
1995	8,317.60	466.61	0.17	0.25	467.05
1996	9,695.92	543.94	0.20	0.30	544.44
1997	8,550.02	479.65	0.17	0.26	480.10
1998	7,131.48	400.07	0.14	0.22	400.44
1999	10,148.93	569.35	0.21	0.31	569.88
2000	10,831.01	607.62	0.22	0.33	608.18
2001	12,910.50	724.27	0.27	0.40	724.95
2002	12,399.23	695.59	0.26	0.38	696.24
2003	25,523.74	1,431.88	0.53	0.79	1433.20
2004	28,524.69	1,600.23	0.59	0.88	1,601.71
2005	33,501.90	1,879.45	0.70	1.03	1,881.19
2006	34,467.55	1,933.63	0.72	1.06	1,935.42
2007	37,723.60	2,116.29	0.79	1.16	2,118.25
2008	35,843.75	2,010.83	0.75	1.11	2,012.69
2009	34,109.80	1,913.56	0.71	1.05	1,915.33
2010	33,407.13	1,874.14	0.70	1.03	1,875.87
2011	52,571.70	2,949.27	1.10	1.62	2,952.00
2012	59,834.04	3,356.69	1.25	1.85	3,359.80
2013	52,563.32	2,948.80	1.10	1.62	2,951.53
Tasa de crecimiento (1995-2013) %	531.95	531.95	531.82	532.07	531.95

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER

#### 1A 1b. Generación de Electricidad

Para esta subcategoría se dispone del consumo de gas natural y de diésel para la generación de electricidad por parte de la CFE. El consumo de combustibles fósiles para la generación de electricidad tuvo un aumento de 1,782.44% para el caso del gas natural, el cual pasó de 13,149.68 TJ en 1995 a 247,524.83 TJ para el 2013. Para el caso del diésel el aumento fue de 1,649.80%, pasando de 6.73 TJ en 1995 a 117.93 TJ en el 2013. Ambos crecimientos son casi de orden exponencial; lo que ocasiona que las emisiones de GEI provenientes a este rubro sigan ese patrón de crecimiento, pasando de 738.88 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (o miles de toneladas), a 13,907.75 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (o miles de toneladas), lo que representa una tasa de crecimiento de 1,782.27%. El crecimiento de estas emisiones de GEI está determinado principalmente por el uso intensivo del gas natural en el estado.

Cabe aclarar que los datos no desagregan la información para incluir a los productores independientes. Asimismo, si bien se tiene registrado que el combustible representa el 2.9% del consumo de petrolíferos en todo el Estado y el 5.2% para generación de energía eléctrica, no hay datos estadísticos para este combustible fósil en las series de datos que proporciona la SENER, por lo que no se incluyen en la Tabla 5.12.

**Tabla 5.12.**  
Consumo de combustibles fósiles y sus emisiones de GEI, Generación de Electricidad, 1995-2013.

Industrias de la Energía									
Generación de Energía Eléctrica									
Año	Consumo de Gas natural (TJ)	Consumo de Diésel (TJ)	Emisiones de GEI por consumo de Gas natural y Diésel (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas)						
			Total de GEI	Emisiones de CO <sub>2</sub>		Emisiones de CH <sub>4</sub>		Emisiones de N <sub>2</sub> O	
				Gas natural	Diésel	Gas natural	Diésel	Gas natural	Diésel
1995	13,149.68	6.73	738.88	737.69	0.49	0.27	0.00042	0.40	0.00125
1996	12,504.09	1.87	702.26	701.47	0.13	0.26	0.00011	0.38	0.00035
1997	15,664.11	13.31	880.56	878.75	0.98	0.32	0.00083	0.48	0.00247
1998	15,076.75	93.42	853.53	845.80	6.92	0.31	0.0058	0.46	0.01737
1999	19,086.59	42.12	1,074.88	1,070.75	3.12	0.40	0.0026	0.59	0.00783
2000	28,431.31	594.21	1,640.65	1,594.99	44.03	0.59	0.037	0.88	0.11052
2001	26,363.16	574.16	1,523.03	1,478.97	42.54	0.55	0.036	0.81	0.1068
2002	59,599.12	338.32	3,371.76	3,343.51	25.06	1.25	0.021	1.84	0.0629
2003	52,533.18	583.33	2,993.21	2,947.11	43.22	1.10	0.036	1.62	0.1085
2004	116,911.64	3.59	6,565.08	6,558.74	0.26	2.45	0.00022	3.62	0.00067
2005	135,734.73	134.94	7,631.80	7,614.71	9.99	2.85	0.0085	4.20	0.02509
2006	175,341.61	1.35	9,845.88	9,836.66	0.10	3.68	8.5263E-05	5.43	0.000252
2007	203,655.43	N/D	11,435.66	11,425.07	NE	4.27	NE	6.31	NE
2008	201,391.89	1.48	11,308.66	11,298.08	0.11	4.22	9.3778E-05	6.24	0.000277
2009	233,978.00	N/D	13,138.33	13,126.16	NE	4.91	NE	7.25	NE
2010	232,784.82	0.70	13,071.38	13,059.22	0.052	4.88	4.468E-05	7.21	0.000132
2011	285,470.66	N/D	16,029.74	16,014.90	NE	5.99	NE	8.84	NE
2012	260,002.80	2.81	14,599.88	14,586.15	0.20	5.46	0.00018	8.06	0.000524
2013	247,524.83	117.93	13,907.78	13,886.14	8.73	5.19	0.0074299	7.67	0.021936
TC 1995 2013	1782.44%	1,649.80%	1,782.27%						

TC = Tasa de Crecimiento  
Nota 1: Los datos sobre el consumo energético fueron obtenidos del SIE de la SENER.

Nota 2: Los potenciales de calentamiento utilizados para la obtención de Gg de CO<sub>2</sub> equivalente fueron para el CH<sub>4</sub> de 21 y para el N<sub>2</sub>O de 310.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER.

El consumo de los combustibles, sus emisiones asociadas, la capacidad instalada, la generación bruta, el número de usuarios de energía eléctrica y las ventas de electricidad registradas en el estado son herramientas para comprender el sector de la generación de electricidad en el estado.

**Tabla 5.13.**  
Descripción del sector eléctrico de Tamaulipas, 2002-2013.

Sector Eléctrico de Tamaulipas				
Año	Generación bruta de energía eléctrica	Capacidad efectiva	Usuarios de energía eléctrica	Ventas internas de energía eléctrica
	(megawatts-hora)	(megawatts)	(número de usuarios)	(megawatts-hora)
2002	13,063,338.74	2,365.62	889,914	7,366,810
2003	12,451,835.37	3,401.62	917,698	7,288,244
2004	20,051,213.93	3,896.62	959,035	7,565,434
2005	19,781,643.99	4,372.62	1,008,859	7,774,889
2006	22,243,263.57	5,493.62	1,043,822	8,084,545
2007	26,469,460.71	5,484.62	1,093,348	8,182,660
2008	26,085,181.01	5,484.62	1,141,113	8,219,450
2009	29,002,202.5	5,484.62	1,167,484	8,210,212.07
2010	30,228,564.8	5,484.62	1,202,938	8,330,439.12
2011	34,424,691.64	5,484.62	1,200,512	8,866,909.83
2012	32,958,569.48	6,505.2	1,209,023	8,906,878.7
2013	33,558,649.85	5,484.62	1,212,169	8,726,404.98

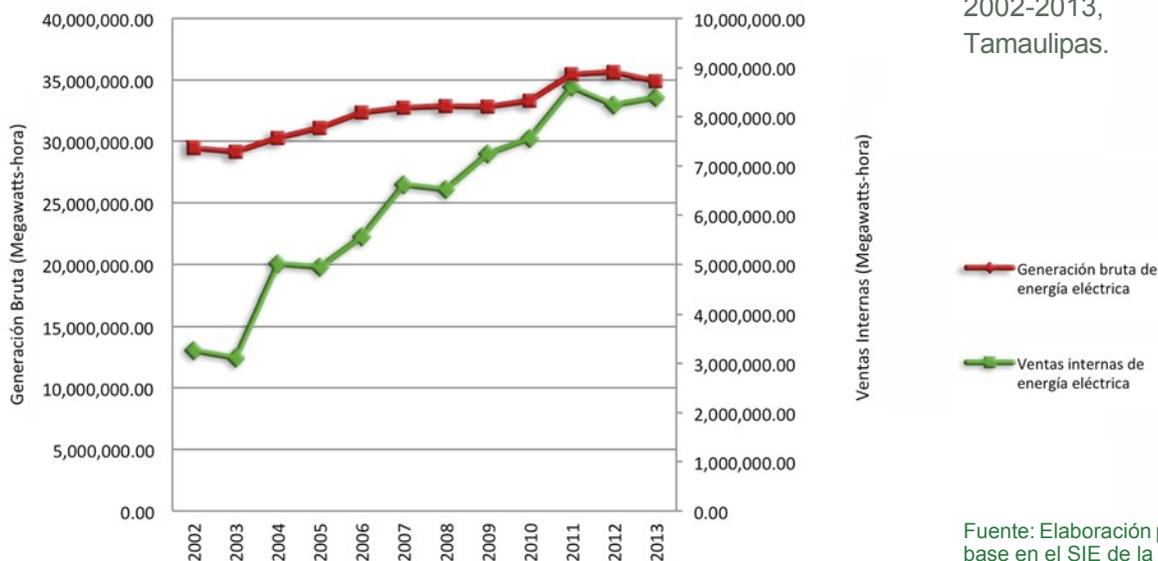
Fuente: Sistema de Información Energética con información de CFE, incluye información de la extinta LyFC. Disponible en: <http://sie.eergia.gob.mx/bdiController.do?action=temas&fromCuadros=true> bajo la ruta Sector energético-electricidad-actividades-generación y comercialización.

Los aumentos significativos en la generación bruta de energía eléctrica en el estado, están dados por el aumento en el consumo del gas natural en el sector generación de electricidad, a partir del año 2002 y sobre todo para los periodos 2003 - 2004 y 2010 - 2011; debido a las políticas a nivel nacional de sustitución de combustibles que se han dado en el sector, principalmente para el caso del combustóleo por gas natural y que se han implementado fundamentalmente en Tamaulipas.

Por otro lado, si bien la demanda también se ha incrementado de acuerdo con el número de usuarios registrados y las ventas internas reportadas por el SIE, lo ha hecho de una manera mucho más modesta.

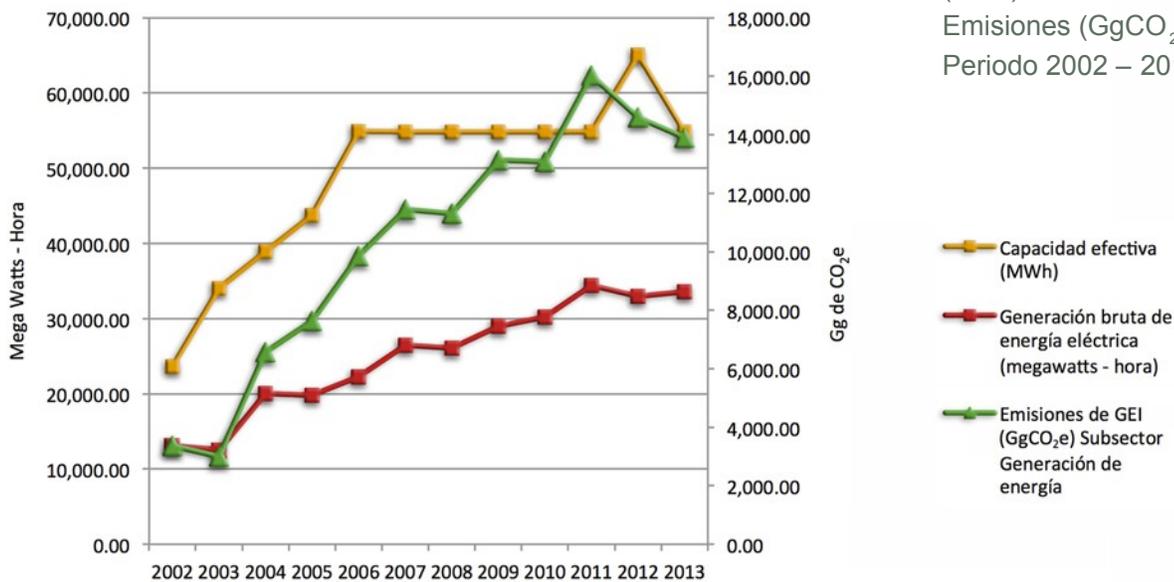
A pesar del incremento tanto en la generación bruta como en la capacidad efectiva (véase Gráfica 5.10.), la intensidad de emisiones (GgCO<sub>2</sub> equivalente/MWh) ha permanecido prácticamente constante desde el 2006 a la fecha, incluso con una tendencia a la baja del 2011 al 2013, por lo que el cambio de combustóleo a gas natural parece haber tenido un buen resultado en términos de emisiones por MWh generado (véase Gráfica 5.11.).

**Gráfica 5.9.**  
Generación Bruta y Ventas de electricidad, 2002-2013, Tamaulipas.



Fuente: Elaboración propia con base en el SIE de la SENER, (varios años).

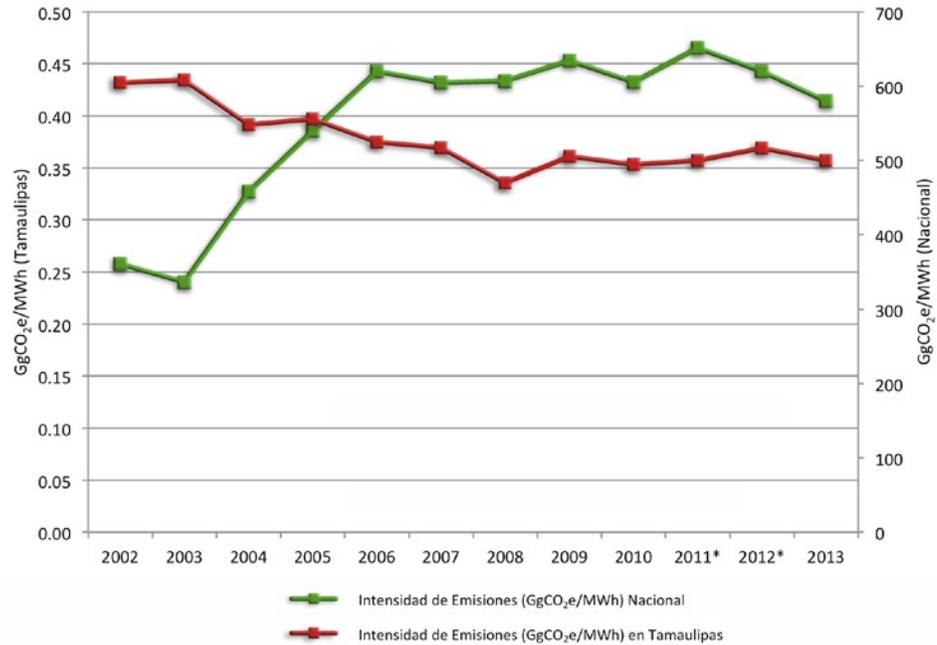
**Gráfica 5.10.**  
Capacidad efectiva y Generación bruta (Mwh) versus Emisiones (GgCO<sub>2</sub>e). Periodo 2002 – 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER, (varios años).

**Gráfica 5.11.**  
Intensidad de Emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente/MWh).

Fuente: Para el caso de Tamaulipas, elaboración propia con base en SIE-SENER. (SEER, 2014). Para el caso nacional, los datos de la intensidad de generación de energía eléctrica nacional fueron obtenidos de <http://www.geimexico.org/factor.html>. Última consulta: 27 de abril de 2015.  
\*En dicha liga se aclara que los valores del factor de emisión eléctrico para los años 2011 y 2012 fueron ajustados de acuerdo con las actualizaciones realizadas en el Balance Nacional de Energía.



Al comparar la intensidad de carbono en la generación de energía, observamos que hubo un incremento relativo respecto a la intensidad a nivel nacional entre 2002 y 2006. De 2006 en adelante, hubo una estabilización en la intensidad de carbono por MWh en ambos ámbitos territoriales (Tamaulipas y Nacional), lo que denota consistencia en los datos y una sincronización en la intensidad de carbono. Sin embargo, se tiene una capacidad efectiva sobrada en el Estado, por lo que es previsible que las emisiones de GEI aumenten en la medida en que se aproveche dicha capacidad, aun cuando se mantenga estable la intensidad de carbono en la generación de energía eléctrica.

**1A2. Industrias Manufactureras y de la Construcción**

La subcategoría Industrias Manufactureras y de la Construcción abarcan las siguientes industrias: Hierro y acero; Metales no ferrosos; Productos químicos; Pulpa, papel e imprenta; Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco; Minerales no metálicos: Incluye productos tales como porcelana, cemento, etc.; Equipos de transporte y Maquinaria; Minería (con excepción de combustibles) y cantería; Madera y productos de madera; Construcción; Textiles y cuero y algún tipo de industria no especificada. Comprenden el consumo de combustibles en el sector industrial y sus correspondientes emisiones de GEI por la quema de combustibles. Incluye asimismo la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad en la misma industria (autogeneración de electricidad) y la producción de calor para el uso propio en sus actividades productivas.

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, un autoprodutor de electricidad y/o calor es una empresa que, como respaldo de su actividad principal, genera electricidad y/o calor para uso propio o para la venta, pero no como principal actividad comercial. Se debe contraponer a los productores como actividad principal, que generan y venden electricidad y/o calor como actividad principal.

Los productores como actividad principal antes se conocían como proveedores “Públicos” de electricidad y calor, aunque al igual que los autoprodutores, pueden ser empresas públicas o privadas. Nótese que la titularidad no determina la asignación de emisiones.

Para este sector se tiene registro del consumo del gas natural, diésel y gas LP para el periodo 1995-2013, a través del SIE de la SENER, para la Industria y la autogeneración de electricidad en el estado, bajo los siguientes rubros: Demanda Interna de Gas Natural por Estado (Tamaulipas), Sectores Industrial y Autogeneración de Electricidad; Ventas Internas de Diésel, Sector Autogeneración de Electricidad, Ventas Internas de Diésel, Sector Industrial y Ventas de gas LP en Plantas de distribución al sector industrial. Como se mencionó anteriormente, en este subsector tampoco se registra en el SIE el consumo de combustóleo.

El consumo de combustibles fósiles (gas natural, diésel y gas LP) para la Industria manufacturera y de construcción en Tamaulipas pasó de 12,231.93 TJ a 34,668.16 TJ, para el periodo 1995-2013, lo que representa un crecimiento de 183.42% para dicho periodo. El consumo sólo del gas natural en este sector fue de 11,881.21 TJ en 1995 a 32,427.86 TJ para el 2013, con una tasa de crecimiento de 172.93%. El consumo del Diésel pasó de 350.72TJ a 1,360.08 TJ, lo que muestra un crecimiento de 287.79%, para el periodo 1995-2013. Para el caso del gas LP, la industria manufacturera y de la construcción muestra un consumo de 898.23 TJ a 880.21 TJ, para el periodo de 2006-2013, lo que muestra un decrecimiento de -2.007%. El periodo de análisis es menor ya que sólo existen datos estadísticos a partir del año 2006 para ese rubro.

Las emisiones asociadas a la autogeneración de electricidad se contabilizan bajo este rubro, no así la generación pública de energía eléctrica la cual pertenece a la categoría de industrias de la energía. Debido a la disponibilidad de datos, no se tiene información más desagregada para esta categoría ya que no se especifica el ramo industrial en el que se consume la energía, pero es un primer acercamiento al comportamiento del consumo de los combustibles en esta rama.

Consumo energético en el sector Industria y autogeneración de electricidad					
Año	Gas Natural TJ	Diésel TJ	Gas LP TJ	Consumo Energético Total en TJ	Consumo Energético Total enPJ
1995	11,881.21	350.73	ND	12,231.94	12.23
1996	12,442.32	750.98	ND	13,193.30	13.19
1997	11,969.14	811.79	ND	12,780.93	12.78
1998	19,758.85	927.86	ND	20,686.71	20.69
1999	23,459.26	620.72	ND	24,079.98	24.08
2000	27,292.60	1,041.33	ND	28,333.92	28.33
2001	24,259.69	1,191.42	ND	25,451.12	25.45

**Tabla 5.14.**

Consumo energético, por tipo de combustible en la Industria, bajo la categoría “Industria Manufacturera y de la Construcción, 1995-2013.

Consumo energético en el sector Industria y autogeneración de electricidad					
Año	Gas Natural TJ	Diésel TJ	Gas LP TJ	Consumo Energético Total en TJ	Consumo Energético Total en PJ
2002	25,958.61	1,361.20	ND	27,319.81	27.32
2003	24,581.19	419.49	ND	25,000.68	25.00
2004	26,322.98	1,317.19	ND	27,640.17	27.64
2005	28,907.10	1,445.49	ND	30,352.59	30.35
2006	33,527.99	1,284.90	898.24	35,711.13	35.71
2007	33,153.27	1,453.84	915.41	35,522.52	35.52
2008	31,028.65	1,837.52	826.39	33,692.56	33.69
2009	31,350.86	1,442.15	892.55	33,685.56	33.69
2010	31,635.36	1,386.97	987.41	34,009.74	34.01
2011	33,019.31	2,303.62	974.29	36,297.22	36.30
2012	35,699.18	1,933.06	912.42	38,544.67	38.54
2013	32,427.87	1,360.09	880.21	34,668.17	34.67
Tasa de Crecimiento (1995-2013)	172.93	287.79	-2.00	183.42	183.42

ND= No hay disponibilidad de datos para esos años.  
 Nota: En las industrias del sector no hay datos estadísticos sobre el uso de combustóleo en las series de datos que proporciona la SENER, por lo que no se incluye en esta tabla.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos del SIE de la SENER (SENER, 2014).

Puerto de Tampico

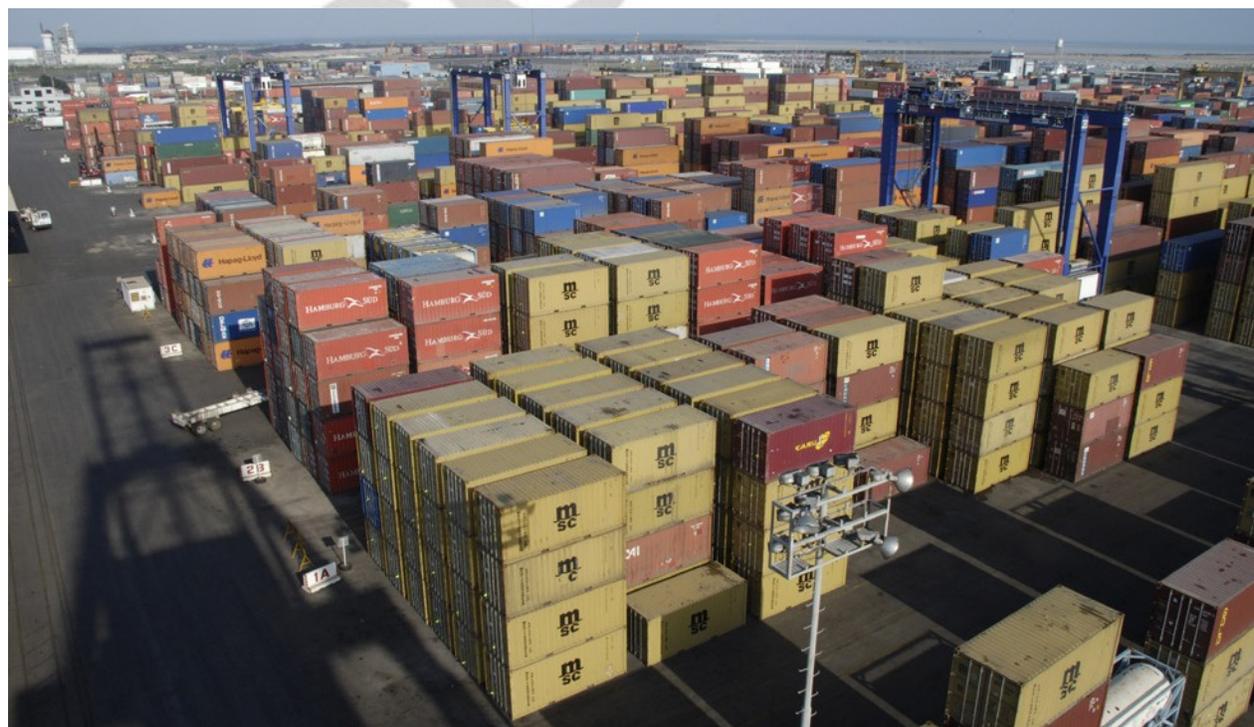


Foto: Archivo SEDUMA

A continuación se presentan las emisiones asociadas a este sector (Tabla 5.15.).

Emisiones de GEI en la industria manufacturera y de la construcción (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas)				
Año	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
1995	692.52	0.27	0.07	692.86
1996	753.66	0.31	0.14	754.11
1997	731.62	0.30	0.15	732.08
1998	1,177.23	0.47	0.17	1,177.87
1999	1,362.06	0.53	0.84	1,363.43
2000	1,608.28	0.64	1.04	1,609.95
2001	1,449.25	0.58	0.97	1,450.81
2001	1,557.14	0.63	1.06	1,558.83
2003	1,410.09	0.54	0.84	1,411.47
2004	1,574.32	0.64	1.06	1,576.02
2005	1,728.80	0.70	1.16	1,730.66
2006	2,032.81	0.80	1.31	2,034.92
2007	2,025.39	0.81	1.33	2,027.52
2008	1,929.01	0.78	1.33	1,931.13
2009	1,921.97	0.77	1.27	1,924.00
2010	1,939.82	0.77	1.27	1,941.87
2011	2,084.56	0.86	1.48	2,086.90
2012	2,203.54	0.89	1.49	2,205.92
2013	1,975.53	0.79	1.29	1,977.58
Tasa de crecimiento (1995-2013)	185.26	189.08	1,870.56	185.42

**Tabla 5.15.**  
Emisiones de GEI,  
Industria Manufacturera  
y de la Construcción,  
1995-2013.

Fuente: Elaboración propia  
con datos del SIE de la  
SENER. (SENER, 2014).

Nota: Los potenciales de calentamiento utilizados para la obtención de Gg de CO<sub>2</sub> equivalente fueron para el CH<sub>4</sub> de 21 y para el N<sub>2</sub>O de 310.

Para este inventario la subcategoría Transporte comprende el consumo de gasolinas para el estado, dato proporcionado por el Sistema de Información Energética de la SENER, y su respectiva estimación de las emisiones asociadas a través del método referencial. El consumo de diésel para el sector autotransporte (cuyo consumo de diésel se asocia principalmente a camiones y camionetas de carga), sector ferroviario y marítimo, se estimó a partir de sus respectivas emisiones de GEI con el método sectorial de nivel 1, apartado combustión móvil, y el consumo de Turbosina para la aviación en Tamaulipas.

### 1A 3. Transporte

Para una mejor comprensión de los resultados de las emisiones de GEI asociadas al transporte, se incluye el parque vehicular del estado de Tamaulipas. Dichos datos fueron obtenidos del Banco de Información del INEGI para el estado de Tamaulipas para los años de 1995 a 2013, y se resumen en la Tabla 5.16.:

**Tabla 5.16.**  
Parque vehicular de  
Tamaulipas, periodo  
1995-2013.

Parque vehicular registrado en circulación en Tamaulipas					
AÑO	Vehículos de Motor	Camiones de Pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas	Total
1995	475,883	1,165	170,419	3,971	651,438
1996	505,867	1,281	177,547	5,264	689,959
1997	548,839	1,482	187,205	2,197	739,723
1998	621,184	2,627	203,594	3,293	830,698
1999	643,285	3,242	208,105	4,207	858,839
2000	730,109	2,754	252,977	4,020	989,860
2001	855,292	3,167	293,314	5,855	1,157,628
2002	1,097,492	3,714	307,140	6,567	1,414,913
2003	954,968	4,174	306,498	6,343	1,271,983
2004	989,307	5,110	323,272	7,141	1,324,830
2005	963,195	4,638	281,299	8,319	1,257,451
2006	1,045,256	4,762	299,026	9,666	1,358,710
2007	867,284	5,240	270,023	8,721	1,151,268
2008	882,851	5,402	284,625	9,969	1,182,847
2009	921,714	5,613	298,488	11,160	1,236,975
2010	962,042	5,930	308,929	12,057	1,288,958
2011	997,810	5,995	317,533	13,925	1,335,263
2012	1,022,935	5,968	321,825	15,281	1,366,009
2013	1,058,292	5,812	328,177	16,090	1,408,371

Fuente: Banco de Información del INEGI.

El consumo de combustibles fósiles (gasolinas automotrices, diésel y turbosina), para el sector transporte pasó de 57,792.62 TJ a 101,094.23 TJ para el periodo de 1995-2013, indicando un crecimiento de 74.93% en dicho periodo, sin embargo, es necesario señalar que no es posible tomar en cuenta el intercambio frontal de gasolinas y vehículos. Para el caso de las gasolinas automotrices el consumo registrado en 1995 fue de 34,747.21 TJ, y pasó a 55,599.04 TJ para el 2013, es decir, un crecimiento de 60.01% en el periodo. La turbosina presentó un crecimiento de 546.20% para el mismo periodo. El consumo de diésel para el sector autotransporte tuvo un incremento de 107.16%, no ocurriendo así para el transporte ferroviario y marítimo presentando decrementos en su consumo de -18.89% y -4.93% respectivamente para el mismo periodo (véase Tabla 5.17.).

**Tabla 5.17.**  
Consumo energético,  
por tipo de combustible,  
en la subcategoría  
Transporte, 1995-2013.

Consumo de Combustibles Fósiles para la Subcategoría Transporte							
Año	Gasolinas Automotrices (TJ)	Turbosina (TJ)	Diésel (TJ)			Consumo energético total (TJ)	Consumo energético total (PJ)
			Auto transporte	Ferrovionario	Marítimo		
1995	34,747.21	101.54	19,959.12	N/D	2,984.74	57,792.62	57.79
1996	35,910.28	105.26	20,276.87	807.06	3,140.07	60,239.54	60.24
1997	36,599.05	109.48	23,088.08	820.29	3,256.37	63,873.27	63.87
1998	34,870.15	694.60	24,777.68	758.32	3,914.88	65,015.62	65.02
1999	36,435.21	776.90	25,297.45	719.97	3,710.31	66,939.84	66.94
2000	40,127.48	1052.35	26,069.89	753.60	5,670.68	73,673.99	73.67
2001	40,797.43	260.63	23,830.38	685.57	4,018.21	69,592.22	69.59
2002	41,089.10	47.26	24,918.20	713.19	2,235.53	69,003.29	69.00
2003	49,883.47	27.41	30,752.09	710.47	2,454.35	83,827.79	83.83
2004	58,256.08	92.50	34,898.85	982.90	2,484.57	96,714.90	96.71
2005	52,975.99	107.09	35,149.13	549.56	2,916.32	91,698.10	91.70
2006	55,906.54	100.88	37,444.65	425.52	2,981.60	96,859.19	96.86
2007	60,603.97	0.68	42,277.78	696.44	3,185.54	106,764.42	106.76
2008	71,204.48	140.68	46,741.25	346.29	5,584.59	124,017.29	124.02
2009	66,327.44	68.37	38,411.43	371.32	3,078.65	108,257.21	108.26
2010	60,011.54	501.55	39,480.95	389.51	3,430.10	103,813.65	103.81
2011	56,996.32	673.45	43,187.91	579.17	5,436.56	106,873.41	106.87
2012	52,470.85	477.69	42,186.93	571.96	3,989.15	99,696.58	99.70
2013	55,599.05	656.16	41,346.74	654.63	2,837.66	101,094.23	101.09
Tasa de crecimiento (1995-2013)	60.01	546.19	107.15	-18.88	-4.92	74.92	74.92

Las emisiones de GEI asociadas a la subcategoría Transporte para el año 1995 ascendieron a 4,173.96 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y para el año de 2013 aumentaron a 7,475.85 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, indicando una tasa de crecimiento de 79.13%. (Véanse tablas 5.18. a la 5.20).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

**Tabla 5.18.**  
Emisiones de GEI,  
Aviación y Transporte  
Terrestre, 1995-2013.

Emisiones de GEI asociadas a la subcategoría Transporte en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas						
Año	Aviación	Transporte terrestre				
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> por gasolinas	CO <sub>2</sub> por diésel	Total CO <sub>2</sub> transporte terrestre	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1995	37.78	2407.98	1478.97	3886.95	1.63	24.13
1996	38.79	2488.58	1502.52	3991.10	1.66	24.51
1997	40.29	2536.31	1710.83	4247.14	1.89	27.91
1998	256.07	2416.50	1836.03	4252.53	2.03	29.96
1999	278.90	2524.96	1874.54	4399.50	2.07	30.58
2000	377.78	2780.83	1931.78	4712.61	2.14	31.52
2001	92.20	2827.26	1765.83	4593.09	1.95	28.81
2002	16.72	2847.47	1846.44	4693.91	2.04	30.13
2003	9.33	3456.92	2278.73	5735.65	2.52	37.18
2004	34.54	4037.15	2586.00	6623.15	2.86	42.19
2005	36.54	3671.24	2604.55	6275.79	2.88	42.50
2006	34.42	3874.32	2774.65	6648.97	3.07	45.27
2007	0.24	4199.86	3132.78	7332.64	3.46	51.11
2008	54.60	4934.47	3463.53	8398.00	3.83	56.51
2009	24.81	4596.49	2846.29	7442.78	3.15	46.44
2010	179.03	4158.80	2925.54	7084.34	3.23	47.73
2011	242.75	3949.84	3200.22	7150.07	3.54	52.21
2012	159.94	3636.23	3126.05	6762.28	3.46	51.00
2013	239.92	3853.01	3063.79	6916.81	3.39	49.99
Tasa de crecimiento 1995-2013	535.11%	60.01%	107.15%	77.94%	535.11%	60.01%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

**Tabla 5.19.**  
Emisiones de  
GEI, Ferroviario y  
Navegación Marítima,  
1995-2013.

Emisiones de GEI asociadas a la subcategoría Transporte en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas						
Año	Ferrocarriles			Navegación marítima y fluvial		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1995	N/D	N/D	N/D	221.17	0.44	1.85
1996	59.80	0.07	7.16	232.68	0.46	1.95
1997	60.78	0.07	7.27	241.30	0.48	2.02
1998	56.19	0.07	6.72	290.09	0.58	2.43
1999	53.35	0.06	6.38	274.93	0.55	2.30
2000	55.84	0.07	6.68	420.20	0.83	3.52
2001	50.80	0.06	6.08	297.75	0.59	2.49
2002	52.85	0.06	6.32	165.65	0.33	1.39
2003	52.65	0.06	6.30	181.87	0.36	1.52

Emisiones de GEI asociadas a la subcategoría Transporte en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas						
Año	Ferrocarriles			Navegación marítima y fluvial		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
2004	72.83	0.09	8.71	184.11	0.37	1.54
2005	40.72	0.05	4.87	216.10	0.43	1.81
2006	31.53	0.04	3.77	220.94	0.44	1.85
2007	51.61	0.06	6.17	236.05	0.47	1.98
2008	25.66	0.03	3.07	413.82	0.82	3.46
2009	27.51	0.03	3.29	228.13	0.45	1.91
2010	28.86	0.03	3.45	254.17	0.50	2.13
2011	42.92	0.05	5.13	402.85	0.80	3.37
2012	42.38	0.05	5.07	295.60	0.59	2.47
2013	48.51	0.06	5.80	210.27	0.42	1.76
Tasa de crecimiento 1995 - 2013	107.15%	107.16%	-18.89%	-18.89%	-18.89%	-4.93%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

Emisiones totales de GEI provenientes de la subcategoría Transporte	
Año	Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas
1995	4,173.96
1996	4,358.18
1997	4,629.16
1998	4,896.65
1999	5,048.63
2000	5,611.18
2001	5,073.82
2002	4,969.40
2003	6,027.43
2004	6,970.38
2005	6,621.68
2006	6,990.29
2007	7,683.79
2008	8,959.80
2009	7,778.50
2010	7,603.49
2011	7,903.69
2012	7,322.84
2013	7,475.85
Tasa de crecimiento 1995-2013	79.11 %

**Tabla 5.20.**  
Emisiones de GEI, subcategoría Transporte, 1995-2013, Tamaulipas.

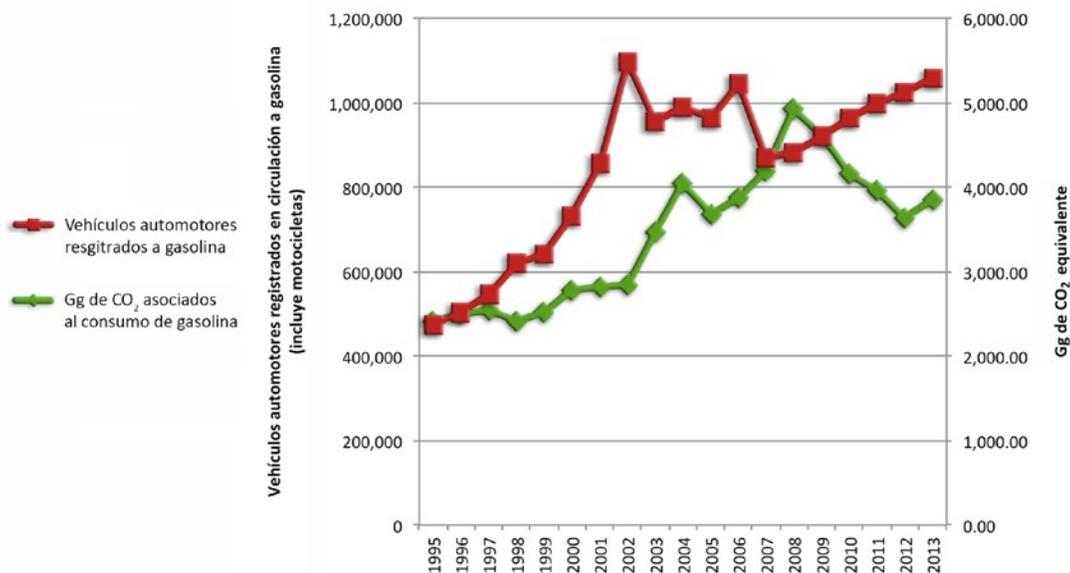
Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER (SENER, 2014).

En los Gráficos 5.12. y 5.13. que se presentan a continuación se observan algunas coincidencias entre las emisiones de GEI estimadas con el parque vehicular, tanto para las emisiones asociadas a las gasolinas automotrices como al diésel consumido en el sector autotransporte, aunque es necesario hacer notar que las emisiones tienen relación con el estado que guarda el motor del transporte en cuestión. El consumo de gasolinas automotrices está asociado principalmente a los vehículos de motor y el consumo de diésel a los camiones y camionetas de carga y de pasajeros, en el contexto del sector autotransporte.

En la Gráfica 5.12. se observan las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente provenientes del consumo de gasolinas automotrices para el periodo de 1995-2013, las cuales presentan una tasa de crecimiento del 60%, y una tasa de crecimiento media anual de 3%, aunque con periodos de decrecimiento entre 2004 – 2005 y de 2008 – 2012, mientras que el parque vehicular tuvo un incremento constante al pasar de 479,854 en 1995 a 1 millón 74 mil 382 vehículos (incluidas motocicletas) que representa una tasa de crecimiento media anual de 5% y de una tasa de crecimiento para el periodo de 1995-2013 de 123.89%.

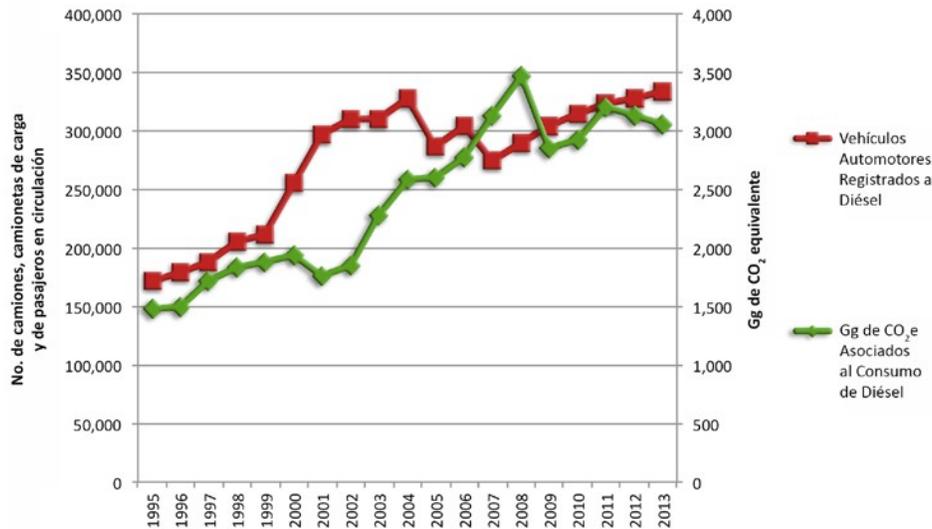
La disminución del 2009 al 2013 de GEI, sugieren un incremento en la eficiencia en el consumo de los vehículos a gasolina, aunque esto requiere una investigación específica más profunda.

**Gráfica 5.12.**  
Gigagramos de CO<sub>2</sub> asociados al consumo de gasolinas automotrices y Número de vehículos de motor registrados en circulación, Tamaulipas, 1995-2013.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER (SENER, 2014) y del Banco de Información del INEGI.

Por su parte, el sector autotransporte, que consume el 88.0% del diésel en el Estado, muestra un comportamiento similar al de vehículos automotores, al pasar de 171,584 en 1995 (incluyendo camiones de pasajeros y de carga) a 333,989 en 2013. Dicha tendencia es consistente con la evolución en las emisiones por consumo de diésel, al pasar de 1,478.97 a 3,063.79 Gg de CO<sub>2</sub>e en el mismo periodo (véase Gráfica 5.13.).



**Gráfica 5.13.** Gigagramos de CO<sub>2</sub> asociados al consumo de Diésel para el sector autotransporte y Camiones de pasajeros, camiones y camionetas de carga registrados en circulación.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE de la SENER (SENER, 2014) y del Banco de Información del INEGI.

Esta categoría comprende el consumo de combustibles fósiles en los subsectores siguientes: Comercial/Institucional, Residencial y de Servicios y Agrícola. Los datos de actividad disponibles en el SIE de la SENER para esta categoría son:

1A 4. Otros sectores

- Para el Gas natural: Demanda Interna de Gas Natural por Estado (Tamaulipas), Sectores Residencial, Servicios y Autotransporte.
- Para el Gas LP: Ventas de gas LP en plantas de distribución al sector agrícola, Ventas de gas LP en plantas de distribución al sector comercial y servicios, y Ventas internas de gas LP totales en el Estado. El consumo de gas LP para el sector residencial se determinó a partir de las ventas internas totales de este combustible menos su consumo en los sectores industrial, agrícola y comercial, ya que se carece de esta información para el sector residencial en la base de datos del SIE de la SENER, pero resulta apropiado determinar así el consumo residencial, para dar una primera aproximación del mismo en este subsector. Estos datos sobre las ventas del gas LP de los distintos sectores se cuentan con su registro a partir del 2006 así que se incorporan a la serie 1995-2013, a partir de ese año.

El consumo de combustibles fósiles (gas natural y gas LP), para el sector “*otros sectores*” presenta un crecimiento de 2,048.42%; esto indica que en el año de 1995 se consumió en esta categoría 705.25 TJ y en el 2013 un total de 13,095.46 TJ.

Para el caso de las emisiones de GEI totales asociadas a esta categoría se tiene que pasaron de 39.66 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente a 938.55 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.

El consumo de gas LP para el sector residencial pasó de 10,095.19 TJ a 11,989.28TJ, para el periodo 2006-2013. Para el caso de las emisiones provenientes del sector residencial las emisiones pasaron de 632.41 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en el 2006 a 751.06 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente al 2013 lo que representa un crecimiento del 18.76%.

**Tabla 5.21.**  
Consumo energético,  
por tipo de combustible  
de la categoría “Otros  
Sectores”.

Año	Consumo del gas natural en Terajoules	Consumo de gas LP (TJ)			Total
	(TJ) Residencial y de servicios	Comercial y de servicios	Sector agrícola	Sector residencial*	(TJ)
1995	705.26	N/D	N/D	N/D	705.26
1996	783.73	N/D	N/D	N/D	783.73
1997	745.69	N/D	N/D	N/D	745.69
1998	622.57	N/D	N/D	N/D	622.57
1999	743.52	N/D	N/D	N/D	743.52
2000	983.41	N/D	N/D	N/D	983.41
2001	1034.21	N/D	N/D	N/D	1034.21
2002	1027.25	N/D	N/D	N/D	1027.25
2003	1573.47	N/D	N/D	N/D	1573.47
2004	1554.42	N/D	N/D	N/D	1554.42
2005	1890.94	N/D	N/D	N/D	1890.94
2006	1953.38	859.11	187.79	10095.19	13095.47
2007	1988.56	1013.62	139.48	12579.33	15721.00
2008	2014.63	1084.83	133.48	13295.33	16528.26
2009	1990.88	1270.94	132.10	12545.65	15939.57
2010	2058.25	1439.24	147.26	13313.31	16958.06
2011	1872.23	1410.67	169.06	13836.60	17288.56
2012	1924.56	1348.32	186.81	12580.11	16039.81
2013	1786.05	1177.86	198.64	11989.28	15151.83

Nota: El consumo de gas LP para el sector residencial se determinó a partir de las ventas internas totales de este combustible menos su consumo en los sectores industrial, agrícola y comercial.  
N/D. No hay disponibilidad para esos años.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

**Tabla 5.22.**  
Emisiones de GEI  
provenientes del  
Sector Residencial y de  
Servicios por consumo  
de Gas Natural.

Año	(Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)			Total GEI (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)
	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Emisiones de N <sub>2</sub> O	
1995	39.56	0.07	0.02	39.66
1996	43.97	0.08	0.02	44.07
1997	41.83	0.08	0.02	41.93
1998	34.93	0.07	0.02	35.01
1999	41.71	0.08	0.02	41.81
2000	55.17	0.10	0.03	55.30
2001	58.02	0.11	0.03	58.16
2002	57.63	0.11	0.03	57.77
2003	88.27	0.17	0.05	88.49
2004	87.20	0.16	0.05	87.41
2005	106.08	0.20	0.06	106.34
2006	109.58	0.21	0.06	109.85
2007	111.56	0.21	0.06	111.83

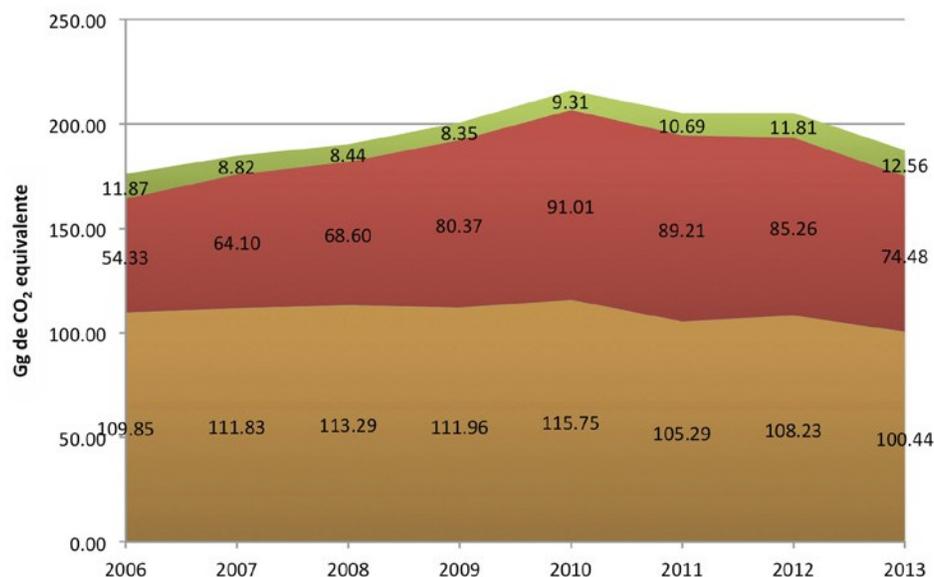
(Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)				
Año	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Emisiones de N <sub>2</sub> O	Total GEI (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)
2008	113.02	0.21	0.06	113.29
2009	111.69	0.21	0.06	111.96
2010	115.47	0.22	0.06	115.75
2011	105.03	0.20	0.06	105.29
2012	107.97	0.20	0.06	108.23
2013	100.20	0.19	0.06	100.44
Tasa de crecimiento (1995-2013)		153.24%		

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

Gg de CO <sub>2</sub> equivalente o miles de toneladas				
Año	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total de GEI
2006	54.21	0.09	0.03	54.33
2007	63.96	0.11	0.03	64.10
2008	68.45	0.11	0.03	68.60
2009	80.20	0.13	0.04	80.37
2010	90.82	0.15	0.04	91.01
2011	89.01	0.15	0.04	89.21
2012	85.08	0.14	0.04	85.26
2013	74.32	0.12	0.04	74.48
Tasa de crecimiento (2006-2013)		37.10%		

**Tabla 5.23.** Emisiones de GEI Sector Comercial y de Servicios por consumo de Gas L.P 2006-2013.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).



**Gráfica 5.14.** Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente para la categoría "Otros Sectores", según sector, periodo 2006-2013.

■ Sector agrícola  
 ■ Comercial y de servicios  
 ■ Sector residencial y de servicios

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIE de la SENER. (SENER, 2014).

1B. Emisiones Fugitivas  
provenientes de la fabricación  
de combustibles

*Generalidades y  
descripción de las  
fuentes  
para el estado de  
Tamaulipas*

El término emisiones fugitivas hace referencia a todas las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los sistemas de petróleo y gas, con excepción de los aportes de la quema de combustible. Los sistemas de petróleo y gas natural comprenden toda la infraestructura necesaria para producir, recopilar, procesar o refinar y llevar al mercado el gas natural y los productos del petróleo. El sistema comienza en la cabeza de pozo, o en la fuente de petróleo y gas, y termina en el punto de venta final al consumidor.

El estado de Tamaulipas posee una importante infraestructura petrolera a nivel nacional. De acuerdo con la información proporcionada por PEMEX (PEMEX, 2014), los sistemas de petróleo y gas con los que cuenta Tamaulipas, a grandes rasgos, son: para la exploración y producción de petróleo y gas, equipos de perforación en la zona de Altamira y en la zona de Burgos; cuenta con la procesadora de gas "Burgos" y la procesadora de gas "Arenque", en las cuales se procesa gas húmedo amargo; cuenta con el complejo petroquímico "Reynosa" donde se lleva a cabo la producción de petroquímicos; y la Refinería Francisco I. Madero que se encuentra localizada en la margen izquierda del río Pánuco, casi en su desembocadura al Golfo de México, dentro del municipio de Ciudad Madero; dicha refinería cuenta actualmente con 20 plantas de proceso en operación, en las cuales se lleva a cabo la destilación atmosférica, destilación al vacío, desintegración catalítica, y petroquímica. La capacidad nominal del proceso de crudo de la Refinería es de 186,000 bl/día. Los productos que se obtienen en la Refinería de Madero son: Gas Licuado, Gasolinas Pemex Magna, Pemex Premium y Pemex Diésel, Gasavión 100, Turbosina, Diésel Desulfurado, Diésel Marino, Combustóleo, Coque, Asfalto AC-20 y AC-30, y Azufre.

Los datos de actividad para la estimación de las emisiones de metano de las actividades de petróleo y gas corresponden a la producción de petróleo crudo, el transporte de petróleo para su exportación, la refinación y almacenamiento de petróleo, la producción de gas natural, el procesamiento, transmisión y distribución de gas, su consumo industrial (centrales eléctricas, sector energético y sector industrial), y su consumo en los sectores residencial y comercial. Los datos de actividad disponibles van desde 1990 al 2013 y corresponden a la producción de petróleo crudo, producción de gas natural, número de pozos perforados y petróleo crudo y líquidos procesados en refinería. Para el resto de los datos de actividad requeridos no se dispone de dicha información debido a la falta de información geo-referenciada en el Sistema de Información Energética (SIE) del país; esto propicia una recopilación de datos escasa. Los datos de actividad disponibles se recopilaron del SIE (2014) y se resumen en la Tabla 5.24.:

AÑO	Producción de Petróleo crudo en Tamaulipas (Mm <sup>3</sup> ) Miles de metros cúbicos	Producción de Gas natural (millones de metros cúbicos gaseosos)	Número de pozos perforados	Petróleo crudo y líquidos procesados en refinería (metros cúbicos)
1990	772.80	1,714.36	3	3,368,788.82
1991	824.23	1,676.47	17	9,836,651.49
1992	864.72	1,809.15	4	9,918,662.23
1993	894.97	1,519.75	1	10,076,013.08
1994	925.79	1,494.58	14	9,293,201.88
1995	923.56	1,434.24	38	9,305,631.91
1996	936.70	2,048.09	44	8,323,322.25
1997	962.64	2,908.29	57	7,990,808.22
1998	939.63	4,559.60	135	8,563,006.73
1999	922.21	5,966.95	157	8,690,973.89
2000	871.20	5,472.66	195	8,685,281.82
2001	872.60	5,746.45	371	6,142,608.03
2002	776.32	5,972.51	329	6,267,618.87
2003	659.75	6,319.13	364	8,195,382.07
2004	642.23	7,136.60	378	8,452,975.96
2005	630.63	8,202.37	427	8,233,922.95
2006	588.49	9,619.43	407	8,666,413.80
2007	540.50	10,222.23	252	8,206,111.92
2008	499.29	9,706.59	226	8,850,255.19
2009	510.05	9,887.34	362	8,811,353.00
2010	492.28	9,256.42	244	7,335,670.46
2011	535.66	8,296.73	187	6,812,773.14
2012	939.76	8,151.89	196	7,434,679.98
2013	1,112.78	8,530.23	118	7,530,211.24

Tabla 5.24.

Datos de actividad del petróleo y gas natural para el estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de las estimaciones de las emisiones de GEI para las emisiones fugitivas.

### Resultados de la categoría Emisiones Fugitivas

Año	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Emisiones Fugitivas Totales
Ggde CO <sub>2</sub> equivalente				
1990	937.56	159.54	0.187	1,097.28
1991	964.65	160.23	0.199	1,125.09
1992	1024.92	170.64	0.208	1,195.78
1993	968.48	150.77	0.207	1,119.46
1994	980.84	151.38	0.215	1,132.44
1995	963.99	148.83	0.218	1,113.04
1996	1,132.09	194.45	0.234	1,326.78

Tabla 5.25.

Emisiones fugitivas por tipo de gas.

Año	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Emissiones Fugitivas Totales
Gg de CO <sub>2</sub> equivalente				
1997	1,373.27	259.09	0.259	1,632.62
1998	1,791.87	384.16	0.301	2,176.34
1999	2,149.20	487.28	0.329	2,636.82
2000	1,988.47	452.16	0.316	2,440.96
2001	2,061.87	486.24	0.354	2,548.47
2002	2,059.59	494.93	0.332	2,554.85
2003	2,078.53	517.63	0.322	2,596.50
2004	2,281.61	577.29	0.337	2,859.24
2005	2,553.63	658.06	0.365	3,212.05
2006	2,897.27	757.38	0.381	3,655.047
2007	3,021.78	786.50	0.355	3,808.64
2008	2,861.32	745.13	0.332	3,606.79
2009	2,917.46	769.67	0.362	3,687.49
2010	2,738.45	713.59	0.325	3,452.37
2011	2,513.73	641.32	0.304	3,155.37
2012	2,731.24	649.77	0.383	3,381.41
2013	2,932.51	678.77	0.411	3,611.69

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

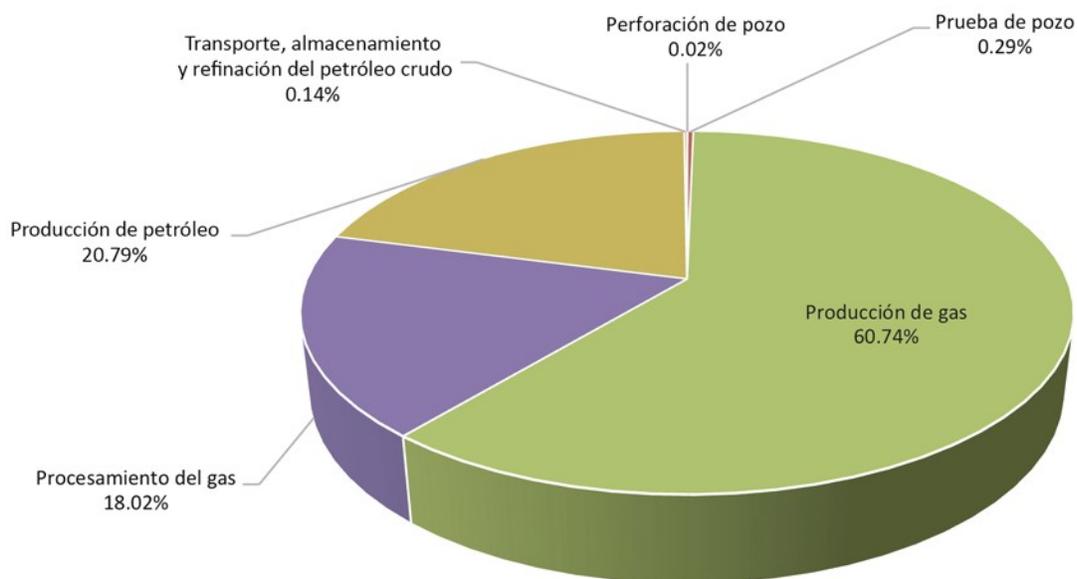
**Tabla 5.26.**  
Emisiones fugitivas, por subcategoría, 1990-2013, Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, Tamaulipas.

Año	Perforación de Pozo	Prueba de Pozo	Producción de gas	Procesamiento del gas	Producción de Petróleo	Transporte, Almacenamiento y Refinación del Petróleo crudo
	Gg de CO <sub>2</sub> equivalente					
1990	0.0213	0.267	441.47	130.95	522.30	2.26
1991	0.120	1.515	431.71	128.06	557.07	6.60
1992	0.028	0.356	465.88	138.19	584.43	6.88
1993	0.007	0.0891	391.35	116.09	604.88	7.035
1994	0.099	1.247	384.87	114.16	625.70	6.34
1995	0.270	3.387	369.33	109.55	624.20	6.28
1996	0.313	3.922	527.41	156.44	633.08	5.60
1997	0.405	5.081	748.92	222.15	650.61	5.44
1998	0.960	12.034	1,174.15	348.29	635.06	5.82
1999	1.117	13.995	1,536.57	455.80	623.29	6.049
2000	1.387	17.382	1,409.28	418.04	588.81	6.045
2001	2.640	33.071	1,479.78	438.95	589.75	4.26
2002	2.341	29.327	1,538.00	456.22	524.68	4.27

Año	Perforación de Pozo	Prueba de Pozo	Producción de gas	Procesamiento del gas	Producción de Petróleo	Transporte, Almacenamiento y Refinación del Petróleo crudo
	Gg de CO <sub>2</sub> equivalente					
2003	2.590	32.447	1,627.26	482.70	445.90	5.59
2004	2.689	33.695	1,837.77	545.14	434.06	5.88
2005	3.038	38.063	2,112.22	626.55	426.22	5.95
2006	2.896	36.280	2,477.13	734.80	397.74	6.19
2007	1.793	22.463	2,632.36	780.85	365.30	5.87
2008	1.608	20.145	2,499.57	741.46	337.45	6.54
2009	2.575	32.269	2,546.12	755.26	344.72	6.53
2010	1.736	21.750	2,383.65	707.07	332.71	5.44
2011	1.330	16.669	2,136.51	633.76	362.03	5.04
2012	1.394	17.471	2,099.22	622.70	635.15	5.46
2013	0.839	10.518	2,196.64	651.60	752.08	5.059

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

**Gráfica 5.15.** Contribución por subcategoría en las emisiones fugitivas, Tamaulipas, 2013 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).



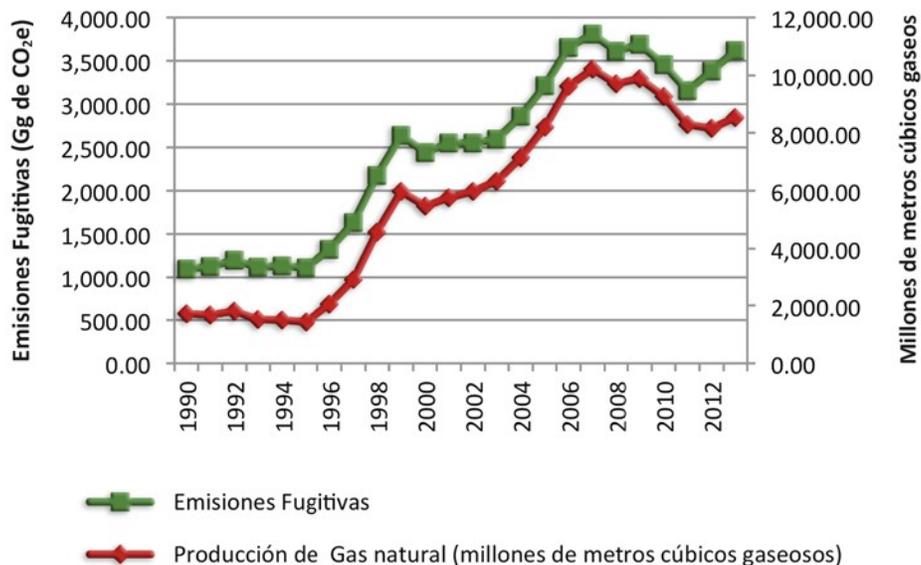
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (2014).

**Tabla 5.27.**  
Precursores de ozono.

Año	Precursores de Ozono (Gigagramos)			
	Emisiones de CO	Emisiones de NOx	Emisiones de COVDM	Emisiones de SO2
1990	0.0002695	0.00016844	0.00178546	0.00269503
1991	0.00078693	0.00049183	0.00521343	0.00786932
1992	0.00079349	0.00049593	0.00525689	0.00793493
1993	0.00080608	0.0005038	0.00534029	0.00806081
1994	0.00074346	0.00046466	0.0049254	0.00743456
1995	0.00074445	0.00046528	0.00493198	0.00744451
1996	0.00066587	0.00041617	0.00441136	0.00665866
1997	0.00063926	0.00039954	0.00423513	0.00639265
1998	0.00068504	0.00042815	0.00453839	0.00685041
1999	0.00069528	0.00043455	0.00460622	0.00695278
2000	0.00069482	0.00043426	0.0046032	0.00694823
2001	0.00049141	0.00030713	0.00325558	0.00491409
2002	0.00050141	0.00031338	0.00332184	0.0050141
2003	0.00065563	0.00040977	0.00434355	0.00655631
2004	0.00067624	0.00042265	0.00448008	0.00676238
2005	0.00065871	0.0004117	0.00436398	0.00658714
2006	0.00069331	0.00043332	0.0045932	0.00693313
2007	0.00065649	0.00041031	0.00434924	0.00656489
2008	0.00070802	0.00044251	0.00469064	0.0070802
2009	0.00070491	0.00044057	0.00467002	0.00704908
2010	0.00058685	0.00036678	0.00388791	0.00586854
2011	0.00054502	0.00034064	0.00361077	0.00545022
2012	0.00059477	0.00037173	0.00394038	0.00594774
2013	0.00060242	0.00037651	0.00399101	0.00602417

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

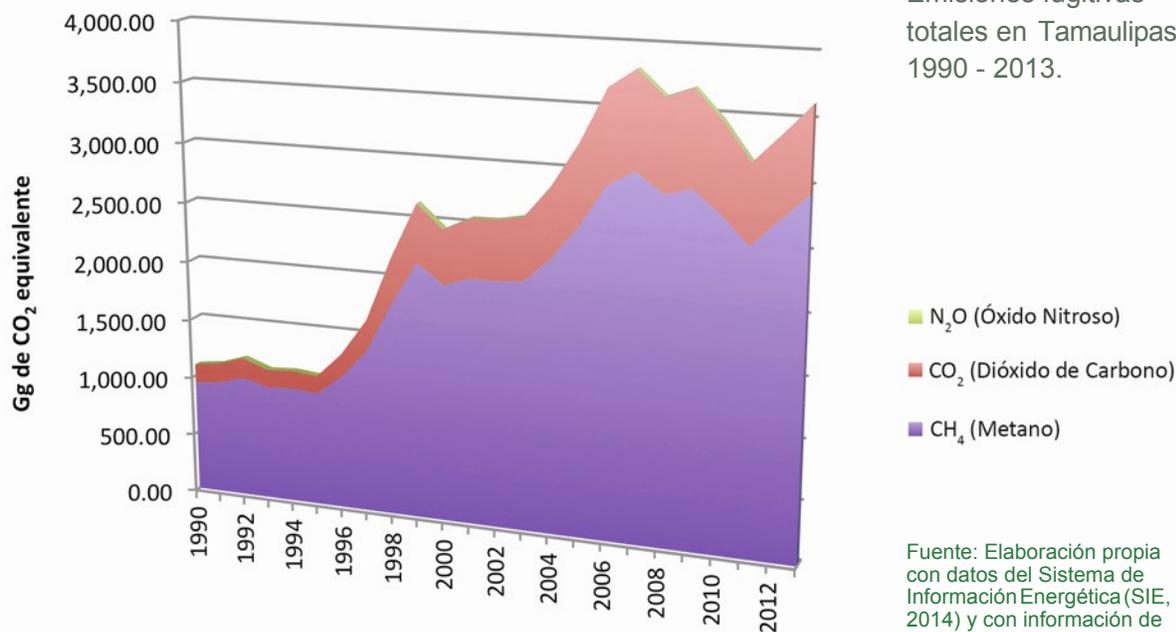
La Gráfica 5.16. muestra un comportamiento muy similar al de las emisiones fugitivas respecto a la producción de Gas Natural, lo que es consistente con el hecho de que casi el 80% de las emisiones fugitivas provienen precisamente de la producción (61%) y procesamiento (18%) de gas natural.



**Gráfica 5.16.**  
Emisiones fugitivas totales de la industria del petróleo versus gas natural en Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

La misma gráfica permite observar que las emisiones fugitivas en esta industria presentan una tasa de crecimiento media anual para el periodo 1995-2013 del 7.34%. En las gráficas posteriores (de la 5.17. a la 5.21.) se registra que las subcategorías “producción de gas”, “procesamiento del gas” y “producción de petróleo” son las que más contribuyen a la liberación de las emisiones fugitivas en el estado y en el mismo orden de importancia.

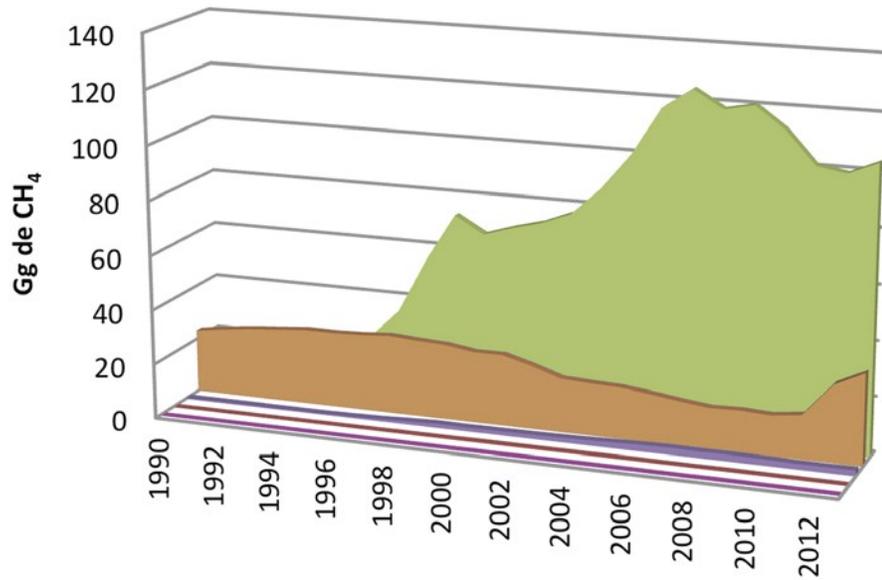


**Gráfica 5.17.**  
Emisiones fugitivas totales en Tamaulipas, 1990 - 2013.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

**Gráfica 5.18.**  
Emisiones fugitivas de Metano por categoría de fuente.

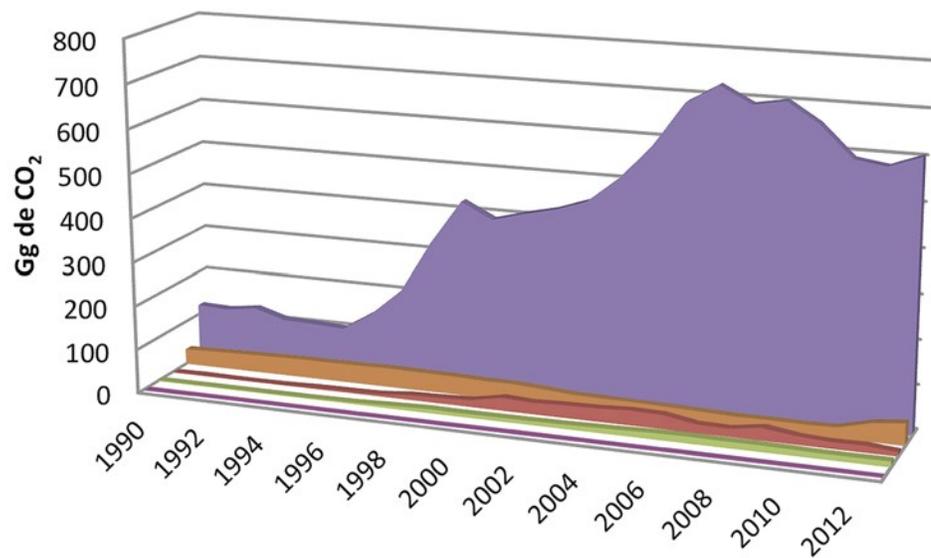
- Categoría: Perforación de pozos
- Categoría: Prueba de pozo
- Categoría: Procesamiento del gas
- Categoría: Producción de petróleo
- Categoría: Producción de gas



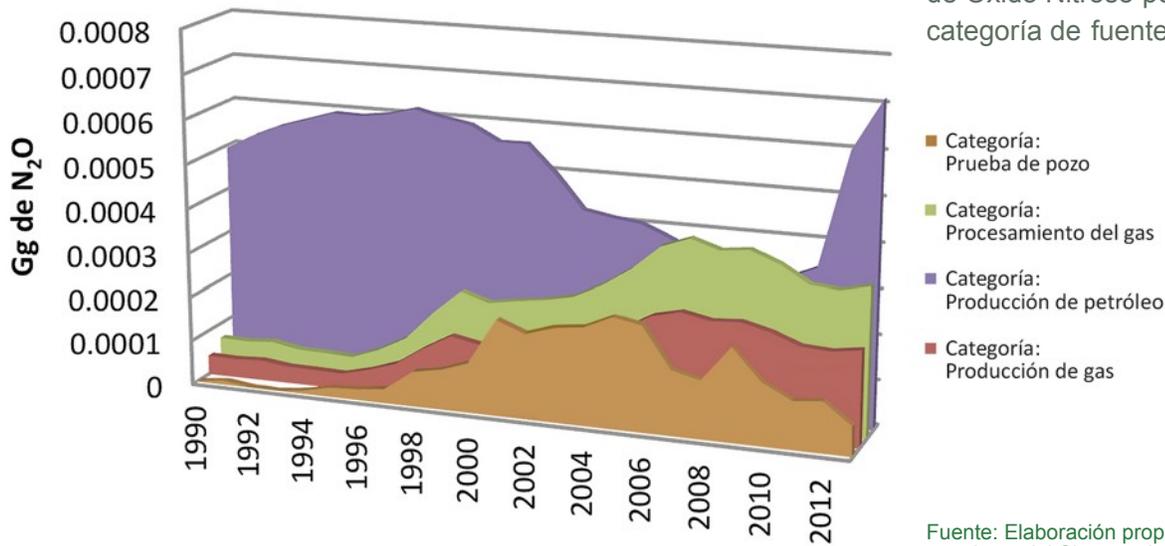
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

**Gráfica 5.19.**  
Emisiones fugitivas de Dióxido de Carbono por categoría de fuente.

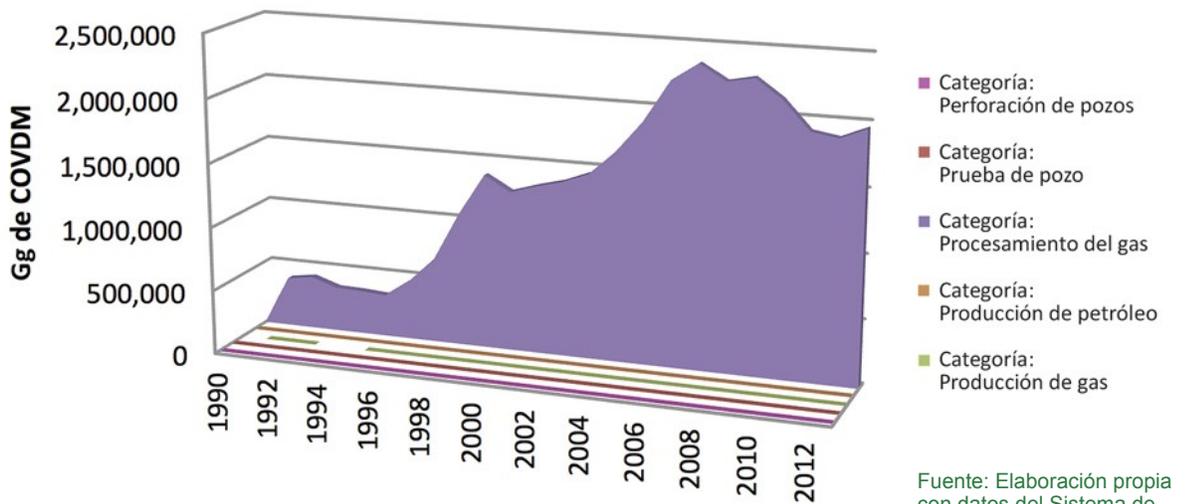
- Categoría: Perforación de pozos
- Categoría: Prueba de pozo
- Categoría: Procesamiento del gas
- Categoría: Producción de petróleo
- Categoría: Producción de gas



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

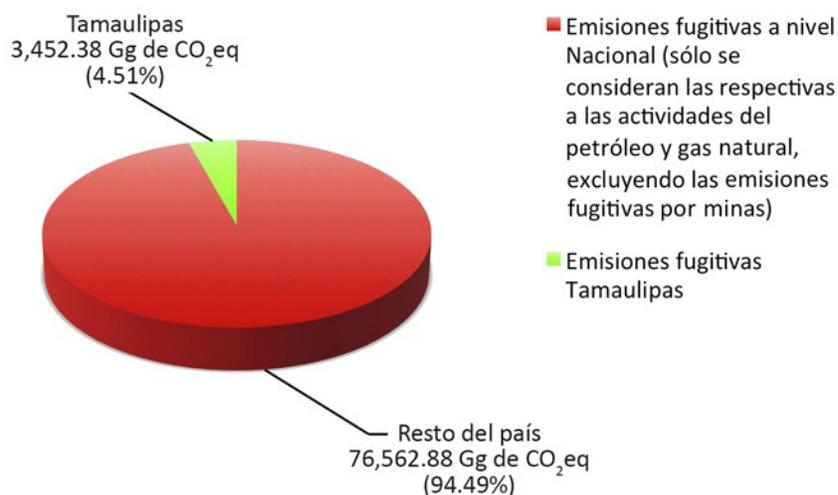


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.

Vale la pena señalar que en su Plan de Acción Climática 2013 (PEMEX, 2013a) y en su Programa de Reducción de Emisiones (NAMA) en Sistemas de Procesamiento, Transporte y Distribución de Gas Natural a través de la Reducción de Emisiones Fugitivas, PEMEX plantea evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos a través de la implementación de dicha NAMA, misma que plantea la reducción de emisiones a través de la identificación de diversas fuentes de fugas tales como en la perforación y pruebas de pozos, emisiones relacionadas a los gases asociados no aprovechados (venteados o quemados), emisiones de mantenimiento en la producción, transporte y distribución de gas natural, emisiones procedentes de compresores (pérdidas de sello y puesta en marcha y paro), entre otras acciones. (PEMEX, 2013b)

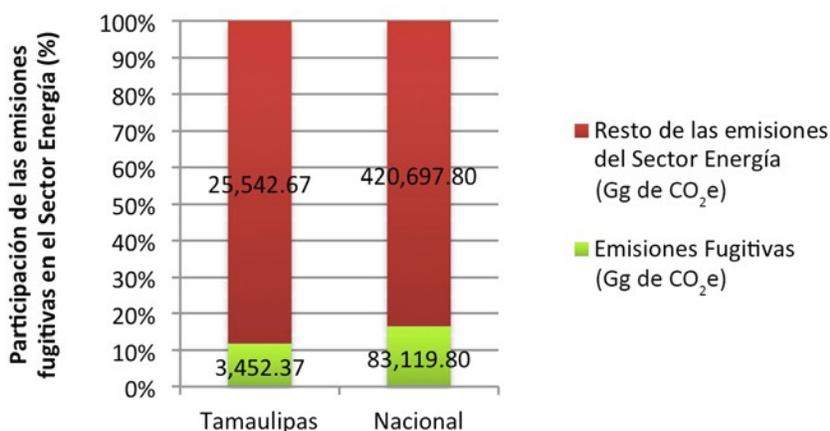
**Gráfica 5.22.**  
Participación de Tamaulipas en las emisiones fugitivas a nivel nacional, 2010 (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos.



**Gráfica 5.23.**  
Participación de las emisiones fugitivas en Tamaulipas versus el nivel nacional, 2010.

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE, 2014) y con información de Petróleos Mexicanos. Los datos a nivel nacional se obtuvieron de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. SEMARNAT. INECC, 2012.



Como puede observarse, la Gráfica 5.22. da cuenta de la participación de Tamaulipas en las emisiones fugitivas de 2010 y que corresponden a 4.51% de las emisiones nacionales, de un total de 76,562,88 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, cuya cifra es reportada en el Inventario Nacional de Emisiones de GEI 2010 (SEMARNAT – INECC, 2013) en la página 53, cuadro III.8, para el sector Industria del Petróleo y Gas Natural. A su vez, la Gráfica 5.23 muestra que las emisiones fugitivas en el Estado contribuyen con el 11.91% de las emisiones totales del Sector Energía, mientras que a nivel nacional, esta proporción llega al 16.5%, es decir, en términos relativos, Tamaulipas contribuye proporcionalmente menos en esta subcategoría que cuando se compara a nivel país.

Las emisiones generadas por el sector de procesos industriales comprenden una amplia gama de actividades y reflejan las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que no proceden de la combustión. Los procesos industriales que existen en Tamaulipas y cuyas emisiones se calculan en este inventario son los siguientes: uso de caliza y petrolíferos, en específico el negro de humo.

Si bien existen otros procesos industriales llevados en Tamaulipas, no hay cobertura estadística suficiente que permita asegurar el método del IPCC 2006; además, se tienen identificados algunos procesos que no ocurren en todos los estados, como el caso de la fabricación de aluminio que sólo se produce en Veracruz. Otro ejemplo es el del cemento y que de acuerdo con la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM), en el estado de Tamaulipas no se tienen registradas plantas de elaboración de cemento (véase Tabla 5.28.). Las fuentes de información fueron los anuarios estadísticos por estado del INEGI y anuarios estadísticos mineros del Servicio Geológico Mexicano.

### 5.3. Procesos Industriales y Uso de Productos

**Tabla 5.28.**  
Emisiones totales de Gg en CO<sub>2</sub> equivalente proveniente del sector industrial.

Año	Usos de Caliza	Negro de Humo	Total
2000	25.54	479.61	505.16
2001	33.89	29.63	63.52
2002	35.82	3.31	39.13
2003	37.25	374.18	411.43
2004	375.19*	296.89	672.08
2005	26.42	454.87	481.30
2006	25.72	406.12	431.84
2007	20.57	454.34	474.92
2008	38.45	380.38	418.83
2009	40.78	313.88	354.66
2010	41.86	443.07	484.93

Nota: Para 2004 el dato de actividad es 853,261.11 toneladas de caliza, ese dato sobrepasa del resto de los datos y no es consistente. Sin embargo aparece en todos los registros de los Anuarios estadísticos mineros en los que se tiene cobertura para ese año y se puede consultar en Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2004, Edición 2005. Capítulo II. Volumen y Valor de la producción minera por entidad federativa 2000-2004. Tamaulipas. Tabla 6.28 Tamaulipas, página 62. Y en Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2005.

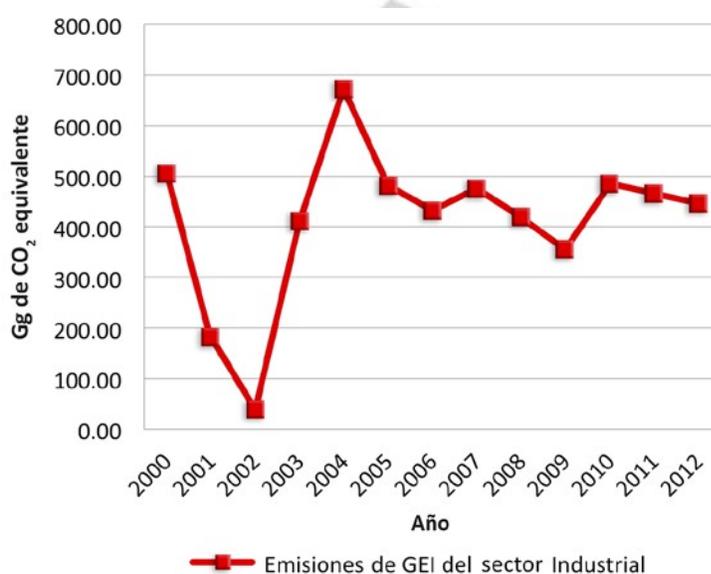
Año	Usos de Caliza	Negro de Humo	Total
2011	41.86	423.50	465.36
2012	53.67	392.24	445.91
Tasa de Crecimiento	110.08	-18.21	-11.72

Las fuentes de información para la elaboración de los datos son:

1. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2004, Edición 2005. Capítulo II. Volumen y Valor de la producción minera por Entidad Federativa 2000-2004. Tamaulipas. Tabla 6.28 Tamaulipas, página 62. Disponible en: [http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2004.pdf](http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2004.pdf). 2. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2005, Edición 2006, En su Capítulo II Sección 7. Volumen y Valor de la producción por producto y Entidad Federativa 2001-2005. No Metálicos: Caliza. Tabla 7.22, Página 80. Disponible En: [http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2005.pdf](http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2005.pdf). 3. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2012, Edición 2013. Capítulo II. Volumen y Valor de la producción minera por Entidad Federativa 2008-2012. Tabla 6.28 Tamaulipas, página 80. Disponible en: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/minero/anuario\\_mineria\\_mexicana\\_2012\\_ed2013.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/anuario_mineria_mexicana_2012_ed2013.pdf). 4. Panorama Minero del estado de Tamaulipas, Septiembre de 2011, sección: Volumen y Valor de la producción minera estatal 2006-2010, página 14. Disponible en: <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/TAMAULIPAS.pdf>

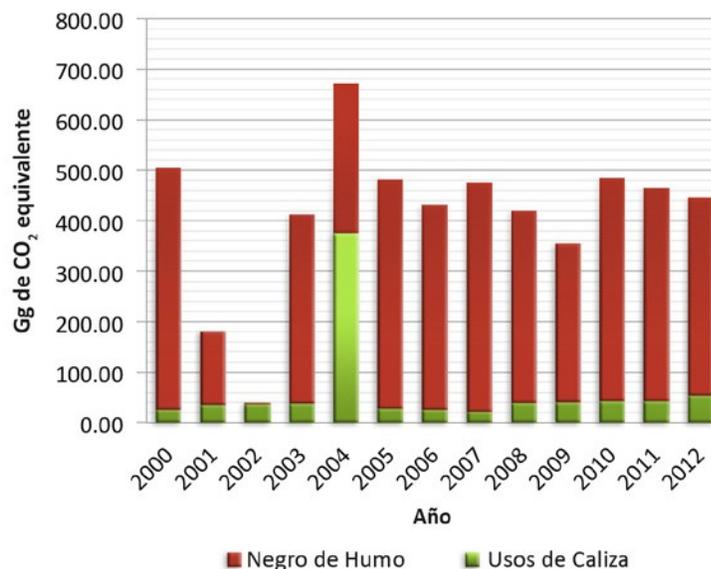
**Gráfica 5.24.**  
Emisiones de GEI, provenientes del sector industrial.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2005, 2006 y 2013; Panorama Minero del Estado de Tamaulipas, 2011 y Anuarios Estadísticos del Estado de Tamaulipas, (varios años).



**Gráfica 5.25.**  
Proporción de negro de humo y usos de caliza en el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2012.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2005, 2006 y 2013; Panorama Minero del Estado de Tamaulipas, 2011 y Anuarios Estadísticos del Estado de Tamaulipas, (varios años).



La Tabla 5.28. muestra las emisiones totales de CO<sub>2</sub> equivalente proveniente del sector de procesos industriales para el periodo 2000–2012, en donde se observa que el uso de caliza tiene una tasa de crecimiento de 110.08, mientras que el negro de humo de -18.21 para dicho periodo. Por otra parte, la gráfica 5.25. muestra la proporción de negro de humo y usos de caliza en el periodo mencionado.

La categoría de AFOLU en Tamaulipas, en conjunto emite aproximadamente 6.8 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente, lo que corresponde a un 16% al resto del inventario del Estado. A continuación se presenta un resumen de los resultados de la categoría.

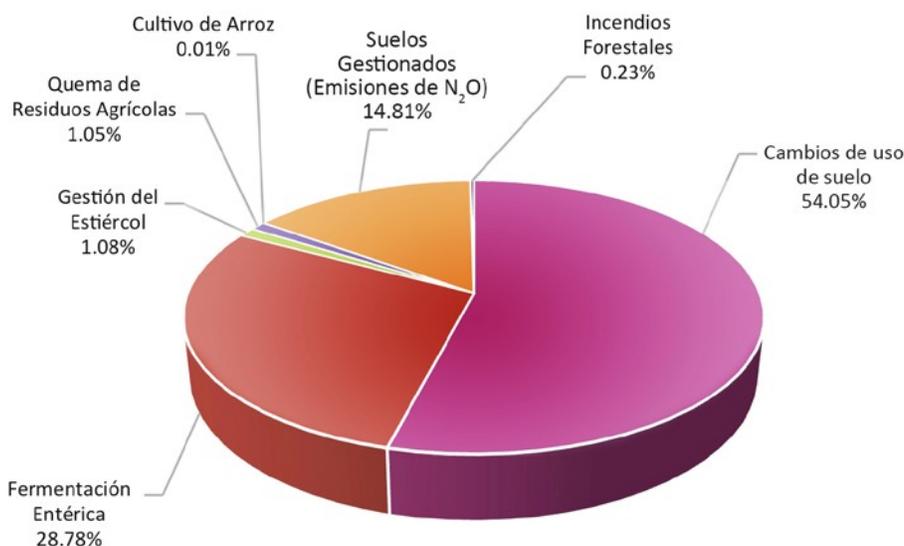
### 5.4. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)

Año	Cambios de uso de suelo	Ganado		Tierras de Cultivo			Tierras Forestales*	TOTAL
		Fermentación Entérica	Gestión del Estiércol	Quema de Residuos Agrícolas	Cultivo de Arroz	Suelos Gestionados (Emisiones de N <sub>2</sub> O)	Incendios Forestales	
2011	3,715.147	1,978.00	73.99	71.91	0.51	1,018.21	16.15	6,874.24

**Tabla 5.29.** Total de emisiones de GEI de la categoría AFOLU (Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).

\*Las emisiones de CO<sub>2</sub> por quemado de biomasa no son contabilizadas en el balance final de la categoría. Si se contabilizan las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O

Aproximadamente el 54.05% se debe a los cambios de uso de suelo e intervenciones a las coberturas forestales. Seguido, se encuentran la fermentación entérica con un 28.78% y las emisiones de N<sub>2</sub>O de la gestión de los suelos o la aplicación de fertilizantes con un 14.81%. El 2% restante se debe a la gestión de estiércol, a la quema de biomasa, y a los cultivos de arroz en la entidad.



**Gráfica 5.26.** Porcentaje de contribución de las subcategorías de AFOLU al total de la categoría.

Fuente: Elaboración propia con base en el SIACON de SAGARPA, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004-2007 y 2009-2013), la serie IV y V (INEGI) agrupada con los estratos de la Quinta Comunicación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero.

### 5.4.1. Cambios de uso de suelo en Tamaulipas

#### 5.4.1.1 Caracterización del sector forestal en Tamaulipas

La importancia de las áreas forestales radica en su función como reservorio natural de carbono, ya que la vegetación albergada ahí convierte el dióxido de carbono atmosférico en materia orgánica estable, proceso que tiene el efecto opuesto al de deforestación o degradación de la cubierta vegetal, de donde se libera dióxido de carbono a la atmósfera, el cual contribuye de forma importante al calentamiento global por su potencial como gas de efecto invernadero.

La degradación de la cubierta vegetal, se define de acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como la remoción o destrucción de la vegetación existente en un área determinada (PNUMA, 2003). Estas prácticas de remoción de la vegetación de áreas forestales se encuentran relacionadas principalmente con actividades productivas en las cuales es necesario realizar cambio de uso de suelo que originalmente sostenía superficies forestales, tales como silvicultura (monocultivos), ganadería y agricultura. En México, la producción forestal ha tenido un repunte en los últimos 16 años, pero con la más importante producción en la última década, lo cual implica una importante reducción de áreas forestales en un corto periodo de tiempo.

El Estado de Tamaulipas tiene una extensión de 8 millones de hectáreas aproximadamente, ocupa el sexto lugar a nivel nacional con un 4.1%, respecto a la extensión total del país. Al ser un Estado árido (clima seco y semiseco), la mayoría de su suelo es ocupado por matorrales y área agrícola. De acuerdo con la última carta de uso de suelo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (serie V); tanto los matorrales xerófilos como la agricultura -de temporal primordialmente- corresponden a un 27% cada uno del espacio total estatal. Sin embargo, al sur de Tamaulipas existen manglares (8%) y bosques de coníferas (3%), resultado de los climas cálido y templado húmedos.

39. La Tabla 5.30. muestra superficie anualizada de los tipos de vegetación, mediante cartas INEGI, los años que se utilizaron para el análisis de uso de suelo son los años 2002, 2010 y 2011 que corresponden a las series III, IV, y V a escala 1:250000 de uso de suelo y vegetación. De acuerdo a datos proporcionados por este organismo la serie discrimina y generaliza los manchones menores a 50 ha en el caso de vegetación natural y 25 ha en el caso de zonas dedicadas a actividades agropecuarias y forestales. Las áreas fueron calculadas con una proyección UTM Z14 norte y un DATUM ITRF 1992.

**Tabla 5.30.**  
Usos de suelo en Tamaulipas al año 2011.<sup>39</sup>

Tipos de Vegetación	Superficie (Ha)	%
Matorral Xerófilo	2,052,405	26.7
Suelo agrícola	2,110,523	27.4
Pastizal	1,627,695	21.1
Selva caducifolia y subcaducifolia	806,330	10.5
Bosque de coníferas	579,627	7.5
Vegetación hidrófila no leñosa	191,256	2.5
Cuerpo de agua	139,753	1.8
Asentamiento humano	97,797	1.3
Vegetación hidrófila	24,639	0.3
Área sin vegetación aparente	22,584	0.3
Bosque mesófilo de montaña	20,965	0.3
Bosque de mezquite	17,494	0.2
Total*	7,698,677	100

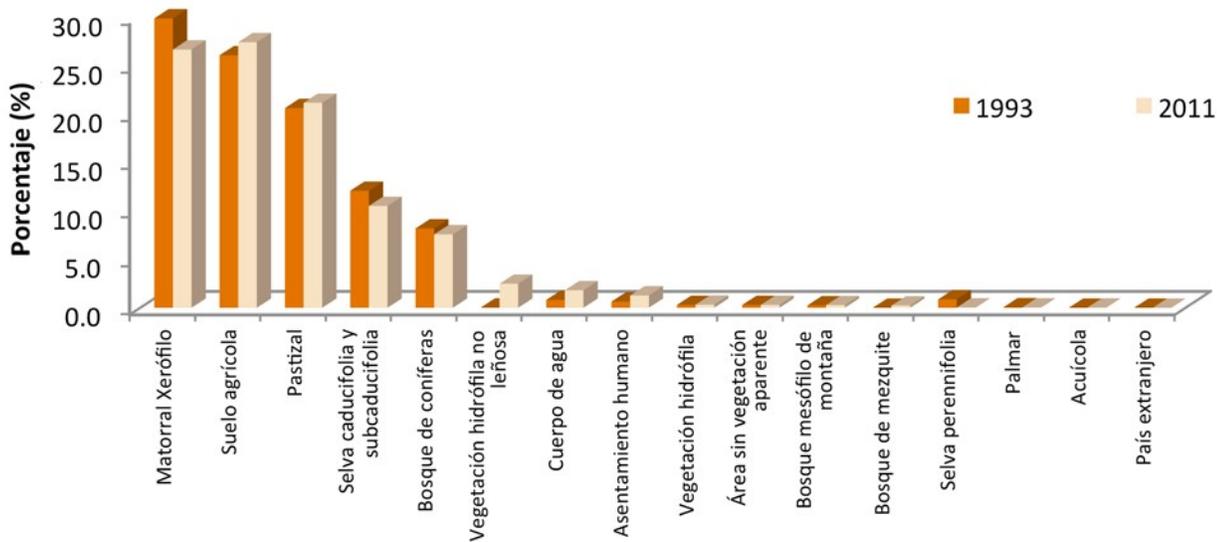
\*Los totales pueden no coincidir debido a que se muestran los usos de suelo más representativos.

Fuente: INEGI, Serie V (2011) a escala 1:250,000 de uso de suelo y vegetación.

De los datos se destaca que las actividades agrícolas han incrementado con el paso de los años, mientras que zonas de matorrales, selvas y bosques se están reduciendo en la entidad. Esto es especialmente importante debido a que el matorral es un gran reservorio de carbono, al ser tan importante en superficie, es un ecosistema expuesto a riesgos por cambios de uso de suelo y por lo tanto a transformarse en una fuente de emisión de CO<sub>2</sub>.

En la Gráfica 5.27. se puede observar cómo en este periodo de tiempo se ha perdido un 3% de la superficie de matorrales xerófilos, dando lugar al crecimiento de la zona agrícola en un 1.3% y a la zona de pastizales con un 0.5% con respecto al año 1993. Asimismo, se puede observar que se ha perdido la mayoría de la selva perennifolia.

**Gráfica 5.27.**  
Cambios de uso de suelo 1993 vs 2011 (%).



El Gobierno del Estado de Tamaulipas reporta una superficie de 751,637 hectáreas forestales productivas (14.45% de su extensión territorial), de las cuales se obtienen anualmente un promedio de 140 mil m<sup>3</sup> en rollo de productos maderables, provenientes principalmente de distintas especies de pinos y encinos. A su vez, se generan al año entre 4 y 6 mil m<sup>3</sup> de productos no maderables como la palma real, agave lechuguilla, vara para tutor, palma camedor, heno o paxtle, hoja de orégano, cogollos y laurel (Gobierno de Tamaulipas, 2006; INEGI, 2010). De los anuarios estadísticos de SEMARNAT se obtuvo la producción forestal para Tamaulipas, a partir de la cual se realizaron las estimaciones de pérdida de carbono causada por la explotación de la industria maderera en los reservorios de tierras que permanecen como bosques. Estas estimaciones reflejan directamente el impacto de las extracciones de dichos productos y de los cambios profundos en los ecosistemas, ya que de fragmentos de bosque se convierten en monocultivos de las especies de interés comercial (véase Tabla 5.31.).

Fuente: Elaboración propia con datos de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación la Series de INEGI II y V.

Miquihuana, Tamaulipas



Foto: Sergio Antonio Arratia García

**Tabla 5.31.**  
Extracción anual de  
madera (m<sup>3</sup>/rollo).

Especie/Año	2010	2011	2012	2013
Pino	25,779	36,254	41,398	22,990
Oyamel	0	0	0	2,107
Otras coníferas	0	0	0	5,144
Encino	3,924	2,901	1,917	1,227
Otras latifoliadas	0	6,251	6,380	0
Preciosas	0	0	0	0
Comunestropicales	107,208	111,097	102,882	106,2094
<b>Total</b>	<b>136,911</b>	<b>156,503</b>	<b>152,527</b>	<b>137,762</b>

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Forestal de la SEMARNAT, 2010, 2011, 2012 y 2013. Pág. 16.

**5.4.1.2. Síntesis metodológica para estimar emisiones y absorciones derivadas de los cambios de uso de suelo**

Para la estimación de las emisiones provenientes de esta categoría del cambio de uso de suelo, se utilizó el volumen 4 de la metodología IPCC (2006). Sin embargo, el método fue adaptado para seguir las recomendaciones del INECC, mismas que consisten en la incorporación de los factores de emisión – absorción elaborados por el Proyecto de Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur-Sur, reconocidos por SEMARNAT y avalados por la CONAFOR para inventarios estatales.

Esta adaptación consiste en la evaluación de los siguientes cambios de uso de suelo:

- I. Permanencias.
- II. Deforestación / degradación.
- III. Reforestación / recuperación.

Analizado para las siete categorías recomendadas por el IPCC:

1. Tierras forestales.
2. Praderas.
3. Tierras de cultivo.
4. Pastizales.
5. Humedales.
6. Otras tierras.
7. Asentamientos humanos.

En cuatro reservorios:

- a. biomasa aérea.
- b. biomasa subterránea.
- c. suelos.
- d. productos de madera recolectada.

Para evaluar esta subcategoría, se utilizaron las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI: series II (año base 1993) y V (año base 2011), a escala 1:250,000. El objetivo de ello fue conocer los flujos de carbono anteriormente mencionados en un lapso de 18 años para Tamaulipas. De este modo, el año base es 2011, el de la serie más actual. Con ello se establecen la diferencia entre las reservas a partir de las ganancias y las pérdidas de carbono identificadas en el periodo.<sup>40</sup>

En la Tabla 5.32. se muestra claramente que el balance final es una emisión del orden de magnitud de 3.7 millones de tCO<sub>2</sub> equivalente, esta es derivada de los cambios de uso de suelo y el aprovechamiento forestal en la entidad. Desafortunadamente los cambios de coberturas identificados en el periodo evaluado (13 años), son congruentes con el resultado, puesto que las pérdidas forestales ha provocado una emisión del carbono almacenado, además, se muestran dificultades para la recuperación de este, debido a la dificultad que tiene la vegetación de climas secos para regenerarse naturalmente entre otras causas, lo que se traduce en una absorción de menor magnitud a la emisión.

40. Para mayor detalle en la estrategia metodológica seguida, consúltese el Anexo 2\_Memoria de Cálculo para la categoría AFOLU.

#### 5.4.1.3. Resultados de la estimación de cambios de uso de suelo

Tipo de cambio por reservorio	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (año base 2011)*
<b>Biomasa aérea y subterránea</b>	
Permanenci	-5,848,252
Deforestación /	10,543,930
Reforestación /	-1,662,817
Otros cambios	-931,933
<b>Total de biomasa</b>	<b>2,100,928</b>

**Tabla 5.32.**  
Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo.

Tipo de cambio por reservorio	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (año base 2011)*
<b>Suelos</b>	
Permanencia	-786,167
Deforestación /	320,193
Reforestación /	-280,196
Otros cambios	780,360
<b>Total de suelos</b>	<b>34,189</b>
<b>Extracciones de madera y leña</b>	
Madera	221,224
Leña	1,358,807
<b>Total de extracciones</b>	<b>1,580,030</b>
<b>Balance total</b>	<b>3,715,147</b>

\*El signo negativo representa una absorción de carbono de la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto de Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur-Sur e INEGI.

Además de los cambios de uso de suelo, se observa que las extracciones de madera siempre representan una fuga de carbono, en este caso es de aproximadamente 1.5 millones de CO<sub>2</sub> equivalente. Sin embargo, el aprovechamiento forestal y la extracción de madera realizada de una manera sustentable, no pone en riesgo la salud del ecosistema y el equilibrio de los flujos de carbono.

En el Estado de Tamaulipas es notorio que las emisiones se encuentran principalmente en espacios que dan lugar a pastizales y a tierras de cultivo. Las absorciones corresponden principalmente de la cobertura forestal, en el caso del estado, se refiere a matorrales, bosque de coníferas y selvas perennifolias y caducifolias.

**Tabla 5.33.**  
Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo desagregadas por tipo cobertura.

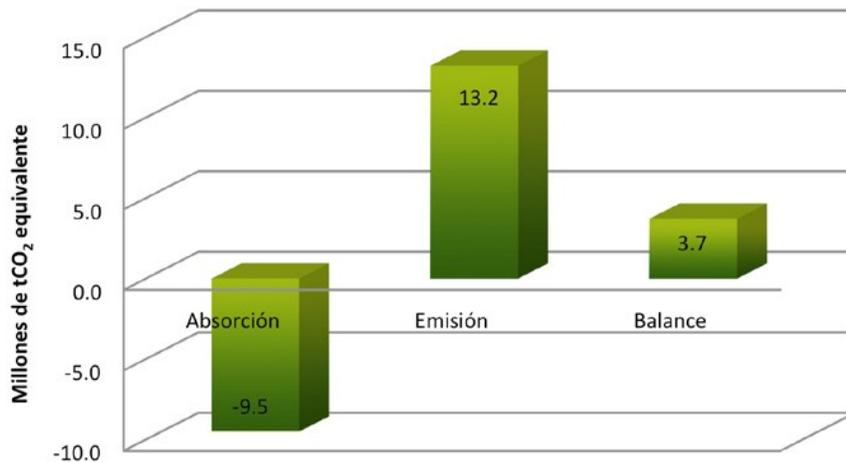
Balance por reservorio y por subcategoría de suelo	Toneladas de CO <sub>2</sub> (año base 2011)		
	Biomasa aérea y subterránea	Suelos	Extracción de madera
Asentamientos Humanos	67,844	422,756	
Humedales	-420,202	610,956	
Otras Tierras	26,427	-10,058	
Pastizales	7,101,902	125,917	1,580,030
Tierras de cultivo	1,590,337	-82,277	
Tierras forestales	-6,265,381	-1,033,105	
<b>Total</b>	<b>2,100,928</b>	<b>34,189</b>	
<b>Balance total</b>		<b>3,715,147</b>	

El signo negativo representa una absorción de carbono a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto de Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur-Sur e INEGI.

La absorción de carbono por las coberturas forestales ayuda a contrarrestar, aunque no totalmente, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la combustión fósil. *Los bosques absorben y almacenan dos millones adicionales de toneladas de CO<sub>2</sub> al año (2011-2015), sin contar las emisiones de la deforestación (FAO 2015).* Por esta razón, es importante continuar los trabajos orientados a la replantación o reposición de coberturas perdidas o degradadas, en busca de que el balance sea lo más acercado a lo neto posible o por lo menos que el resultado sea negativo (absorción).

A continuación, se muestra el balance emisiones - absorciones del estado de Tamaulipas.



**Gráfica 5.28.**  
Balance de emisiones – absorciones derivadas del cambio de uso de suelo. Año Base 2011.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Proyectos del Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur-Sur e INEGI.

Además de las emisiones provenientes de la explotación de recursos maderables y no maderables, los incendios en zonas forestales generan una cantidad significativa de GEI tales como CO (monóxido de carbono), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), CH<sub>4</sub> (metano) y NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno). Si bien en las Directrices del IPCC 1996 y en la Guía de las Buenas Prácticas 2000 del IPCC, las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO<sub>2</sub> producidas por el fuego en sabanas y por el quemado de residuos de cultivos, se trataban conjuntamente con las emisiones resultantes de la conversión de tierras forestales y pastizales, en este subsector sólo se calcularon las emisiones provenientes de los GEI diferentes al CO<sub>2</sub> anteriormente mencionados.<sup>41</sup>

En el Estado de Tamaulipas, cada año se reportan varios cientos de hectáreas de zonas boscosas afectadas por incendios, principalmente en zonas con cobertura herbácea y arbustiva. Dichas extensiones son ampliamente variables entre años, las causas de estas variaciones podrían ser igualmente diversas. Por ejemplo, en el año 2011 se tienen reportadas más de 14,000 Ha que presentaron incendios, a diferencia del año 2014, en el cual esta cifra apenas alcanzó las 61.5 Ha (Tabla 5.34.); esta situación puede verse exacerbada en los próximos años por variabilidad y cambio climático.

#### 5.4.1.4. Quema de Biomasa en Tierras Forestales

<sup>41</sup>. La metodología IPCC 2006, en específico el capítulo 4 en la sección 4.2.4 *Emisiones de gases de efecto invernadero no CO<sub>2</sub> a partir del quemado de biomasa*, menciona la metodología y proporciona la hoja de cálculo (Pág. A1.48) para calcular las emisiones solamente de estos GEI.

**Tabla 5.34.**  
Superficie afectada por incendios forestales, según estrato de vegetación para el Estado de Tamaulipas (Ha.)

Especie/año	2010	2011	2012	2013
Herbáceo	368.5	7204.31	60.5	1538.03
Arbustivo	169.5	7329.3	139.5	823
Arbóreo-Renuevos	5	58	0	60
Arbóreo-Adulto	2	1317.7	5	77

Fuente: SEMARNAT. Consulta temática. Bases de datos estadísticos BADESNIARN. Recursos forestales. Daños a los bosques-incendios-incendios forestales-superficie afectada por estrato de vegetación (has) de los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014. Disponible en: [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/wfservlet?ibif\\_ex=d3\\_rforesta05\\_03&ibic\\_user=dgeia\\_mce&ibic\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/wfservlet?ibif_ex=d3_rforesta05_03&ibic_user=dgeia_mce&ibic_pass=dgeia_mce)

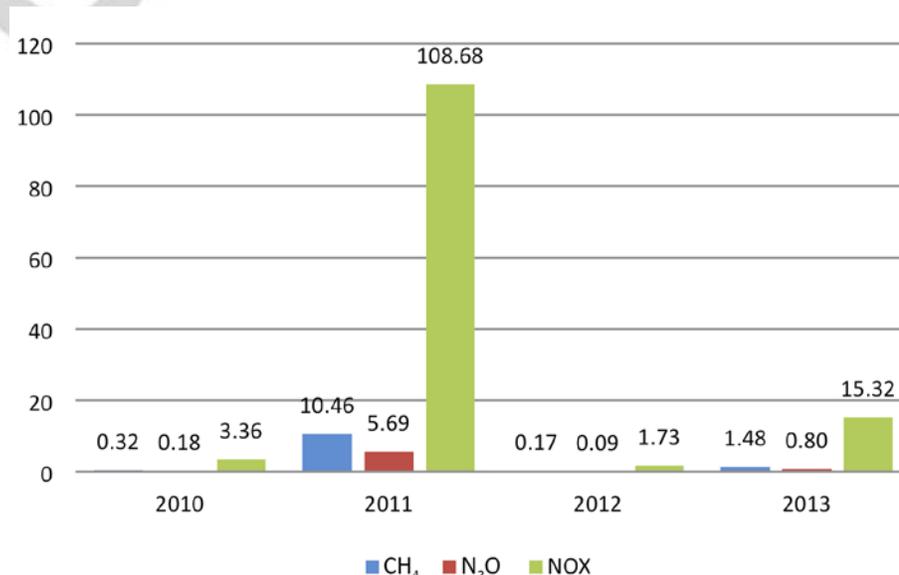
Las emisiones provenientes de estos siniestros son mayores comparadas con aquellas que se generan del manejo y aprovechamiento de recursos maderables, en algunos años, en varios ordenes de magnitud (Gráfica 5.29.). En la Tabla 5.35. se muestran las estimaciones de las emisiones de GEI expresadas en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 5.35.**  
Emisiones anuales de CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O y NOx emitidos en incendios en Tierras Forestales (Gg de CO<sub>2</sub> eq).

Año	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
2010	0.32	0.30	0.17	3.36
2011	10.46	9.71	5.69	108.68
2012	0.16	0.15	0.09	1.72
2013	1.47	1.36	0.80	15.32

Fuente: Elaboración Propia con datos de SEMARNAT. Consulta temática. Bases de datos estadísticos BADESNIARN. Recursos forestales. Daños a los bosques-incendios-incendios forestales-superficie afectada por estrato de vegetación (has) de los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014. Disponible en: [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/wfservlet?ibif\\_ex=d3\\_rforesta05\\_03&ibic\\_user=dgeia\\_mce&ibic\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/wfservlet?ibif_ex=d3_rforesta05_03&ibic_user=dgeia_mce&ibic_pass=dgeia_mce)

**Gráfica 5.29.**  
Emisiones provenientes de incendios forestales en Tamaulipas en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.



Fuente: Elaboración Propia con datos de SEMARNAT. Consulta temática. Bases de datos estadísticos BADESNIARN. Recursos forestales. Daños a los bosques-incendios-incendios forestales-superficie afectada por estrato de vegetación (has) de los años 2010, 2011, 2012, 2013. Disponible en: [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/wfservlet?ibif\\_ex=d3\\_rforesta05\\_03&ibic\\_user=dgeia\\_mce&ibic\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/wfservlet?ibif_ex=d3_rforesta05_03&ibic_user=dgeia_mce&ibic_pass=dgeia_mce)

Las emisiones generadas por incendios forestales, son menores a aquellas ganancias de carbono en las zonas que permanecen como bosques en los años 2010 y 2011, resultando una alta acumulación de carbono en biomasa vegetal. A causa de los pocos datos para realizar balances entre la acumulación y la pérdida de carbono en la línea de tiempo que se ha trabajado en este inventario, no es posible describir una tendencia del comportamiento de este sector para el Estado de Tamaulipas, lo cual dificulta a su vez poder evaluar el aporte de la industria maderera en el total de emisiones de GEI de cada año. En ese sentido, se recomienda que el área encargada dentro del Estado genere estadísticas para este sector, cuyo objetivo es conocer la extracción anual aproximada y comenzar a generar una línea base para la actualización del inventario y estudios futuros.

El estado de Tamaulipas se ha caracterizado por su gran aporte a la producción pecuaria del país, sostenida principalmente por los recursos forrajeros naturales que se producen en su vasta extensión territorial. El Estado produce 93,259 toneladas de carne en canal de especies Bovino, Porcino, Ovino, Caprino y Aves. Además, también se producen 29,755 lts. de leche de Bovino y Caprino (miles de litros).<sup>42</sup> La producción de metano (CH<sub>4</sub>), es parte de los procesos digestivos normales de los animales. Entre las especies ganaderas, los rumiantes (bovinos, caprinos y ovinos), son los principales emisores de metano. La producción de CH<sub>4</sub> proveniente de la industria pecuaria dependerá de las cabezas de ganado existentes, por lo que la sequía del 2011 que ocasionó la pérdida de cabezas de ganado, llevó al estado en el 2013 a ocupar la posición 14 de producción pecuaria en el país, cuando en 2011 ocupaba el lugar 7 y en 2012 el lugar 8 (SIAP, 2014). Esto también tuvo un impacto directo en la disminución de emisiones de GEI.

Debido al crecimiento de la producción pecuaria que se mantuvo hasta el 2011, las emisiones de GEI tuvieron un comportamiento similar, hasta un total de alrededor de 2,000 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en el mismo año; después hay evidencia de un descenso, probablemente asociado a la sequía que afectó a todo el estado de Tamaulipas durante el 2011, dejando efectos diferenciados en cada sector.

#### 5.4.1.5. Panorama del sector ganadero

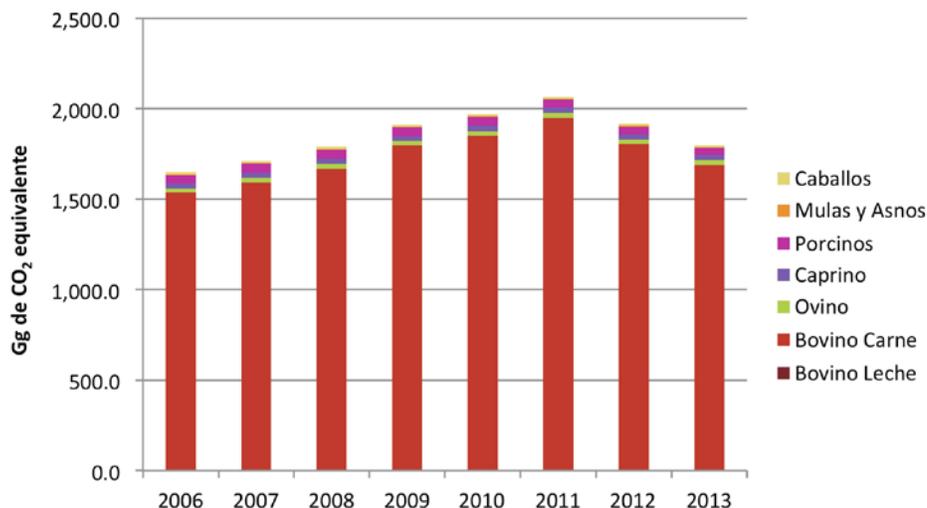
42. <http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/temas-del-sector/ganaderia/>

**Tabla 5.36.**  
Emisiones de GEI en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente del sector Pecuario en el Estado de Tamaulipas.

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Manejo de Excretas	70.38	73.18	76.10	75.23	77.82	73.99	72.63	65.37
Fermentación entérica	1,580.51	1,639.65	1,712.92	1,837.85	1,893.05	1,992.19	1,845.21	1,733.39
<b>Total</b>	<b>1,650.89</b>	<b>1,712.84</b>	<b>1,789.02</b>	<b>1,913.08</b>	<b>1,970.87</b>	<b>2,066.17</b>	<b>1,917.84</b>	<b>1,798.76</b>

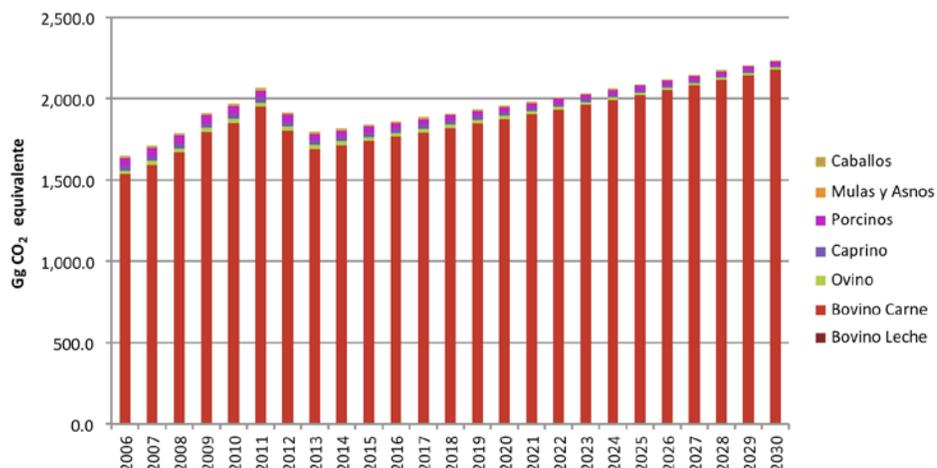
Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA. Los totales no necesariamente coinciden con la suma exacta por efectos del redondeo de cifras.

**Gráfica 5.30.**  
Emisiones de GEI  
Sector Pecuario  
2006-2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA.

**Gráfica 5.31.**  
Emisiones de  
GEI Sector Pecuario  
2006-2013 y  
Proyecciones al 2030.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA.

5.4.1.6. Panorama del sector agrícola

El estado de Tamaulipas actualmente ocupa los primeros lugares en varios cultivos a nivel nacional, como los de Sorgo Grano, Sábila, Soya, Okra y Maíz Palomero. Ocupa el segundo lugar en la producción de cítricos como Naranja y Mandarina y participa como el tercer productor nacional de Aceituna, Caña de azúcar y Toronja (pomelo), (Secretaria de Desarrollo Rural del estado de Tamaulipas, 2013). Las directrices del IPCC 2006 para estimar las emisiones de GEI provenientes de este sector sólo contemplan la metodología específica para el cultivo del arroz.

*Emisión de metano del cultivo arroz*

En México existen tres principales cultivos de cereales; en primer lugar por mayor superficie de cultivo se encuentra el Maíz seguido del trigo, dejando al cultivo de arroz en tercer lugar de importancia. El cultivo del arroz se produce en dos regiones agroclimáticas, el trópico seco y el trópico húmedo. El primero por te-

ner baja precipitación hace necesario la instauración de suministros artificiales de agua durante todo el periodo del cultivo; el segundo es más benevolente con este cultivo, pues en términos generales tiene altas precipitaciones y aunque irregulares, estas están presentes en todo el año; por esta razón, el cultivo se establece en condiciones de temporal. El estado de Tamaulipas se encuentra en la región del Trópico húmedo, y su zona de cultivo de arroz se encuentra en el sur de su territorio, siendo la variedad “*Milagro Filipino*” la variedad más cultivada. Entre los años 2006 y 2009 la producción de arroz del estado significó no menos del 3% de la producción nacional y a partir del 2010 ésta disminuyó, manteniéndose por debajo del 2% en sus aportaciones nacionales (Maldonado, 2013). La disminución en la producción a partir del 2011 es probable que sea atribuible a la sequía que se presentó (CONAGUA, 2011a). El origen de este evento en el Norte de México durante el 2011 es acreditable a la concurrencia de los efectos ocasionados por la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), y al efecto de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO). Como resultado de lo anterior, el 26 de enero del 2012 se publica en el Diario Oficial de la Federación la declaratoria de Desastre Natural Perturbador en el sector agropecuario, acuícola y pesquero del estado. Posterior al 2011, la recuperación ha sido gradual, siendo durante el 2013 donde se presenta una producción semejante a las anteriores a la gran sequía.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente provenientes del cultivo de arroz en el estado de Tamaulipas tuvieron un comportamiento estable hasta el 2010; para el año 2011 solo se reportan cultivos en la segunda temporada del año agrícola, lo cual ocasiona una disminución importante de las emisiones en más de un 80%; al siguiente año las emisiones repuntan como resultado de un año agrícola con mayor producción.

**Tabla 5.37.**  
Emisiones del cultivo  
Arroz, 2006 – 2013  
(Gg de CO<sub>2</sub>  
equivalente).

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
7.5	5.27	5.32	6.15	4.60	0.51	2.91	4.48

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA.

En México la quema agrícola es una práctica tradicional que tiene como fin la eliminación de residuos no deseados de cosechas de maíz, frijol, trigo, arroz y otros granos; los residuos que se queman pueden ser tallos, pastos, hojas, cascarras, y varios más. Esta práctica se lleva a cabo por la facilidad que representa para deshacerse o reducir residuos agrícolas inflamables, así como limpiar, podar y despejar la zona de cultivo, además de tener un bajo costo ya que con ella se evita el uso de la maquinaria y el gasto en diésel resultantes de barbecho mecánico; además, esta actividad agrícola libera nutrientes para el siguiente ciclo productivo, elimina moscos y otras plagas de los campos de cultivo; sin embargo, en el

*Emisión de GEI por quema de residuos agrícolas*

largo plazo esta actividad representa deterioro de la cubierta vegetal y el empobrecimiento de la tierra cultivable. Un cultivo donde es muy frecuente esta actividad es la caña de azúcar, donde se quema el cultivo previo a la cosecha con la finalidad de reducir la cantidad de hoja y facilitar así la zafra y el transporte (CCA, 2014). Cabe resaltar la importancia del sorgo en el estado, dado que es el cultivo con la mayor superficie sembrada y cosechada en el estado, como se puede apreciar en la Tabla 5.38.

**Tabla 5.38.**  
Superficie cosechada y volumen de producción de los principales cultivos del estado, 2012.

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Producción (toneladas)
Cebolla	5,104	103,640
Chile Verde	2,563	82,103
Tomate Rojo (jitomate)	1876	45,105
Tomate Verde	341	8,176
Maíz Grano	135,679	517,670
Sorgo Grano	944,102	2,808,108
Soy	83,882	128,299
Algodón	2,050.00	6,105
Okra	2,440	20,125
Sandía	778	19,093

Fuente: SIACON, 2015.  
(Los datos corresponden a los últimos valores reportados, que son del año 2012).

### Resultados del sector agrícola por quema de *id*

Las emisiones provenientes de este sector dependen directamente del comportamiento en la producción de distintos productos agrícolas. Para la elaboración de este reporte se han tomado en cuenta los cultivos para los que existe reportado un coeficiente de generación de residuos sembrados en el estado.<sup>43</sup> Se asumió que se queman 20% de los residuos y que la eficiencia de la combustión es de 90%. Los resultados arrojan una ligera tendencia a la baja, que se acentúa durante el año 2011, y esto puede ser atribuido al impacto de la sequía presente en ese año (CONAGUA, 2011a). La estimación de emisiones en esta subcategoría fue calculada con el factor por defecto del IPCC en sus directrices 2006, específicamente en el *Capítulo 5 Tierras de Cultivo*, pag. 5.57 (versión en español); pag. 5.49 (versión en inglés).

<sup>43</sup>. Agave, ajonjolí, algodón, arroz, avena, cacahuete, café, caña, cebada, friol, garbanzo, lenteja, maíz, sorgo, soya y trigo.

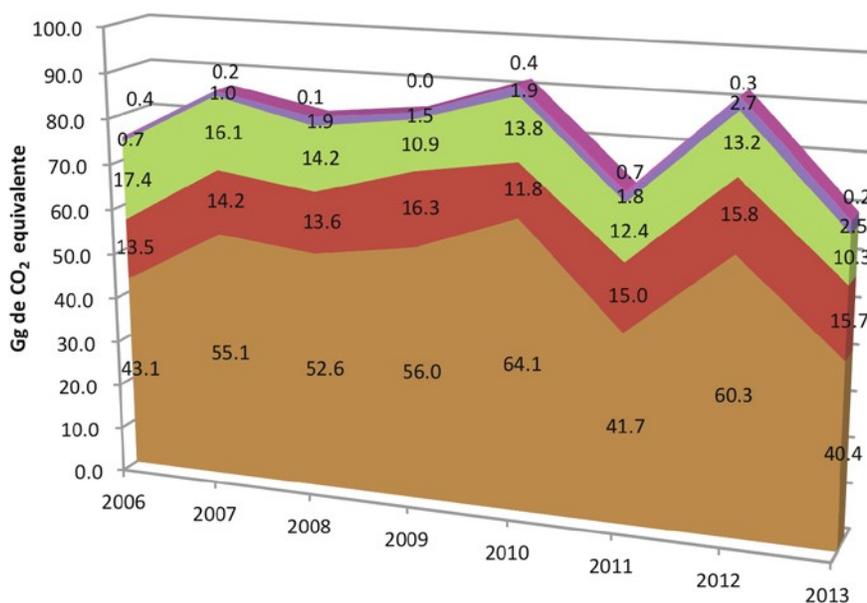
**Tabla 5.39.**

Emisiones por quema de residuos agrícolas (Estimado y totales de GEI en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Agave	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Algodón Hueso	0.4	0.2	0.1	0.0	0.4	0.7	0.3	0.2
Arroz Palay	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1
Avena	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1
Caña	13.5	14.2	13.6	16.3	11.8	15.0	15.8	15.7
Frijol	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Maíz	17.4	16.1	14.2	10.9	13.8	12.4	13.2	10.3
Sorgo	43.1	55.1	52.6	56.0	64.1	41.7	60.3	40.4
Soy	0.7	1.0	1.9	1.5	1.9	1.8	2.7	2.5
TOTAL	75.4	86.9	82.6	85.0	92.3	71.9	92.6	69.5

El descenso de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente es probable que sea causado por la disminución del área de los cultivos a partir de los que se estima este subsector, pasando de 1,085,456 Ha en 2006 hasta las 986,496 Ha en 2013 (SAGARPA, 2014).

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA. Los totales no necesariamente coinciden con la suma exacta por efectos del redondeo decifras.



**Gráfica 5.32.**

Emisiones de GEI de la quema de los principales residuos agrícolas en Tamaulipas (Gg de CO<sub>2</sub>e).

- Algodón Hueso
- Soya
- Maíz
- Caña
- Sorgo

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON – SAGARPA.

## 5.5. Desechos

### 5.5.1. Caracterización del manejo de desechos en el estado de Tamaulipas

#### 5.5.1.1. Residuos

De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2013b), en el Estado se generan aproximadamente 84 mil toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) mensualmente, de las cuales se recolectan aproximadamente 78 mil. Dicho Programa estima que entre el año 2014 y 2026 se incrementará la generación un 10%. Del total generado, el 79% proviene de los 7 municipios con mayor población, es decir, Reynosa (22%), Matamoros (17%), Nuevo Laredo (14%), Victoria (8%), Tampico (8%), Madero (5%) y Altamira (5%), y el 21% restante está distribuido en 36 municipios menos poblados. El 51% de la composición de los RSU es materia orgánica, 34% está compuesto por papel, cartón plástico, metal y vidrio (reciclables) y el resto 15% de diversos materiales (otros).

Se tienen identificados 63 sitios de disposición final de RSU, de los cuales 8 son rellenos sanitarios y 55 son sitios no controlados. Los 8 rellenos sanitarios, se ubican en los municipios de Nuevo Laredo, Camargo, Reynosa (2 sitios), Matamoros, Tula, El Mante y Altamira. Tres de los rellenos sanitarios son regionales, el ubicado en Camargo (Frontera Ribereña), otro ubicado Mante denominado Región Cañera y otro ubicado en Altamira. Actualmente en los 8 rellenos se disponen al mes aproximadamente 62,819 toneladas (2,094 ton/día) de RSU de acuerdo con estimaciones del Programa, lo que representa el 73% del total generado en el Estado. Asimismo se disponen 843 toneladas al mes de Residuos de Manejo Especial. Existen cuatro estaciones de transferencia, de las cuales dos se ubican en los municipios de Mier y Gustavo Díaz Ordaz y cuentan con la infraestructura y equipamiento para su operación, de acuerdo con el Programa Estatal para el Manejo Integral de los RSU.

Datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014),<sup>44</sup> indican que el estado de Tamaulipas concentra casi el 3% de la población nacional. Por otra parte, los indicadores demográficos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2014)<sup>45</sup> para Tamaulipas, muestran que la población se incrementó de 2010 a 2013 en más de 40 mil habitantes por año. Este incremento poblacional tiene un claro impacto en la generación de desechos sólidos urbanos, lo cuál se refleja en un incremento en poco más de 92 mil toneladas de desechos de 2010 a 2013, dispuestos tanto en rellenos sanitarios controlados como en tiraderos a cielo abierto. (INEGI, 2014).

Considerando los datos disponibles en el Estado, se estimaron las emisiones por disposición de los residuos sólido urbano tomando como base un 94% de recolección y una distribución porcentual de los materiales basada en las estadísticas nacionales dado que en el estado apenas se llega a describir cualitativamente tres fracciones: orgánicos, reciclables y otros. Aunado a las emisiones por disposición en rellenos sanitarios, también se estimaron las emisiones por incineración abierta.

44. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>. –Última consulta: 12 de noviembre de 2015.

45. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Consultas\\_Interactivas](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Consultas_Interactivas). Última consulta: 18 de octubre de 2015.

46. Nuevo Laredo es el único municipio que trata casi el 100% de sus aguas residuales domiciliarias. (Gobierno Municipal de Nuevo Laredo, 2011). Asimismo, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Madero 2013 – 2016, la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarilla de la Zona Conurbada concluirá en el presente trienio 4 PTAR en Altamira (cuya construcción arrancó desde 2007), con capacidad instalada de 250 l/s cada una y otra en Cd. Madero con capacidad de 900 litros por segundo, la cual ya está en operación. Una vez en operación las cinco PTAR, se tratarán el 100% de las aguas residuales de la Zona Metropolitana de Tampico – Ciudad Madero – Altamira. (Gobierno Municipal de Ciudad Madero, 2013).

En Tamaulipas, los 43 municipios tienen agua potable de la red pública; 100% de los municipios que cuentan con agua, también cuentan con servicio de alcantarillado de la red pública; y de éstos últimos, el 39% dan tratamiento al menos a una parte de sus aguas residuales (SEDUMA, 2014). La CONAGUA por su parte, reporta que Tamaulipas cuenta con 99 plantas en operación para el tratamiento de aguas residuales industriales con una capacidad instalada de 8 m<sup>3</sup>/s y un caudal tratado de 7.47 m<sup>3</sup>/s. (CONAGUA, 2013). La misma CONAGUA reportó en 2011 la existencia de 45 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con una capacidad instalada de 7,782.8 lps y un caudal tratado de 5,876.1 lps en las ciudades de Nuevo Laredo,<sup>46</sup> Reynosa, Matamoros, Victoria y la Zona Conurbada. (CONAGUA, 2011b). Esta información es consistente con lo que reportan los distintos organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los municipios más importantes del Estado (véase Tabla 5.40.).

### 5.5.1.2. Agua, saneamiento y manejo de desechos

**Tabla 5.40.**

Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en operación.

Municipio	Nombre de la Planta	Tipo	Proceso o Modalidad	Capacidad Instalada (lps)	Cobertura municipal
Victoria	1 El Saladito	Laguna de Estabilización	Facultativa	600	99%
	2 Los Puerquitos	Laguna de Estabilización	Facultativa	300	
	3 Mainero	Lodos Activados	Zanjas de Oxidación	250	
Matamoros	4 Planta Este	Laguna de Estabilización	Anaeróbica, Facultativa y de Maduración con Mamparas	435	29%
Nuevo Laredo	5 Nuevo Laredo	Lodos Activados	Zanjas de Oxidación	1,360	94%
	6 Norponiente	Lodos Activados	Aireación Extendida	200	
	7 Valles de Anáhuac	Lodos Activados	Cultivo Suspendido	33	
	8 Parque Industrial Oradel	Lodos Activados	Cultivo Suspendido	9	
	9 Villas de Oradel	Lodos Activados	Convencional de Paquete	9	
Reynos	10 Reynosa	Lodos Activados	R. Anóximo y Biológico	1,000	62%
	11 Reynosa	Filtro Percolador	Cultivo Fijo	250	
Tampico (Zona Conurbada)	12 Tierra Negra	ND	ND	1,200*	100%
TOTAL (Capacidad instalada)				5,646	

\*Nota: La PTAR de la Zona conurbada sigue aun en proceso de construcción y se tiene previsto que entre en operación antes de que concluya 2015.

Fuente: Fichas Técnicas de las Comisiones Municipales de Agua Potable y Alcantarillado de algunos Municipios. Disponibles en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx>. Última consulta: 26 de abril de 2015.

47. Estas cifras se estimaron prorrateando el volumen tratado de la PTAR de Tampico (Zona Conurbada) que asciende a 1200 lps que aun no entra en operación y de la que no se reporta el tipo de técnica de tratamiento.

Si se prorratea la capacidad instalada de Tampico (de la que no se cuentan con datos del tipo de tratamiento), la Tabla 5.40. supone que el 64.35% de las aguas residuales correspondiente a 3,633.20 lps, se tratan a través de lodos activados, el 30.03% correspondiente a 1,695.32 lps se tratan bajo la técnica de lagunas de estabilización y el 5.62% correspondiente a 317 lps se hace a través de filtro percolador.<sup>47</sup>

Otras fuentes de información consignan datos consistentes con lo reportado por la Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas (CEAT). Así, el Plan Estatal de Desarrollo de Tamaulipas 2011 – 2016 reporta que en 2013 el estado trataba el 74.6% de sus aguas residuales (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2013a). El Plan Municipal de Desarrollo de Nuevo Laredo 2011 – 2013 consigna un tratamiento de 100% de las aguas residuales, lo mismo que el Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Madero 2013 – 2015 que informa sobre la construcción de 4 PTAR en Ciudad Madero, con lo que se tratarán 1,000 lps, que sumadas a la PTAR de Altamira (900 lps), se tratará 100% de las aguas residuales de la Zona Conurbada. Por su parte, Ciudad Victoria trata el 99% de sus aguas residuales a través de tres PTAR con una capacidad instalada total de 1,150 lps; una de ellas bajo el método de Lodos Activados (Planta Mainero de 250 lps), y otras dos que utilizan Lagunas de Estabilización (Planta El Saladito con capacidad de 600 lps y la Planta Los Puerquitos con 300 lps).

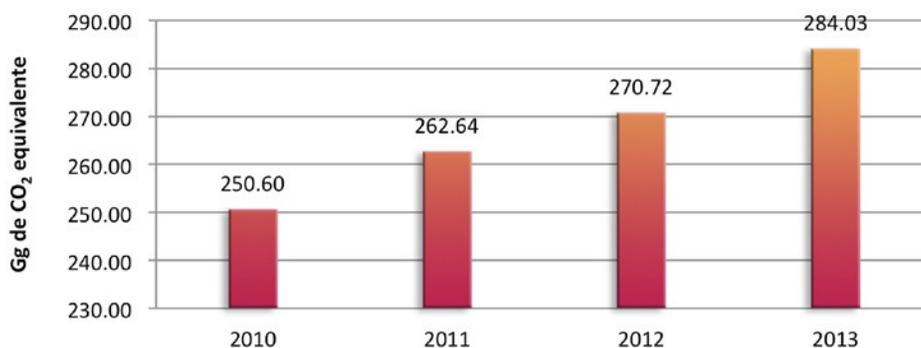
El suministro de agua para la población inicia con la extracción de agua de fuentes subterráneas y superficiales como manantiales, presas de almacenamiento y tomas de los ríos o lagunas por medio de bombeo. En Tamaulipas, se reportaron 132 tomas de captación de agua para abastecimiento público; de ellas, el 57% son pozos, y en el 17% de todas las fuentes de captación se cuenta con macromedidor funcionando, lo que permite cuantificar la cantidad de agua que se extrae.

En nueve municipios, pertenecientes a diferentes regiones del Estado, donde reside el 21% de la población, se concentra el 61% de todas las fuentes de captación con la siguiente distribución: Jaumave con 31 tomas y San Fernando con 17, en tanto que en Camargo, Hidalgo, Altamira, Güémez, Ocampo y Padilla, son localidades que cuentan con 4 a 7 tomas. Victoria cuenta con 7 tomas, 18 pozos, 1 manantial y un acueducto de la presa Vicente Guerrero.

En lo que respecta a las emisiones de  $N_2O$  de las plantas de tratamiento, no fue necesario utilizar los datos del aprovechamiento de agua anual y agua residual anual, puesto que para realizar este cálculo se contaba con los datos de población humana. Así, se realizó el cálculo de consumo per cápita anual de proteína, cuyos factores son proporcionados en las directrices del IPCC. Este mismo procedimiento fue ocupado para la estimación de  $CH_4$  derivado del tratamiento de aguas residuales doméstica. El total de materia orgánica en aguas residuales fue calculado con los datos de población y con los factores de emisión fue posible realizar la estimación.

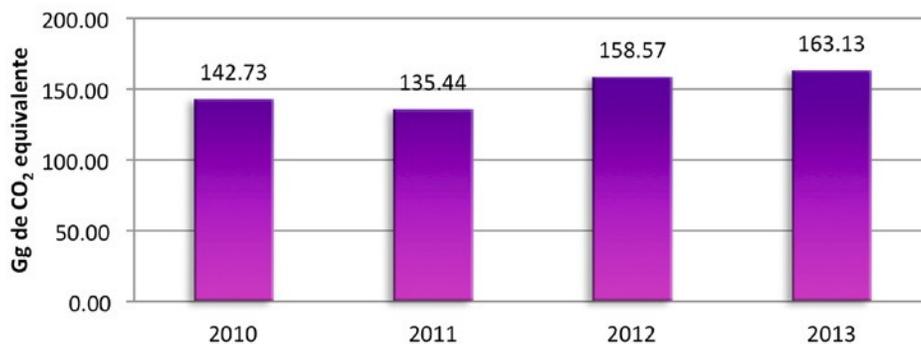
En la Gráfica 5.33. se muestran las emisiones de metano provenientes del tratamiento de los RSU. Para esta estimación, se consideró la masa de desechos per cápita, así como la composición de los mismos. Como apoyo, se tomo en cuenta el Cuadro G-1 del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Tamaulipas 1990 – 2005, mostrado anteriormente (COCEF, 2010). Se utilizó el modelo de descomposición de primer orden provisto por el IPCC en las directrices 2006. Asimismo, se estimaron las emisiones derivadas de la incineración abierta y el manejo de las aguas residuales. Las emisiones de dióxido de carbono basada en la composición de los residuos sólidos urbanos (RSU), quemados por incineración abierta (Gráfica 5.34.), muestran un ligero aumento.

*Resultados de la subcategoría*



**Gráfica 5.33.**  
Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento de los RSU.

Fuente: Elaboración propia con base el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Tamaulipas 1990–2005 (COCEF, 2010).



**Gráfica 5.34.**  
Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de la incineración de residuos (quemado a cielo abierto).

Fuente: Elaboración propia con base el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Tamaulipas 1990–2005 (COCEF, 2010).

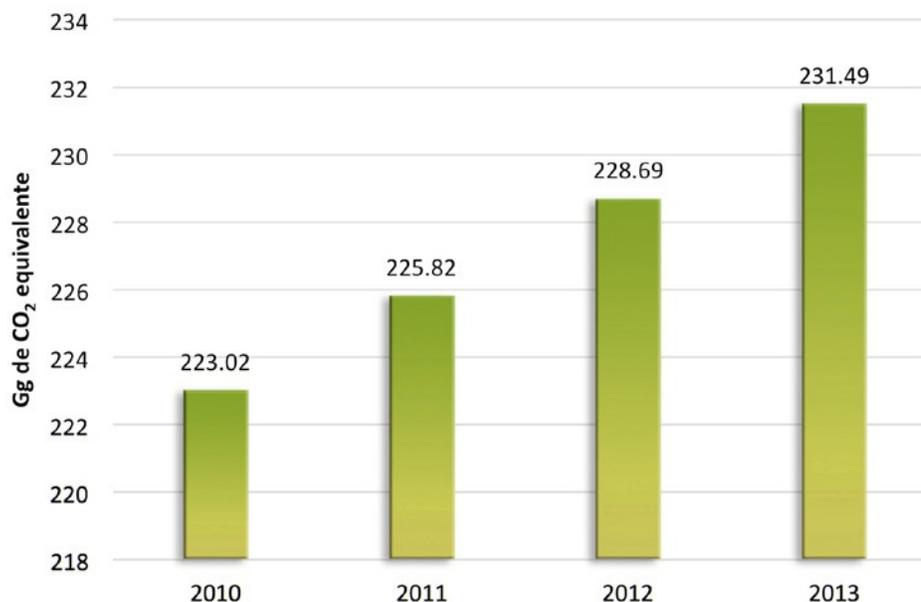
El incremento de 2010 (142.73 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente), a 2013 (163.13 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente), es de 5 Gg por año. En 2011 no se observa un incremento, pues la generación de residuos sólidos urbanos fue menor que el año 2010. Dado que la incineración de residuos sólidos no está regulada por el estado fue necesario realizar una estimación de dichos residuos, por lo que se considera que la fracción de población que realiza la incineración de residuos es la población rural, que según INEGI<sup>48</sup> para el año 2010 es el 12% de la población total del Estado.

48. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/default.aspx?tema=me&e=28>

La Gráfica 5.35. muestra la estimación de emisiones de metano procedentes de aguas residuales domésticas. Para los cuatro años analizados se observa una tasa de crecimiento de cerca del 3.8% en el periodo 2010 – 2013.

**Gráfica 5.35.**  
Emisiones de CH<sub>4</sub>, procedentes de las aguas residuales domésticas.

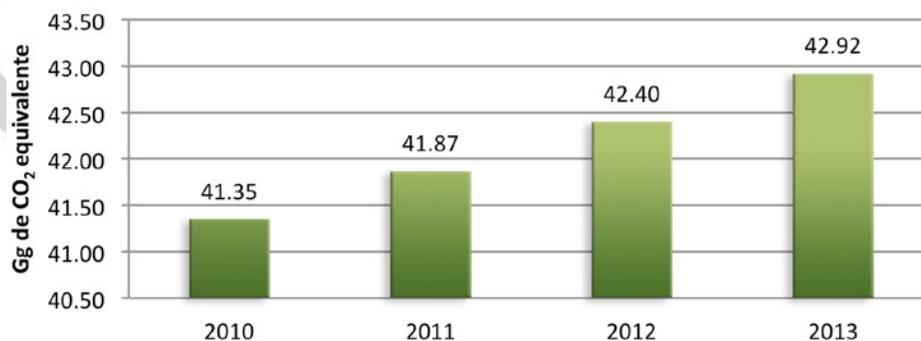
Fuente: Estimaciones propias con base en información del Fichas Técnicas de las Comisiones Municipales de Agua Potable y Alcantarillado de algunos Municipios. Disponibles en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx>. Última consulta: 26 de abril de 2015.



Las emisiones fueron calculadas siguiendo la metodología del IPCC 2006 y con base en la población del estado, así como la fracción por cada tipo de tratamiento (por ejemplo: laguna anaeróbica, digestor anaeróbico y sistema séptico).

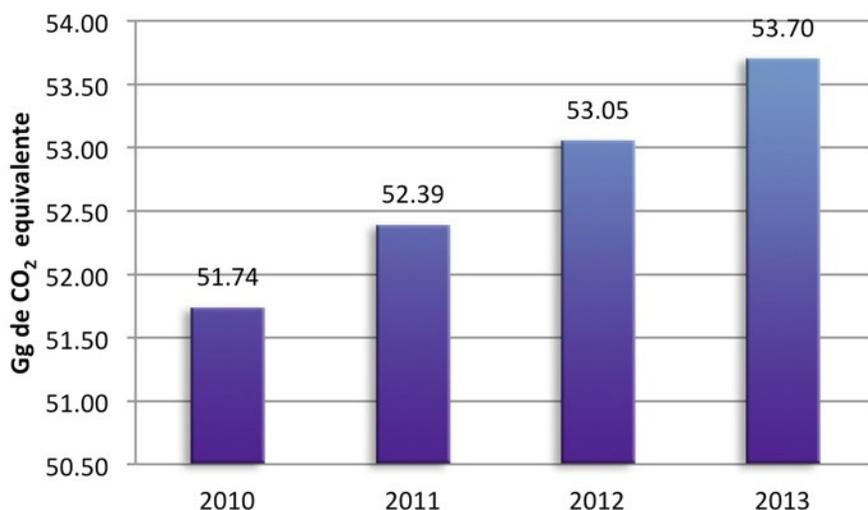
**Gráfica 5.36.**  
Emisiones de N<sub>2</sub>O, procedentes de tratamiento centralizado de las aguas residuales.

Fuente: Estimaciones propias con base en información del Fichas Técnicas de las Comisiones Municipales de Agua Potable y Alcantarillado de algunos Municipios. Disponibles en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx>. Última consulta: 26 de abril de 2015.



La Gráfica 5.36. muestra la estimación de emisiones de óxido nitroso procedentes de tratamiento centralizado de las aguas residuales. Se observa un claro incremento en las emisiones, siendo en el año 2010 de poco más de 41 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y para 2013 de casi 43 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. Para la estimación del N<sub>2</sub>O fue necesario utilizar los datos de población del CONAPO <sup>49</sup> así como datos estimados sobre el porcentaje de utilización de la planta, factor de emisión y de descarga.

49. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Consultas\\_Interactivas](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Consultas_Interactivas)



**Gráfica 5.37.**  
Emisiones de N<sub>2</sub>O en los efluentes.

Fuente: Elaboración propia.

La estimación de las emisiones de óxido nítrico en los efluentes (Gráfica 5.37.), está asociada a la cantidad de consumo de proteína per cápita, así como por el factor de eliminación en los sistemas de alcantarillados y la fracción de nitrógeno en las proteínas. Para el estado de Tamaulipas se observa un incremento en la emisión de N<sub>2</sub>O en los efluentes, siendo para 2010 de 51.74 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y para 2013 de 53.7 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.

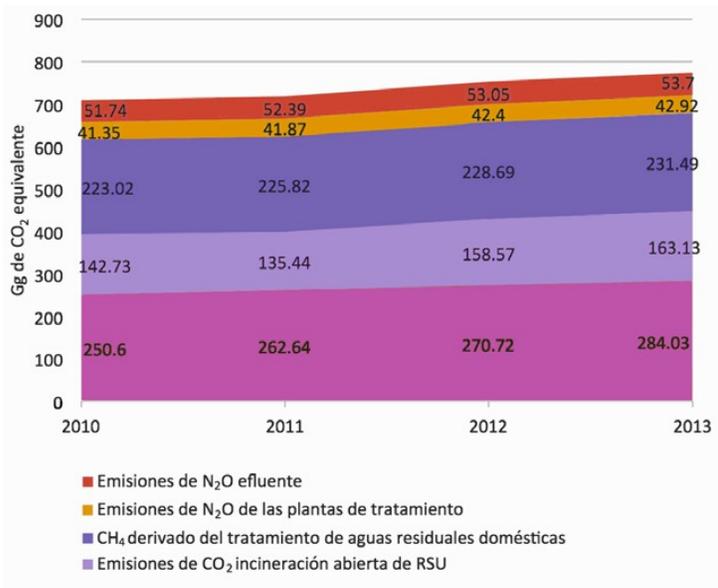
Para los residuos sólidos urbanos se realizaron las estimaciones de emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la disposición tanto en sitios controlados como no controlados, emisiones de CO<sub>2</sub> por incineración abierta, CH<sub>4</sub> derivado del tratamiento de aguas residuales domésticas, emisiones de N<sub>2</sub>O de las plantas de tratamiento y emisiones de N<sub>2</sub>O efluente; los resultados de cada una de las estimaciones se muestran en la Tabla 5.41., destacando la mayor emisión en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente para el sector de las aguas residuales domésticas.

**Tabla 5.41.**  
Estimaciones por categoría para el estado de Tamaulipas durante 2010 - 2013.

Año	Categorías (Desechos)					Total
	Emisiones de CH <sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico de RSU (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)	Emisiones de CO <sub>2</sub> incineración abierta de RSU (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)	CH <sub>4</sub> derivado del tratamiento de aguas residuales domésticas (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)	Emisiones de N <sub>2</sub> O de las plantas de tratamiento (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)	Emisiones de N <sub>2</sub> O efluente (Gg de CO <sub>2</sub> equivalente)	
2010	250.6	142.73	223.02	41.35	51.74	709.44
2011	262.64	135.44	225.82	41.87	52.39	718.16
2012	270.72	158.57	228.69	42.4	53.05	753.43
2013	284.03	163.13	231.49	42.92	53.7	775.27
Tasa de crecimiento 2010 - 2013	13.34%	14.29%	3.80%	3.80%	3.79%	9.28%
Porcentaje respecto a 2013	36.64%	21.04%	29.86%	5.54%	6.93%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 5.38.**  
Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del Sector Desechos en el Estado de Tamaulipas para el periodo 2010-2013.



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 5.38. muestra las emisiones por tipo de desechos para el periodo 2010-2013 en el estado de Tamaulipas. Se observa que el mayor volumen de emisiones se obtuvo del tratamiento de aguas residuales domésticas, mientras que el menor fue para las emisiones derivadas de la incineración de residuos.

Para el subsector de aguas residuales industriales no fue posible obtener datos base de fuente oficial del Estado de Tamaulipas, ni de fuente oficial del Gobierno Mexicano, por lo que debido a esta situación no fueron consideradas en el inventario.

*Incertidumbres principales del sector Residuos*

De acuerdo con las Directrices del IPCC, un modelo de descomposición de primer orden para estimar las emisiones de sitios de disposición de residuos sólidos contienen incertidumbres inherentes, las cuales se describen a continuación:

- La descomposición de los componentes de carbono a metano involucra una serie de reacciones químicas complejas y pudiera no siempre seguir la reacción de primer orden. Las reacciones de orden más altas pudieran estar involucradas y los índices de reacción variarían con las condiciones en el sitio específico de disposición de residuos sólidos (RS). Las reacciones pudieran estar limitadas por los accesos restringidos al agua y a las variaciones locales en poblaciones de bacterias;
- Los RSU son heterogéneos. Las condiciones tales como temperatura, humedad, composición de residuos y compactación varían considerablemente aun dentro de un sitio simple y aún más entre sitios diferentes en un país. La selección de valores típicos "promedio" de los parámetros para todo un país es difícil; y
- El uso del método Modelo de Descomposición de Primer Orden (DPO) presenta una incertidumbre adicional asociada con las tasas de descomposición (vidas-medias) y cantidades históricas de disposición de residuos.<sup>50</sup>

Otra fuente de incertidumbre es la calidad de la información, recordando que algunos valores fueron estimados a partir de los indicadores demográficos de CONAPO, datos de consumo per cápita y consumo de proteína. Las cantidades de residuos quemados a cielo abierto se realizaron asumiendo que toda la población rural quemaba sus residuos y que la urbana no lo hace, por lo que se podrían sobreestimar las emisiones en este sector.

50. Stephen M. Roe *et al.*, (2009). Emisiones de gases de efecto invernadero en Tamaulipas y proyecciones de casos de referencia 1990-2025. Apéndice G. Pág. G-9.

## CAPÍTULO 6. MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

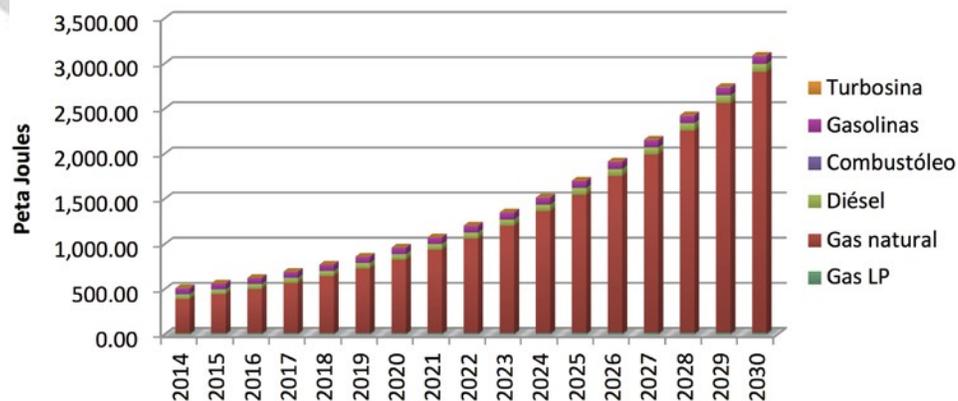
### 6.1. Línea Base y Escenarios de Emisiones al 2020 y 2030

A continuación se desarrollan los escenarios de emisiones de GEI derivados del inventario presentado en los apartados anteriores. Esto es relevante pues permite dimensionar las emisiones futuras de cada una de las categorías, con base en una tendencia identificada en el presente (*Business as Usual*) y orientar la toma de decisiones sobre las medidas más adecuadas a ser implementadas. La nota metodológica se presentan en el Anexo\_1 Memoria Emisiones BaU, para la construcción de Escenarios BaU, aunque se ocupó fundamentalmente la tasa de crecimiento medio anual de las emisiones por categoría en series largas de datos.

#### 6.1.1. Escenarios convencionales para el sector energético de Tamaulipas

Según las proyecciones 2014 – 2030 para el estado de Tamaulipas, el gas natural representa el combustible fósil de mayor consumo. De acuerdo con el análisis de los datos, el crecimiento en el consumo de dicho combustible será más que proporcional respecto al consumo de gasolina, diésel y el gas LP (véase Gráfica 6.1.). Estos últimos tres combustibles representarán, después del gas natural, los siguientes tres de mayor consumo. En el caso de la turbosina, el consumo aumentará de manera constante y para el combustóleo se tiene una disminución en

**Gráfica 6.1.**  
Proyección al 2030  
de consumo de  
combustibles fósiles  
para el estado de  
Tamaulipas según  
datos de SIE-SENER.

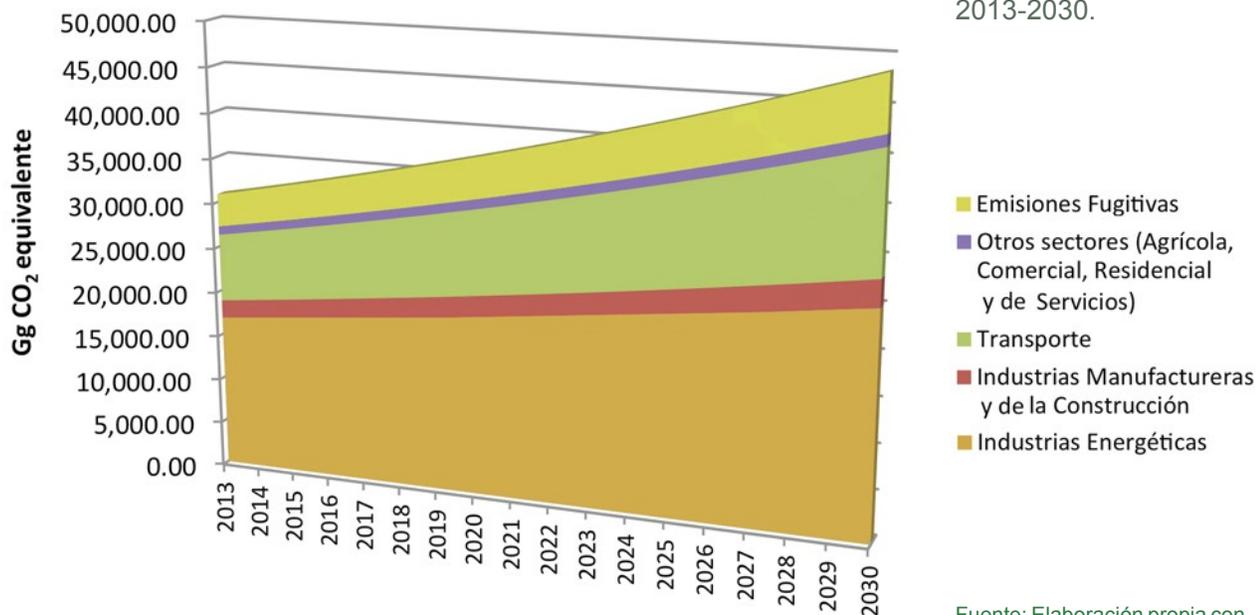


Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIE – SENER

De acuerdo con lo anterior, será necesaria la búsqueda de nuevas energías para la reducción en el consumo y el agotamiento de las fuentes que proporcionan las energías mencionadas anteriormente, poniendo especial atención en el gas natural dado los GJ de consumo que presentará y el tipo de crecimiento que proyecta.

Las proyecciones de la categoría de energía, así como por subcategoría se presentan a continuación. Se observa que la subcategoría con mayor participación es la de industria de la energía, que a su vez está representada en mayor medida por la generación de energía eléctrica. Le sigue en magnitud la subcategoría de transporte, y posteriormente las emisiones fugitivas.

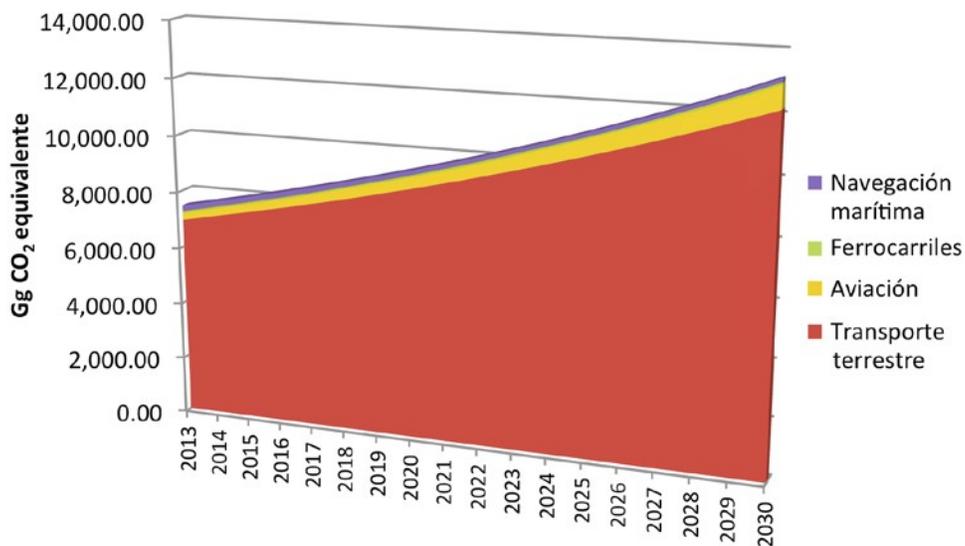
**Gráfica 6.2.**  
Línea base de la categoría de Energía 2013-2030.



Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIE – SENER.

Para el caso de la subcategoría Transporte, en la Gráfica 6.3. se observa que las mayores emisiones provienen del transporte terrestre. En específico, los combustibles mayormente participantes en éste son gasolina y diésel en proporción similar. El parque vehicular del estado de Tamaulipas, en su categoría vehículos de motor muestra un crecimiento total para el periodo 1995-2013 de 122.38% y un promedio de la tasa de crecimiento anual de 5.01%, lo que muestra una clara tendencia de incremento del número de vehículos en circulación. El registro del parque vehicular fue obtenido del Banco de Información del INEGI para el estado de Tamaulipas para los años de 1995 a 2013, y se resumen en la Tabla 6.1.:

**Gráfica 6.3.**  
Proyección al 2030  
de las emisiones  
de la subcategoría  
Transporte.



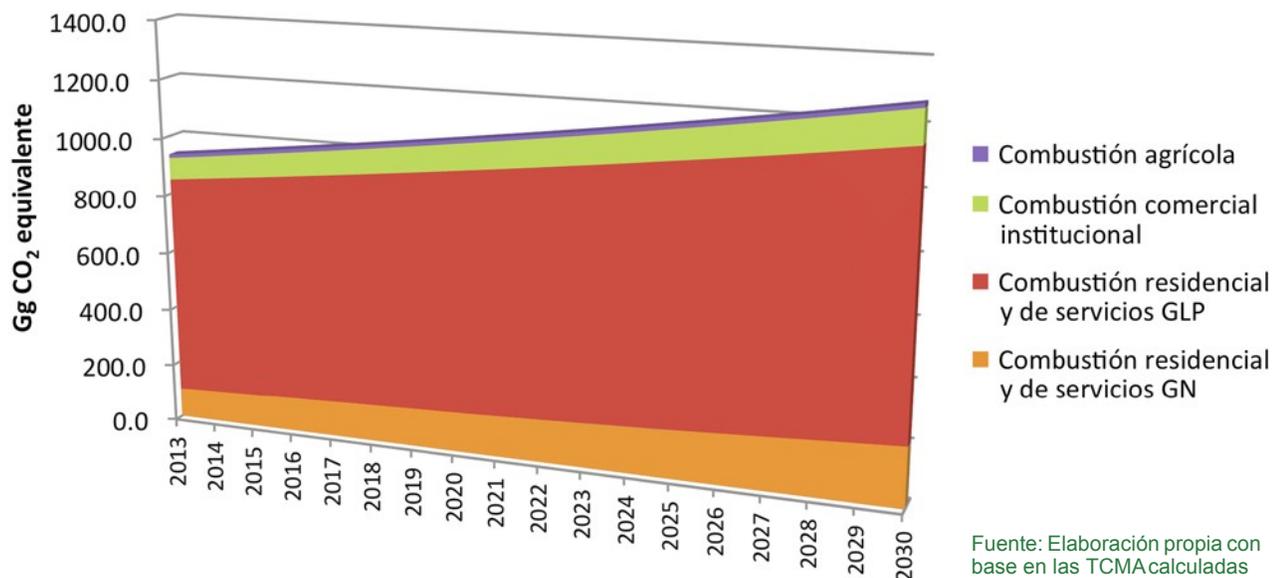
Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIE – SENER

**Tabla 6.1.**  
Parque vehicular  
(vehículos a motor)  
1995 - 2013.

Año	Vehículos de Motor
1995	475,883
1996	505,867
1997	548,839
1998	621,184
1999	643,285
2000	730,109
2001	855,292
2002	1,097,492
2003	954,968
2004	989,307
2005	963,195
2006	1,045,256
2007	867,284
2008	882,851
2009	921,714
2010	962,042
2011	997,810
2012	1,022,935
2013	1,058,292
TC (1995-	122.38
TCMA	5.01

Fuente: Elaboración propia con base en el Banco de Datos del INEGI para el Estado de Tamaulipas, 1995–2013.

Finalmente, en la Gráfica 6.4. se presentan las emisiones por consumo de combustibles en otros sectores, donde se observa que la combustión residencial de gas LP es la que contribuye en mayor medida.



**Gráfica 6.4.** Proyección de las emisiones de la subcategoría Energía-Otros Sectores.

Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIE – SENER.

La FAO (por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization*), señala que la producción pecuaria es una de las causas principales de los problemas ambientales más apremiantes del mundo, como el calentamiento del planeta, la degradación de los suelos, la contaminación atmosférica y del agua, y la pérdida de biodiversidad. El informe estima que el ganado es responsable del 18% de las emisiones de GEI, un porcentaje mayor que la del transporte. Sin embargo, añade, el sector pecuario podría contribuir en igual medida a la solución de esos problemas y por un costo razonable podría mejorar mucho esta situación.<sup>51</sup>

La Gráfica 6.5. muestra la proyección hasta el 2030 del crecimiento en cabezas de ganado. Para estimar este crecimiento poblacional en el estado de Tamaulipas se analizaron los datos de SIACON – SAGARPA y se obtuvo la tasa de crecimiento media anual para el periodo 2006-2013 y se aplicó para el resto de los años (2014 – 2030). El número de cabezas del inventario animal al 2030 se estima en alrededor de 2 millones 160 mil, sin contar equinos.

Dada su importante participación, la producción de CH<sub>4</sub> proveniente del ganado bovino podría representar un área de oportunidad para la captura de metano en el mediano plazo, y para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en el largo plazo y con ello una reducción en la emisión de CH<sub>4</sub>, aunque esto requerirá asegurar la capacidad técnica de productores y un apoyo técnico y financiero de las autoridades Estatales y Federales, pues no se tienen ningún registro de proyectos de estas características en el Estado.

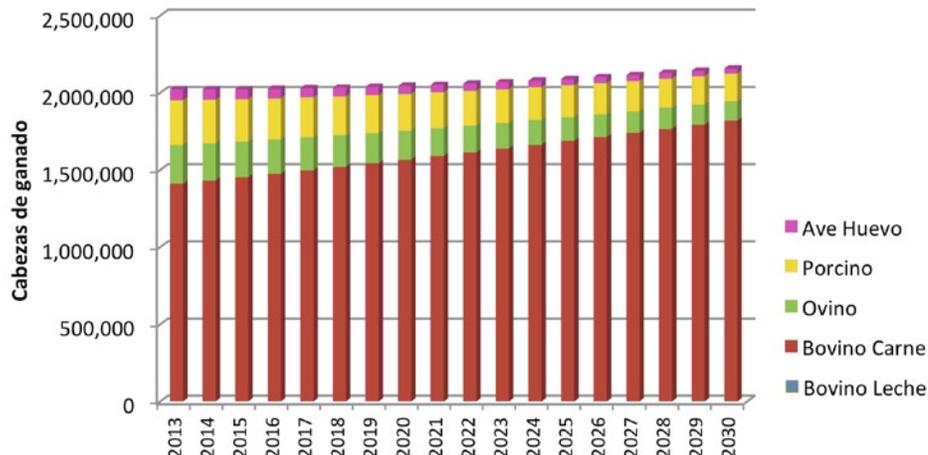
### 6.1.2. Escenarios convencionales para el sector ganadero de Tamaulipas.

51. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>. Última consulta: 15 de agosto de 2015.

**Gráfica 6.5.**

Proyección al 2030 del crecimiento poblacional de cabezas de ganado para el Estado de Tamaulipas según datos de SIACON.<sup>52</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIACON – SAGARPA.

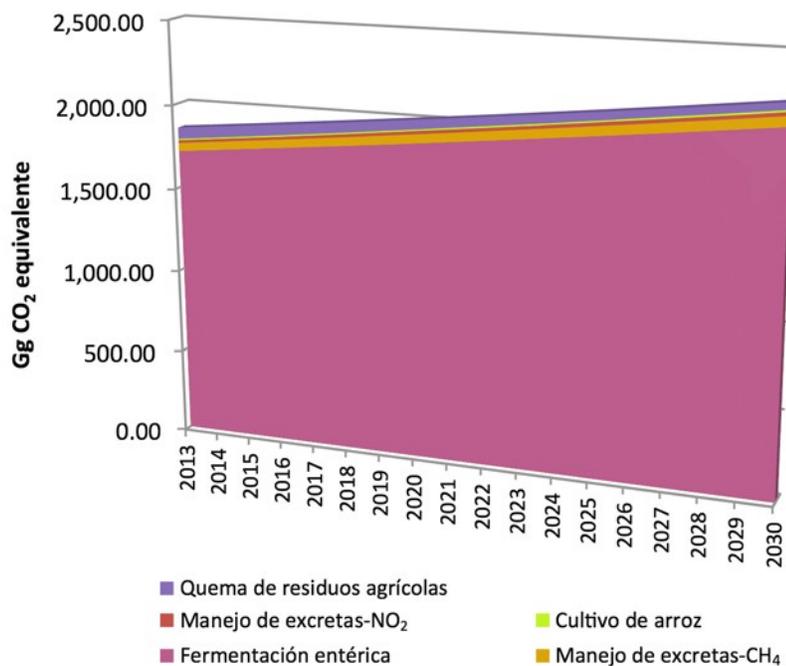


La Gráfica 6.6. a continuación, muestra la proyección hasta el 2030 de las emisiones de la categoría AFOLU, sin considerar el cambio de uso de suelo ni los incendios forestales por no contar con datos necesarios para realizar la estimación.

**Gráfica 6.6.**

Proyección al 2030 de emisiones de metano por año para el sector pecuario del estado de Tamaulipas según datos de SIACON.<sup>53</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIACON – SAGARPA.



Realizando el análisis de los datos se puede observar que las emisiones se estiman del orden de 2,200 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2030, en comparación con alrededor de 1,800 en 2013. La mayor parte de las emisiones deriva de la fermentación entérica del ganado, que actualmente es muy difícil controlar pues además de que la tecnología para ello sigue en proceso de investigación y desarrollo.

52. <http://www.siap.gob.mx/optesta/disticasiacon2012parcial-siacon-zip/> Software Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) de la SAGARPA

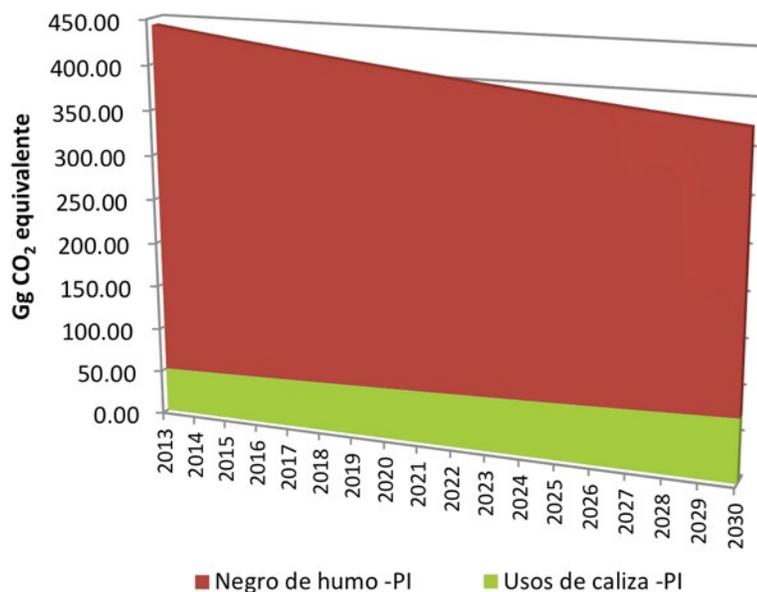
53. <http://www.siap.gob.mx/optesta/disticasiacon2012parcial-siacon-zip/> Software Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) de la SAGARPA

llo (vacunas y dietas especializadas), se requeriría de mucha mayor capacitación en campo para atacar esta categoría adecuadamente. En este sentido, el aprovechamiento del metano de la gestión de excretas es un subsector que pudiera atacarse más fácilmente. La quema de residuos y el cultivo del arroz, aunque importantes, representan un porcentaje muy bajo en comparación con las emisiones de la ganadería.

Con el análisis de los gráficos 60 y 61 se concluye que por población de cabezas de ganado y por generación de GEI/año, el ganado bovino es el subsector que representa mayor emisión a la atmosfera, por lo que resulta un área de oportunidad para el aprovechamiento o quema de metano, aunque, como se comentó anteriormente, ello requiere asegurar la capacidad técnica y financiera de productores.

La proyección de las categorías procesos industriales y residuos se presentan en los siguientes gráficos. Para el caso de la producción de negro de humo, las emisiones son decrecientes debido que la industria presenta un comportamiento a la baja desde 2000 hasta 2012 (periodo para el que se cuenta con datos), con un volumen de producción que va de 183 a 149 mil toneladas respectivamente, correspondiente a 392.26 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2013 a 301.58 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2030. Por su parte, la producción de caliza presenta un ligero aumento al pasar de 50.14 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2013 a 71.81 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente al 2030.

### 6.1.3. Categorías menos relevantes en términos de emisiones de GEI



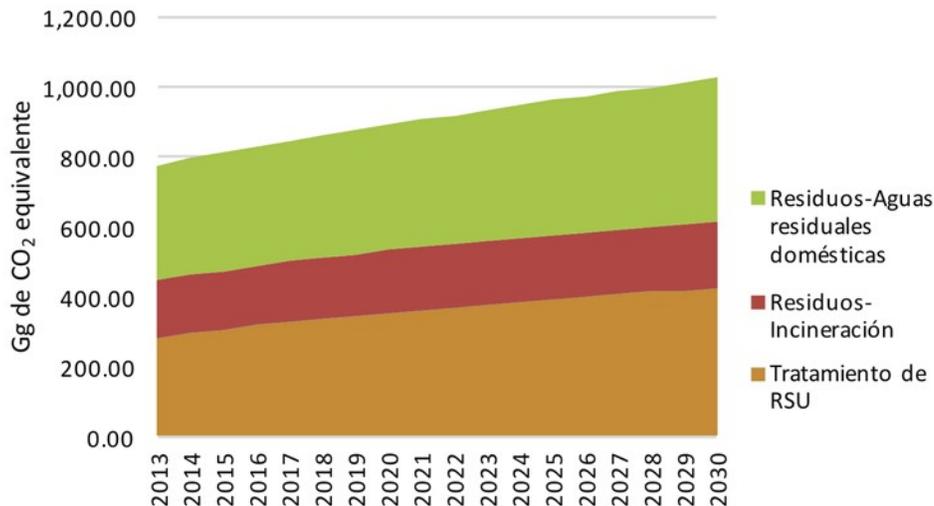
**Gráfica 6.7.**  
Proyección al 2030 de emisiones por Negro de Humo y Uso de Caliza.

Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIACON – SAGARPA.

Para el caso de los residuos, las emisiones van de alrededor de 870 Gg CO<sub>2</sub>e en 2013, a alrededor de 1,100 en 2030. Se observa que las tres subcategorías crecen ligeramente. Para la estimación, se utilizó la tasa de crecimiento media anual poblacional estatal publicada por el CONAPO para la última década.

**Gráfica 6.8.**

Proyección al 2030 de emisiones de la gestión de residuos.



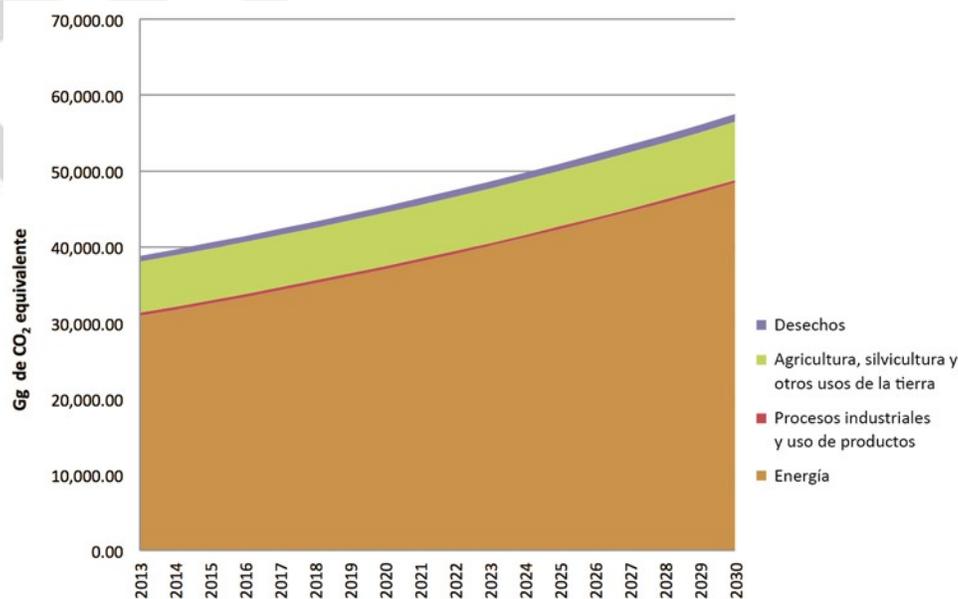
Fuente: Elaboración propia con base en las TCMA calculadas a partir de datos del SIACON – SAGARPA.

**6.1.4. Línea Base Estatal**

Finalmente, en la siguiente gráfica se presenta la línea base estatal considerando el escenario convencional. Se observa que al 2030, las emisiones totales se estiman del orden de 57,508.49 Gg CO<sub>2</sub> equivalente; es decir, un incremento del 48.22% respecto a las emisiones en 2013, año base con emisiones que ascendieron a 38,797.14 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (véase Gráfica 6.9.).

**Gráfica 6.9.**

Línea Base y proyecciones de emisiones de GEI para Tamaulipas en un escenario de BaU.



Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios al 2030 ratifican las tendencias de emisiones de cada una de las categorías identificadas en el inventario. Las fuentes clave de emisiones de GEI son en primer lugar Energía, en particular la generación de energía eléctrica, por lo que se requieren estrategias y acciones que permitan disminuir las emisiones a través del cambio a instalaciones y edificios menos demandantes de energía eléctrica, así como impulsar las fuentes de energía renovables aprovechando el potencial eólico y solar del Estado.

Dentro del sector Energía, el transporte tiene una contribución importante, por lo que se requiere de acciones que permitan desincentivar el uso de transporte y movilidad motorizada, contener el crecimiento del parque vehicular y modernizar las unidades de transporte público. Uno de los mecanismos que puede contribuir a ello es la tenencia vehicular como un incentivo para generar recursos y modificar las preferencias de consumidores. Esta medida requiere simultáneamente acciones complementarias como la ampliación del Programa de Verificación Vehicular, actualmente aplicable sólo a vehículos del Estado y los Municipios, así como el mejoramiento del transporte urbano en las ciudades y zonas metropolitanas del Estado, cuyos recursos podrían provenir de la tenencia vehicular.

Otra de las fuentes clave es el ganado, en particular el bovino, pues de acuerdo con las tasas de crecimiento, este tipo de ganado tendrá un crecimiento mayor que el resto (ovino, porcino, bovino lechero y avícola). En ese sentido, una política de ampliación de los sistemas agrosilvopastoriles cobra relevancia pues además de contribuir a la mitigación a través de la retención de especies leñosas en pasturas, siembra de árboles en potreros, uso de cercas vivas y de cortinas rompevientos; permiten reducir la presión sobre los ecosistemas, incrementar la productividad y los stocks de carbono gracias a la incorporación de especies forrajeras como alimento para el ganado, con lo que es posible conservar pastizales y contener la frontera agropecuaria.

Como se comentó anteriormente, en 2010 se tenían registradas 700 Ha piloto incorporadas a este sistema, sin embargo, el potencial es de 1.65 millones de Ha de pastizal inducido o cultivado que tiene el Estado, con un potencial para capturar hasta 1 millón de tCO<sub>2</sub> equivalente, es decir, 0.61 tCO<sub>2</sub> equivalente por Ha, suponiendo que la totalidad de esta superficie se destinara a los sistemas agrosilvopastoriles, lo cuál equivaldría a cerca del 6% de las emisiones provenientes del sector pecuario del Estado.

Otra de las fuentes clave son los residuos sólidos urbanos, que si bien contribuyen de manera marginal en comparación con la generación de energía eléctrica, la implementación de programas de manejo de RSU no sólo contribuyen a mitigar GEI a través del aprovechamiento o quema de metano, sino que tiene costos económicos, sociales y ambientales que representan el 0.3% del PIB (INEGI, 2014b). Estas son las medidas sobre las cuáles se juzga pertinente profundizar a través de un análisis Costo – Beneficio que se desarrolla más adelante.

Derivado de la identificación de las fuentes clave, a continuación se proponen los siguientes 6 Ejes Estratégicos, cada uno de los cuáles integra varias líneas de acción. Cabe mencionar que dichos ejes estratégicos y las líneas de acción que se derivan, toman en cuenta las recomendaciones y aportaciones de quienes participaron durante los 9 talleres del GTT de mitigación, facilitados por la COCEF, y que tuvieron lugar en Reynosa, Ciudad Victoria y Tampico. Asimismo, cubren todos los sectores asociados a los GTT en materia de mitigación y que participaron en dichos talleres, es decir, suministro de energía, transporte, uso de suelo, sector residencial, sector comercial, sector industrial, agricultura, silvicultura y residuos (véase Anexo 11c).

## 6.2. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción en Materia de Mitigación

54. Los supuestos bajo los cuáles se estima el potencial de mitigación de cada línea de acción para el establecimiento de metas, se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

A fin de presentar las estrategias y líneas de acción de manera más clara, se integran Cédulas de Identificación de cada Línea de Acción, mismas que contienen los siguientes componentes:

- Nombre y Clave de la Acción
- Objetivo
- Descripción
- Alcance geográfico
- Congruencia con otros instrumentos de política nacional o local
- Instituciones co-participantes
- Beneficios
- Barreras
- Periodo de implementación (Corto, Mediano o Largo Plazo)
- Metas derivadas de su implementación
- Metas de mitigación (tCO<sub>2</sub>e)
- Potenciales fuentes de financiamiento
- Indicadores de seguimiento (desempeño e impacto)

Parque eólico,  
Reynosa, Tamaulipas



Foto: Archivo SEDUMA

El Objetivo General de este Eje Estratégico es incrementar el uso de las energías renovables en el Estado, aprovechando su potencial eólico y solar. Este Eje se integra por las siguientes líneas de acción:

6.2.1. Eje M.1. Impulso al aprovechamiento de Energías Renovables

M.1.1. Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos

Eje 1: Impulso al uso de Energías Renovables			
Línea de Acción: M.1.1.		Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos	
Objetivo:		Aprovechar el potencial eólico del Estado de Tamaulipas para propósitos de autogeneración	
Descripción:		Dar seguimiento a los cinco proyectos eólicos en marcha e impulsar nuevos proyectos en zonas prioritarias con mayor potencial eólico.	
Alcance geográfico:		Reynosa, Matamoros, Méndez, San Fernando, Victoria, Casas, Llera, Gúemez, Aldama y Soto la Marina	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M.1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia. Línea de Acción M1.7. Fomentar la generación de energía eolieléctrica y aprovechar su potencial terrestre y marino para asegurar la compatibilidad tecnológica, social y ambiental. PNI 2014 – 2018. Estrategia 2.5. Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor gasto y bajo impacto ambiental. Línea 2.5.3. Desarrollar proyectos de generación que permitan el aprovechamiento de recursos renovables, hídricos, eólicos y solares.	
	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Estrategia 14.1. Promover alternativas de producción de energía eficaces y sustentables económica, social y ambientalmente. Línea de Acción 14.1.2. Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable. Agenda Energética de Tamaulipas. Instrumentar proyectos de aprovechamiento de energías renovables en los sectores público y privado. Dar seguimiento a los 26 proyectos eólicos registrados en la Comisión Reguladora de Energía y a las cinco centrales eólicas incluidas en el Programa Nacional de Infraestructura 2014 – 2018.	
Instituciones Co-participantes	Federal	CFE, CRE, CENACE Banobras	
	Estatal	Agencia Estatal de Energía SEDUMA	
	Municipal	NA	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI.	
Barreras / Riesgos		Adquisición de terrenos compleja, necesario cumplir con normatividad ambiental, lo que consume mucho tiempo; impacto social en las comunidades receptoras para la construcción de parques eólicos.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015 – 2018)		Largo Plazo (2030)
	6 parques eólicos con una capacidad acumulada de generación de entre 300 a 600 MW		18 parques eólicos con una capacidad acumulada de entre 1,600 a 3,200 MW
Meta de mitigación	3,012.96 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)	5,791.79 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)	30,176.92 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)
Potenciales fuentes de financiamiento		Sector Privado (con incentivos fiscales) Presupuesto de Egresos de la Federación	
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De impacto
	(MWh producidos por fuente eólica/MWh producidos en total) x 100		Emisiones reducidas de tCO <sub>2</sub> e/año

Nota: Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrolla en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

M.1.2. Impulsar el aprovechamiento del potencial solar del Estado de Tamaulipas

Eje M.1. Impulso al uso de Energías Renovables			
Línea de Acción: M.1.2.		Impulsar el aprovechamiento del potencial solar del Estado de Tamaulipas	
Objetivo:		Incrementar la penetración de las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar tanto en las zonas urbanas como en comunidades aisladas de Tamaulipas.	
Descripción:		Se trata de impulsar la penetración de este tipo de energía aprovechando el potencial solar del estado (uno de los más altos del país) a través de un plan de trabajo orientado a incrementar la participación de la energía solar en el abasto de energía eléctrica, tanto pública como privada en zonas urbanas y rurales del Estado. Eventualmente, dicho plan de trabajo puede evolucionar para institucionalizar un Programa específico para profundizar el esfuerzo de penetración de esta tecnología, en el sector público y privado.	
Alcance geográfico:		Todo el Estado (Susceptible de desarrollar un Programa Piloto en Municipios Rurales para alumbrado público y abasto de energía en el sector privado)	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	Estrategia Nacional de Energía 2013 – 2017. Tema Estratégico 15. Identificar y aprovechar el potencial de energías renovables en nuestro país. PNI 2014 – 2018. Estrategia 2.5. Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor gasto y bajo impacto ambiental. Línea 2.5.3. Desarrollar proyectos de generación que permitan el aprovechamiento de recursos renovables, hídricos, eólicos y solares.	
	Estatad	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Eje IV. Políticas Públicas de Cambio Climático. 14.1. Promover alternativas de producción de energía eficaces y sustentables económica, social y ambientalmente. 14.1.2. Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable.	
		Agenda Energética de Tamaulipas. Infraestructura Ambiental y Energías Renovables. Instrumentar proyectos de aprovechamiento de energías renovables en los sectores público y privado.	
Instituciones Co-participantes	Federal	CONUEE, SENER, CFE	
	Estatad	Agencia Estatal de Energía SEDUMA	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI	
Barreras / Riesgos		Penetración lenta por los ajustes en instalaciones existentes (retrofit). La inversión inicial sigue siendo alta. Se requieren incentivos fiscales para que el sector privado invierta, así como acciones de promoción y sensibilización.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015 – 2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	Instalación de 14,726 paneles solares de 300 watts para cubrir una demanda de 4.5 MW del Complejo Gubernamental Parque Bicentenario (en el Estacionamiento para generar Energía Eléctrica y sombra) <sup>55</sup>		
Meta de mitigación		21.44 Gg de CO <sub>2</sub> e/año a partir de 2018	38.58 Gg de CO <sub>2</sub> e (acumulado)
Potenciales fuentes de financiamiento		Privado (con apoyo de incentivos fiscales y por ahorros en la factura eléctrica) Para calentar agua, el Programa para Promover los Calentadores Solares (PROCAL SOL)	
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De impacto
	m <sup>2</sup> instalados de celdas fotovoltaicas m <sup>2</sup> instalados de calentadores solares	(MWh producidos por energía solar / MWh producidos en total ) x 100	(tCO <sub>2</sub> e mitigadas en el año n)/(4,287 tCO <sub>2</sub> e) x 100*

NE = No Estimado

\*Nota: Las 4,287 tCO<sub>2</sub> equivalente/año es el potencial de mitigación anual estimado. Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

55. Proyecto en proceso de autorización.

En lo que respecta el Programa de Abasto de Energía Solar en el Estado, no se estima una meta, pues se requiere la elaboración de estudios más profundos sobre el universo potencial para la implementación de dicho programa y su potencial de mitigación. En este caso, la meta es el diseño de un Programa de Abasto de Energía Solar en el Estado para propósitos de autoabastecimiento.

Para el caso de las metas de mitigación al 2020 y al 2030, se parte del supuesto de que se sigue con el mismo ritmo de crecimiento y penetración de la tecnología en otras ciudades y sectores, como el residencial, aunque se considera que el potencial puede ser aun mayor si se considera el inventario público y privado de inmuebles nuevos y usados susceptibles de acoger este tipo de tecnologías para la generación de energía eléctrica.<sup>56</sup>

56. Mediante el portal del Instituto de Transparencia y Acceso a la Información de Tamaulipas, se solicitó el 11 de noviembre de 2015, la relación de todos los bienes inmuebles propiedad del Estado a fin de contar con elementos más sólidos para estimar el potencia real de esta medida. Sin embargo, el 16 de enero de 2016, se recibió respuesta de dicho Instituto señalando que se estaba en un proceso de actualización y conciliación de los bienes inmuebles en coordinación con las dependencias del gobierno del Estado, por lo que no fue posible contar con esta información.

Respecto al tránsito a un sistema de alumbrado público basado en energías no convencionales, actualmente sólo el 1% del alumbrado público opera bajo tecnología de alta eficiencia energética, en este caso de tipo LED, por lo que existe un área de oportunidad en los 43 municipios de Tamaulipas, en particular en las principales ciudades y zonas metropolitanas (Tampico, Reynosa - Río Bravo, Matamoros, Nuevo Laredo y Victoria). Además, el cambio de luminarias tiene cobeneficios importantes en términos de seguridad pública.

6.2.2. Eje M.2.  
Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado

M.2.1. Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades del Estado por luminarias de alta eficiencia energética

Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado	
Línea de Acción: M.2.1.	Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades del Estado por luminarias con tecnología de alta eficiencia energética.
Objetivo:	Disminuir la demanda energética en el alumbrado público y reducir la emisión de GEI, además de obtener cobeneficios como ahorros en la factura de energía y mejoramiento en la seguridad pública de las ciudades.
Descripción:	Impulsar en coordinación con los gobiernos locales, el cambio de luminarias de tecnología convencional (vapor de sodio) a luminarias de menor demanda energética.
Alcance geográfico:	Ciudad Victoria, Ciudad Madero, Tampico, Mante, Matamoros, Reynosa, Río Bravo y Nuevo Laredo
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal ENACC 2013 – 2018. M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable. M2.2. Aprovechar el potencia de las acciones de mitigación con la inclusión de la cogeneración eficiente, la eficiencia energética en iluminación, aire acondicionado, refrigeración eficiente y calentamiento de agua. PECC 2014 – 2018. Objetivo 3. Reducir emisiones de GEI para transitar a una economía competitiva y un desarrollo bajo en emisiones. Estrategia 3.1. Ejecutar proyectos y acciones de eficiencia energética en el alumbrado público.

Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado			
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Estrategia 5.2. Promover la iluminación de las ciudades que mejore la imagen, cobertura y seguridad pública. Línea de Acción 5.2.1. Fomentar acuerdos de coordinación con la federación y los ayuntamientos para la iluminación de las ciudades con sistemas eficientes de alumbrado público, con énfasis en el uso de energía solar. Línea de Acción 5.2.2. Impulsar proyectos de sustentabilidad urbana para el ahorro de energía en los sistemas de alumbrado público.	
		Agenda Energética de Tamaulipas. Eje: Eficiencia Energética. Instrumentar sistemas de manejo ambiental en el sector público estatal y municipal que establezcan normas para el uso eficiente de la energía y combustibles. Promover la sustitución de tecnología eficiente en edificios y alumbrado público.	
Instituciones Co-participantes	Federal	CONUEE Banobras	
	Estatal	Agencia Estatal de Energía SEDUMA	
	Municipal	Dirección de Servicios Públicos o equivalente	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI. Mejoramiento de la seguridad pública	
Barreras / Riesgos		Procesos burocráticos complejos para acceder al Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público de la CONUEE. Tecnología aun cara, pero con costos cada vez menores.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)		Largo Plazo (2030)
	188,010 luminarias sustituidas (100% de las luminarias son sustituidas a tecnología LEDs)		El 100% de las luminarias se conservan bajo la tecnología LEDs
Meta de mitigación*	75.08 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente	150.16 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumuladas)	525.57 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumuladas)
Potenciales fuentes de financiamiento	Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público de la CONUEE con financiamiento de Banobras Aportación de recursos del RAMO 33 y 34 y del Presupuesto de Egresos de la Federación Programa de Alumbrado Público Municipal en el marco del Subsidio para la Seguridad Pública de los Municipios (Subsemun)		
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De impacto
	(Luminaria tipo LED/Inventario total de luminaria) x 100		Emisiones reducidas de tCO <sub>2</sub> e/año

\*Nota: Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

### M.2.2. Diseñar e instrumentar un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos

Respecto al diseño e instrumentación de un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos, se trata de ampliar las acciones que actualmente impulsa la SEDUMA, como el Sistema de Manejo Ambiental Institucional (SIMA-I) que opera también en planteles educativos (SIMA-E), para realizar un diagnóstico del consumo de edificios e instalaciones de la Administración Pública del Estado.

En el caso de las Escuelas, la oportunidad es interesante pues impactaría a poco más de 6,445 planteles a lo largo del Estado y a una población superior al 110,463 usuarios del sistema estatal de educación, entre alumnos, docentes y personal escolar.

Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado			
Línea de Acción: M.2.2.		Diseño e instrumentación de un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos.	
Objetivo:		Ampliar las acciones que actualmente impulsa la SEDUMA (Sistema Integral de Manejo Ambiental Institucional (SIMA-I) y Escolar (SIMA-E))	
Descripción:		Realizar diagnósticos energéticos del consumo de edificios e instalaciones de la Administración Pública del Estado para la implementación de acciones de ahorro, desde soluciones simples como un mejor aislamiento térmico, hasta soluciones más complejas de cambio de instalaciones.	
Alcance geográfico:		Todo el Estado (susceptible de desarrollar un caso piloto en algún municipio)	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable. M2.2. Aprovechar el potencia de las acciones de mitigación con la inclusión de la cogeneración eficiente, la eficiencia energética en iluminación, aire acondicionado, refrigeración eficiente y calentamiento de agua. PECC 2014 – 2018. Objetivo 3. Reducir emisiones de GEI para transitar a una economía competitiva y un desarrollo bajo en emisiones. Estrategia 3.1. Ejecutar proyectos y acciones de eficiencia energética en inmuebles, instalaciones y vehículos de la APF.	
	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Estrategia 5.2. Promover la iluminación de las ciudades que mejore la imagen, cobertura y seguridad pública. Línea de Acción 5.2.1. Fomentar acuerdos de coordinación con la federación y los ayuntamientos para la iluminación de las ciudades con sistemas eficientes de alumbrado público, con énfasis en el uso de energía solar. Línea de Acción 5.2.2. Impulsar proyectos de sustentabilidad urbana para el ahorro de energía en los sistemas de alumbrado público.	
		Agenda Energética de Tamaulipas. Eje: Eficiencia Energética. Instrumentar sistemas de manejo ambiental en el sector público estatal y municipal que establezcan normas para el uso eficiente de la energía y combustibles. Promover la sustitución de tecnología eficiente en edificios y alumbrado público.	
Instituciones Co-participantes	Federal	CONUEE Banobras	
	Estatal	Todas las dependencias e instancias de la administración pública estatal	
	Municipal	Oficialías mayores y el área responsable de materiales y suministros.	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI. Mejoramiento de la seguridad pública.	
Barreras / Riesgos		Procesos burocráticos complejos para acceder al Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público de la CONUEE.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	15% de los edificios públicos diagnosticados	30% de los edificios públicos diagnosticados	100% de los edificios públicos diagnosticados
Meta de mitigación		NA	
Potenciales fuentes de financiamiento		Secretaría de Finanzas del Estado, Banobras, FIDE, NADBank a través de la COCEF	
Indicadores de seguimiento	De desempeño (No. de edificios públicos diagnosticados)		De Impacto (Reducción del consumo energético medido en MWh/año)
	(No. de diagnósticos en edificios públicos/total de edificios públicos) x 100		(MWh en el año n-1 – MWh en el año n) / (MWh en el año n-1) x 100

### M.2.3. Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos

Esta acción es el complemento natural de la acción M.2.2., pues se trata de elaborar auditorías del consumo de energía eléctrica para la implementación de acciones de ahorro, desde soluciones simples como un mejor aislamiento térmico, hasta soluciones más complejas de cambio de instalaciones. Se deberá trabajar con las áreas de suministros y oficinas mayores de las dependencias estatales, acciones que les permita generar ahorros de energía y en consecuencia, en pagos por consumo de energía a la CFE.

Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado			
Línea de Acción: M.2.3.		Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos	
Objetivo:		Identificar las oportunidades de ahorro de energía eléctrica en los edificios propiedad del Gobierno del Estado y de los Municipios	
Descripción:		Se trata de elaborar un diagnóstico de la eficiencia energética del parque inmobiliario de los edificios públicos del Gobierno del Estado (Gobierno, Educación, Salud, Cultura, Abasto, etc.) a fin de identificar las oportunidades de ahorro de energía eléctrica y emitir recomendaciones.	
Alcance geográfico:		Todo el Estado (Susceptible de realizar un caso piloto en algún municipio)	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable. M2.2. Aprovechar el potencia de las acciones de mitigación con la inclusión de la cogeneración eficiente, la eficiencia energética en iluminación, aire acondicionado, refrigeración eficiente y calentamiento de agua. PECC 2014 – 2018. Objetivo 3. Reducir emisiones de GEI para transitar a una economía competitiva y un desarrollo bajo en emisiones. Estrategia 3.1. Ejecutar proyectos y acciones de eficiencia energética en inmuebles, instalaciones y vehículos de la APF.	
	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Eje 11. Protección al Ambiente. Conciencia Ambiental. 12.1.5. Incentivar la participación del sector productivo en la realización voluntaria de auditorías ambientales.	
Instituciones Co-participantes	Federal	CONUEE	
	Estatal	Agencia Estatal de Energía SEDUMA	
	Municipal	Oficinas mayores y el área responsable de materiales y suministros.	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI. Mejoramiento de la eficiencia energética en los inmuebles propiedad del Estado. Ahorros en la factura por consumo de electricidad	
Barreras / Riesgos		Falta de recursos para aplicar las recomendaciones de la Auditoría como cambio de luminarias, cambio de aires acondicionados, etc.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)		Largo Plazo (2030)
	15% de los edificios públicos auditados	30% de los edificios públicos auditados	100% de los edificios públicos auditados
Meta de mitigación		NA	
Potenciales fuentes de financiamiento		Secretaría de Finanzas del Estado	
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	(No. de inmuebles públicos auditados/Total de inmuebles de propiedad pública) x 100		(No. de recomendaciones atendidas/Total de recomendaciones) x 100

6.2.3. Eje M.3.  
Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas

M.3.1. Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del Estado

Como el título lo indica, esta acción busca mitigar GEI a través del mejoramiento de la movilidad urbana mediante la construcción de sistemas de transporte público confinado (BRT), y el impulso de modalidades de movilidad no motorizada como la ciclomovilidad y la planeación urbana para transitar hacia modelos de desarrollo urbano compactos, densos y mixtos que tiene la virtud de inducir los recorridos cortos y a pie.

Eje M.3. Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas	
Línea de Acción: M.3.1	Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del Estado.
Objetivo:	Transformar el sistema de movilidad vigente en las principales ciudades de Tamaulipas, orientado a la ampliación de infraestructura vial, hacia otro que integre la planeación del transporte con la planeación urbana.
Descripción:	Esta línea de acción consiste en desarrollar cinco PIMUS, que incluyan como parte de sus acciones, cuando menos las siguientes tres: 1) sustitución de las unidades obsoletas de transporte público, 2) modificación del modelo "Hombre – Camión" hacia un modelo corporativo de prestación del servicio y 3) integrar la movilidad ciclista y peatonal.
Alcance geográfico:	Zonas metropolitanas de Tampico-Madero-Altamira; Reynosa-Rio Bravo, Matamoros, Nuevo Laredo y Ciudad Victoria
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal ENACC 2013 – 2018. P1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes. P1.10 Alinear la planeación y las políticas de desarrollo urbano, suelo, edificaciones sustentables, vivienda, energía, transporte, movilidad, áreas verdes, costas, gestión integral de residuos y agua para reducir la huella de carbono de los centros de población. P1.15. Crear y fortalecer instituciones locales para regular y planear aspectos del transporte a nivel regional y metropolitano, particularmente de movilidad, optimización de la infraestructura, rutas de transporte y minimización de las ineficiencias. PECC 2014 – 2018. Estrategia 3.5. Desarrollar esquemas de transporte y movilidad sustentables. Línea de Acción 3.5.7. Impulsar proyectos clave de transporte masivo con criterios de reducción de tiempos de recorrido, rentabilidad socioeconómica e impacto ambiental.
	Estatal Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. 7. Transporte público eficiente. Objetivo: Fortalecer el sistema de transporte público estatal de personas con criterios de modernidad, suficiencia, eficiencia y sustentabilidad.
Instituciones Co-participantes	Federal SHCP – Banobras (FONADIN)
	Estatal SEDUMA a través de la Subsecretaría de Transporte
	Municipal Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas o equivalente Institutos Municipales de Planeación (IMPLANES)

Eje M.3. Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas			
Beneficios	Aumento en la calidad del aire en las ciudades, disminución en los tiempos de desplazamiento, mejora en la calidad de vida de los ciudadanos por mejoramiento en el espacio público y disminución de GEI.		
Barreras / Riesgos	Se requiere trabajar con los concesionarios de ruta para dar capacitación y asistencia técnica que les permita transitar de un modelo "Hombre – Camión" hacia un modelo empresarial.		
Metas derivadas de su implementación Elaborar e implementar 2 PIMUS	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)**	Largo Plazo (2030)**
	Elaborar e implementar 1 PIMUS	Elaborar e implementar 2 PIMUS (En total, hacia el 2030 las cinco ciudades más importantes del Estado cuentan con un PIMUS)	
Meta de mitigación*	1,201.96 Gg de CO <sub>2</sub> eq (acumulado)	2,071.14 Gg de CO <sub>2</sub> eq (acumulado)	7,415.22 Gg de CO <sub>2</sub> eq (acumulado)
Potenciales fuentes de financiamiento	Fondo Metropolitano, Banobras – FONADIN, GEF		
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	(No. de PIMUS elaborados / No. de PIMUS Programados) x 100		Miles de tCO <sub>2</sub> e mitigadas/año

\*Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

### M.3.2. Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para todo el parque vehicular del Estado

57. Véase Gobierno del Estado de Tamaulipas (2015). Secretaría de Administración. Relación de Vehículos Oficiales de la Administración Central. Disponible en: <http://transparencia.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2015/07/XIV.-RELACION-DE-VEHICULOS-10072015.pdf>. Última consulta: 24 de septiembre de 2015.

Actualmente, sólo el parque vehicular del Gobierno del Estado están obligados a apegarse al Programa de Verificación Vehicular que dio inicio en el 2013. El mismo asciende a 2,067 vehículos de 4, 6 y 8 cilindros, además de vehículos especiales como embarcaciones, maquinaria pesada, remolques, ambulancias, entre otros.<sup>57</sup> Este inventario corresponde al 0.2% del parque vehicular de todo el Estado en 2013 que ascendió a 1'058,292 vehículos, por lo que a pesar de que la línea de acción se refiere como una ampliación, se trata prácticamente de la implementación de un nuevo programa de verificación vehicular en el que todos los propietarios de vehículos pasen por dicho programa.

Eje M.3. Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas	
Línea de Acción: M.3.2	Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para incorporar a todos los vehículos particulares del Estado
Objetivo:	Hacer obligatoria la verificación vehicular para los más de 1 millón 408 mil unidades que se tenían registradas en 2013 y ampliar su cobertura a los particulares que hoy en día no están obligados; además de procurar renovar el parque vehicular y restringir la importación de autos viejos de Estados Unidos.
Descripción:	Esta línea de acción consiste en ampliar la capacidad de los Centro de Verificación Vehicular en las cinco ciudades más grandes del Estado y asegurar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas sobre límites máximos permisibles de emisiones de fuentes móviles.

Eje M.3. Mejoramiento de la calidad del aire, promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas			
Alcance geográfico:		Las cinco ciudades y Zonas Metropolitanas más grandes del Estado (Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Ciudad Victoria y Tampico)	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable. M2.14. Crear un sistema nacional de verificación vehicular obligatoria, incluyendo mecanismos de control aplicables, así como revisar y en su caso ajustar las normas de emisiones de la flota vehicular con la participación de los tres órdenes de gobierno para asegurar altos índices de eficiencia en todas las adiciones al parque vehicular nacional, incluyendo la de los vehículos usados que son importados.	
	Estatad	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. 7. Transporte público eficiente. Objetivo: Fortalecer el sistema de transporte público estatal de personas con criterios de modernidad, suficiencia, eficiencia y sustentabilidad. Estrategia 7.1. Modernizar los servicios de transporte público con acciones de coordinación para el ordenamiento, renovación de unidades, mecanismos de control y esquemas de capacitación a conductores. 7.1.1. Fortalecer las acciones de mejora de la seguridad y calidad del servicio de transporte colectivo con sistemas de control, supervisión y verificación de las unidades.	
Instituciones Co-participantes	Federal	SEMARNAT - INECC	
	Estatad	SEDUMA a través de la Subsecretaría de Transporte	
	Municipal	Direcciones de Ecología, Medio Ambiente o equivalentes. Direcciones de Tránsito y Vialidad o equivalentes	
Beneficios		Disminuir las emisiones de GEI a la atmósfera, con co-beneficios en la salud pública (disminución en las enfermedades en vías respiratorias) por el mejoramiento en la calidad del aire.	
Barreras / Riesgos		Es una medida políticamente costosa y económicamente cara, pues requiere la compra de equipos especiales de inspección de los vehículos automotores. Se requiere del acuerdo por parte del Congreso Local para hacerla obligatoria, pues actualmente es voluntaria para los particulares.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)*	Largo Plazo (2030)*
	Diseño e implementación del Programa de verificación vehicular obligatorio a vehículos oficiales y particulares		
Meta de mitigación*	509.80 Gg de CO <sub>2</sub> e mitigadas acumuladas	878.46 Gg de CO <sub>2</sub> eq acumuladas	3,145.10 Gg de CO <sub>2</sub> eq acumuladas
Potenciales fuentes de financiamiento		Iniciativa privada (concesionarios de los centros de verificación), Banca	
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	No. de vehículos verificados / Total de vehículos registrados		MtCO <sub>2</sub> e mitigadas Año

\*Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

### M.3.3. Reingeniería de la Tenencia Vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y movilidad no motorizada

Esta línea de acción busca por un lado, incidir en las preferencias de los consumidores respecto a la adquisición de vehículos y por otro lado, en integrar un fondo estatal cuyo objeto sea el financiamiento al transporte público y la movilidad no motorizada. Las acciones que podrían financiarse a través de este fondo son des-

de la elaboración de Programas Integrales de Movilidad Urbana Sustentable, la construcción de corredores troncales o carriles confinados, construcción de ciclo-vías; hasta el diseño y planeación de sistemas de renta de bicicletas públicas; así como estudios para el diseño, elaboración de proyectos ejecutivos e intervención física de espacios públicos que favorezcan los traslados cortos y a pie.

Eje M.3. Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas				
Línea de Acción: M.3.3		Reingeniería de la Tenencia Vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y la movilidad motorizada		
Objetivo:		Integrar un fondo que permita financiar programas de movilidad sustentable e incidir en las preferencias de los consumidores por autos menos contaminantes o por formas de movilidad no motorizada.		
Descripción:		Esta línea de acción consiste en acordar en el Congreso Local, el diseño y aplicación de la Tenencia Vehicular (eliminación del subsidio a la tenencia) a fin de gravar los vehículos de acuerdo a su nivel de emisiones, es decir, de acuerdo a su edad y cilindraje, de tal manera que paguen más los vehículos más contaminantes.		
Alcance geográfico:		Todo el Estado		
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. P2. Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático. P2.1. Diseñar una política nacional de instrumentos económicos, fiscales, financieros y de mercado para incentivar las acciones de mitigación y adaptación. Esto incluye utilizar subsidios focalizados, eliminar o desacoplar subsidios ineficientes y crear instrumentos financieros públicos y privados. PECC 2014 – 2018. Estrategia 5.3. Desarrollar y utilizar instrumentos económicos, financieros y fiscales que faciliten la implementación de la política nacional de cambio climático. Línea de Acción 5.3.1. Establecer impuestos a los combustibles fósiles por contenido de carbono y las actividades de combustión por emisiones de GEI.		
	Estatad	NA		
Instituciones Co-participantes	Federal	NA		
	Estatad	SEDUMA a través de la Subsecretaría de Transporte Secretaría de Finanzas del Estado		
	Municipal	NA		
Beneficios		Gravar los vehículos más contaminantes y crear un Fondo para fomentar la movilidad sustentable.		
Barreras / Riesgos		Será necesario negociar en el Congreso Local. Es una medida políticamente costosa y requiere de descuentos en otros impuestos para el contribuyente.		
Metas derivadas de su implementación		Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)*	Largo Plazo (2030)*
		Recaudar 4,166 millones de pesos al año una vez implementado el impuesto a la tenencia		
Meta de mitigación*		1,701.90 Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulados	2,639.61 Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulados	8,405.04 Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulados
Potenciales fuentes de financiamiento		No requiere de financiamiento		
Indicadores de seguimiento		De desempeño		De Impacto
		(Millones de pesos por cobro de tenencia / Total de recursos recaudados) x 100		(MtCO <sub>2</sub> e mitigadas Año <sub>n-1</sub> /MtCO <sub>2</sub> e mitigadas Año <sub>n</sub> ) x 100

\*Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

Este Eje está integrado por dos Líneas de Acción. La primera de ellas tiene que ver con el aprovechamiento de estiércol del ganado para la producción de energía a través de la instalación de biodigestores y la otra acción, con la introducción de sistemas agrosilvopastoriles como una forma de manejo sustentable, tanto forestal como en la producción agropecuaria.

6.2.4. Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal

M.4.1. Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores

Esta medida estaría orientada a productores ganaderos con sistemas productivos especializados y semiespecializados. Para el caso de ganaderos con sistemas productivos familiar o de doble propósito, se podrían introducir biodigestores de pequeña escala tipo Biobolsa.

Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal			
Línea de Acción: M.4.1	Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores		
Objetivo:	Disminuir las emisiones de CH <sub>4</sub> en la producción ganadera a través del aprovechamiento de residuos ganaderos.		
Descripción:	Esta medida consiste en la introducción de biodigestores en las granjas y ranchos ganaderos del Estado para el aprovechamiento del metano, ya sea como combustible, quema o incluso para la generación de energía eléctrica.		
Alcance geográfico:	4 millones 977 ha. de producción ganadera en los municipios con vocación ganadera. (Susceptible de realizar un caso piloto en algún municipio y susceptible de inscribirse al MDL)		
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono. M4.14. Establecer esquemas de producción pecuaria que reduzcan emisiones y capturen carbono en tierras de pastoreo mediante el manejo adecuado del ganado, ajustes de carga animal y pastoreo planificado. PECC 2014 – 2018. Estrategia 2.3. Implementar prácticas agropecuarias forestales y pesqueras sustentables que reduzcan emisiones y disminuyan la vulnerabilidad de ecosistemas. Línea de Acción 2.3.3. Promover una producción pecuaria con prácticas y obras de manejo sustentable de tierras y ganado.	
	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Eje 9. Economía Dinámica. Impulso a la producción primaria. Línea de Acción 9.3.4. Establecer acciones para la conservación de agua y suelo ganadero con acciones de construcción y mantenimiento de bordos para abrevadero y recuperación de tierras de pastoreo.	
Instituciones Co-participantes	Federal	SAGARPA	
	Estatal	Agencia Estatal de Energía SEDUMA Secretaría de Desarrollo Rural Universidad Autónoma de Tamaulipas	
	Municipal	Direcciones de Desarrollo Rural y de Desarrollo Económico o equivalentes.	
Beneficios	Reducción de emisiones de GEI. Cogeneración de energía para múltiples propósitos.		
Barreras / Riesgos	Se requiere inducir la aceptación de nuevas tecnologías para ser aceptadas por ganaderos. Se requiere de capacitación y asistencia técnica para el manejo de equipos de manejo de excretas y aprovechamiento de metano.		
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015 – 2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	Instalación de 109 biodigestores	Instalación de 223 biodigestores	Instalación de 2,161 biodigestores
Meta de mitigación*	40.95 Gg de CO <sub>2</sub> e	83.72 Gg de CO <sub>2</sub> e (acumulado)	810.39 Gg de CO <sub>2</sub> e (acumulado)

Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal		
Potenciales fuentes de financiamiento	Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable en el marco del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de la SAGARPA. Iniciativa M2M	
Indicadores de seguimiento	De desempeño	De Impacto
	No. de acciones para el aprovechamiento de residuos ganaderos	tCO <sub>2</sub> e mitigadas en el año n / Meta de mitigación de tCO <sub>2</sub> e en el año 2030

\*Nota: Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_ Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

### M.4.2. Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario

Esta línea de acción consiste en el diseño e implementación de un programa específico para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles que permitan apoyar a ganaderos en prácticas como retención de especies leñosas en pasturas, siembra de árboles forrajeros en potreros, uso de cercas vivas y de cortinas rompevientos, entre otras actividades, que en conjunto generan beneficios netos mayores para el productor que la ganadería extensiva convencional (véase el Anexo 7a ACB\_Mitig y Adapt).

Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal		
Línea de Acción: M.4.2	Diseño e instrumentación de un Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario.	
Objetivo:	Disminuir el impacto de la ganadería extensiva en los sistemas forestales del Estado, disminuir la extracción de madera y garantizar la preservación de los <i>stocks</i> de carbono de las zonas forestales del Estado.	
Descripción:	Esta acción consiste en incorporar prácticas propias de los sistemas agrosilvopastoriles como una opción de producción ganadera y silvícola; y aprovechar sus cobeneficios económicos, sociales y ambientales	
Alcance geográfico:	1.65 millones de ha. de pastizal inducido o cultivado que reporta el Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas 2014 (INEGI, 2014a). (Susceptible de realizar un caso piloto en algún municipio)	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono. M4.8 Aumentar el establecimiento de esquemas de producción agropecuaria y forestal con mayor potencial de mitigación y que brinden cobeneficios ambientales y sociales tales como los sistemas agrosilvopastoriles y vinculación de los saberes tradicionales con los programas agrícolas y agropecuarios actuales. PECC 2014 – 2018. Estrategia 2.3. Implementar prácticas agropecuarias, forestales y pesqueras sustentables que reduzcan emisiones y disminuyan la vulnerabilidad de ecosistemas. Línea de Acción 2.3.3. Promover una producción pecuaria con prácticas y obras de manejo sustentable de tierras y ganado.
	Estatad	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Eje 9. Economía Dinámica. Impulso a la producción primaria. Línea de Acción 9.3.4. Establecer acciones para la conservación de agua y suelo ganadero con acciones de construcción y mantenimiento de bordos para abrevadero y recuperación de tierras de pastoreo.
Instituciones Participantes	Federal	SAGARPA SEMARNAT - CONAFOR
	Estatad	SEDUMA Secretaría de Desarrollo Rural
	Municipal	Direcciones de Desarrollo Rural y de Desarrollo Económico o equivalentes.

Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal			
Beneficios	Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, además de neutralizar las emisiones de metano del ganado con la conservación de la cubierta forestal.		
Barreras / Riesgos	Se requiere dar capacitación y asistencia técnica a productores sobre este tipo de sistemas. Se requiere ampliar los recursos materiales y humanos de atención a la demanda de productores por incorporarse a este Programa. Los beneficios son de mediano y largo plazo.		
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015 – 2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	12,500 Ha. incorporadas al Programa	18,750 Ha. incorporadas al Programa	50,000 Ha. incorporadas al Programa
Meta de mitigación*	61.54 Gg de CO <sub>2</sub> eq (acumulado)	129.24 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)	836.97 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)
Potenciales fuentes de financiamiento	CONAFOR, SAGARPA, FAO y Agencias de Cooperación Internacionales.		
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	(Ha. con sistema agrosilvopastoril / Total de Ha. de pastizal inducido o cultivado) x 100		tCO <sub>2</sub> e mitigadas/año

\*Los supuestos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anejo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

Este Eje estratégico integra dos líneas de acción. La primera se refiere al mejoramiento del servicio de limpia pública para lograr una gestión integral de los RSU y la habilitación de los rellenos sanitarios de las principales ciudades del Estado con instalaciones para el aprovechamiento o quema de metano. La otra medida se refiere al mejoramiento de las instalaciones de las PTAR con el fin de ampliar la cobertura del tratamiento y en el mediano plazo, aprovechar los lodos para generar energía eléctrica.

6.2.5. Eje M.5. Manejo integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales para propósitos de cogeneración

### M.5.1. Manejo Integral de RSU y habilitación de rellenos sanitarios en siete municipios del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso introducir infraestructura para el aprovechamiento de metano

Eje M.5. Manejo Integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales	
Línea de Acción: M.5.1.	Manejo integral de RSU y habilitación de rellenos sanitarios en los ocho municipios más poblados del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano.
Objetivo:	Mitigar emisiones de CH <sub>4</sub> a la atmósfera derivados de la descomposición de la basura en rellenos sanitarios de las principales ciudades del Estado.
Descripción:	Se trata de realizar los estudios técnicos correspondientes para determinar la factibilidad de aprovechar el CH <sub>4</sub> en los rellenos sanitarios de los 8 municipios más poblados del estado, ya sea para la quema o la generación de energía eléctrica.
Alcance geográfico:	Región Fronteriza, Región Mante, Región Sur, Región Centro y Región Altiplano
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal ENACC 2013 – 2018. M5. Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar. Línea de Acción M5.13. Eliminar la quema a cielo abierto en tiraderos de basura, de rellenos sanitarios y de traspatio. M.5.16. Impulsar proyectos de aprovechamiento y generación eléctrica a partir de biogás proveniente de rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas y evitar la emisión del metano y COV a la atmósfera.

Eje M.5. Manejo Integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales			
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	PECC 2014 – 2018. Estrategia 4.2. Reducir emisiones de metano en plantas de tratamiento de agua residual, rellenos sanitarios y en los sectores petrolero y agropecuario. Línea de Acción: 4.2.2. Promover el manejo apropiado de residuos sólidos mediante clausura de tiraderos, apoyos a construcción de rellenos sanitarios, biodigestores y organismos operadores.	
	Estatal	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Acción 13.2.2. Prevenir y disminuir la generación de residuos sólidos en el estado mediante la separación, reutilización, reciclaje, revalorización y otras formas de aprovechamiento. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en Tamaulipas. Estrategia 5. Reducir las emisiones de GEI en los rellenos sanitarios y fomentar el aprovechamiento de gas metano. Agenda Energética de Tamaulipas. Eje Infraestructura Ambiental y Energías Renovables. Línea de Acción: Generación de energía mediante la utilización de residuos en la zona sur, Matamoros y Nuevo Laredo, con el aprovechamiento del biogás generado en los rellenos sanitarios	
Instituciones Co-participantes	Federal	SEMARNAT	
	Estatal	SEDUMA	
	Municipal	Direcciones de Medio Ambiente y Servicios Urbanos o áreas equivalentes.	
Beneficios		Reducción de emisiones de GEI y generación de energía eléctrica.	
Barreras / Riesgos		Se requiere de la suscripción de convenios de colaboración intermunicipal en la mayoría de los casos para lograr construir rellenos sanitarios regionales o intermunicipales, lo que es políticamente complejo pues se crea una figura de derecho público que implica derechos y obligaciones económicas de parte de los municipios quienes suscriben el convenio.	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	Clausura de TCA, Manejo Integral de RSU y Elaboración de estudios de factibilidad para la habilitación de pozos para quema de metano y generación de energía eléctrica en 8 rellenos sanitarios de Tamaulipas	Habilitación de pozos para quema de metano en 4 rellenos sanitarios de Tamaulipas	Generación de energía eléctrica por aprovechamiento de metano en 8 rellenos sanitarios
Meta de mitigación	825.09 Gg de CO <sub>2</sub> e acumulado	1,260.65 Gg de CO <sub>2</sub> e acumulado	157.32 MWh/año hacia 2030
			3,576.47 Gg de CO <sub>2</sub> e acumulado
Potenciales fuentes de financiamiento		Secretaría de Finanzas del Estado. Sector Privado	
Indicadores de seguimiento	De desempeño	De Impacto	
	No. de rellenos sanitarios habilitados para generar energía eléctrica o quema de metano	(tCO <sub>2</sub> e mitigadas por quema o aprovechamiento de CH <sub>4</sub> en el año n / tCO <sub>2</sub> e totales emitidas en el año n de acuerdo a la línea base) x 100	(MWh/año generadas real / MWh/año - meta) x 100

\*Los supuestos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Ane-xo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

M.5.2. Ampliar la cobertura para el tratamiento de aguas residuales y mejorar las instalaciones para el tratamiento de lodos con propósitos de cogeneración

Esta medida consiste por un lado, en ampliar la capacidad de tratamiento de aguas residuales en las principales ciudades del Estado que actualmente es en promedio del 77.77% y llevarla al 100% hacia el 2017 de acuerdo al ritmo de crecimiento en la cobertura. Y por otro lado, en mejorar las instalaciones de las PTARs para captar el metano derivado del tratamiento de lodos con el objetivo de generar energía eléctrica.

El Estado de Tamaulipas ha pasado de tratar el 62% de sus aguas residuales en 2010, hasta casi el 80% al 2015 con la construcción de más PTAR en ciudades medias del Estado, por lo que el avance es sistemático.

Eje M.5. Manejo Integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales		
Línea de Acción: M.5.2.	Ampliar la cobertura para el tratamiento de aguas residuales y mejorar las instalaciones para el tratamiento de lodos con propósitos de cogeneración	
Objetivo:	Mitigar emisiones de CH <sub>4</sub> a la atmósfera a través del tratamiento biológico de aguas residuales domésticas.	
Descripción:	Se trata de ampliar la capacidad de tratamiento en las ciudades medias o pequeñas del Estado y evaluar las PTAR que operan actualmente en las ciudades más importantes para conocer la factibilidad de instalar dispositivos para el tratamiento biológico de las aguas residuales domésticas.	
Alcance geográfico:	Todo el Estado (Susceptible de implementarse como caso piloto).	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono. M3.9. Impulsar nuevas tecnologías e infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, el manejo integral de los residuos sólidos y el aprovechamiento energético del biogás, a través de esquemas de coinversión e instrumentos económicos que faciliten el autofinanciamiento de la operación y mantenimiento de la infraestructura nueva y existente. PECC 2014 – 2018. Estrategia 4.2. Reducir emisiones de metano en plantas de tratamiento de agua residual, rellenos sanitarios y en los sectores petrolero y agropecuario. Línea de Acción: 4.2.3. Mitigar las emisiones de GEI con el incremento de la cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales.
	Estatad	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Acción 9.2.3. Impulsar proyectos integrales para el tratamiento de aguas residuales y su uso en actividades productivas y de riego de parques y jardines.
Instituciones Co-participantes	Federal	SEMARNAT CONAGUA
	Estatad	SEDUMA Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas
	Municipal	Organismos Operadores de Agua y Saneamiento de los Municipios o equivalente.
Beneficios	Reducción de emisiones de GEI y potencial generación de energía eléctrica. Disponibilidad de agua tratada para usos industriales y de riego.	
Barreras / Riesgos	Financieras. Se requieren inversiones importantes para adaptar ( <i>retrofit</i> ) las instalaciones actuales en las PTAR en operación.	

Eje M.5. Manejo Integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales			
	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
Metas derivadas de su implementación	Habilitar la PTAR “Nuevo Laredo” con equipos para el tratamiento de lodos y cogeneración de energía eléctrica	Habilitar PTAR “Reynosa I” en Reynosa y “Tierra Negra” en la Zona Conurbada con equipos para el tratamiento de lodos y cogeneración de energía eléctrica	Habilitar las PTAR “Norponiente” en Nuevo Laredo; y “Mainero” en Ciudad Victoria para tratamiento de lodos y cogeneración de energía eléctrica
Meta de mitigación*	1,595.15 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)	3,018.97 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)	19,246.06 Gg de CO <sub>2</sub> equivalente (acumulado)
Potenciales fuentes de financiamiento	NADBANK. Secretaría de Finanzas del Estado. Sector Privado		
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	(m <sup>3</sup> /s de agua residual tratada/ m <sup>3</sup> /s del total de aguas residuales) x 100		tCO <sub>2</sub> equivalente mitigadas/año

\*Nota: Las metas de mitigación no necesariamente están asociadas con las metas de implementación. Tampoco toman en cuenta la mitigación que podría generarse con la instalación de equipos especiales para la quema o aprovechamiento de metano para la generación de energía eléctrica. Los cálculos para la estimación de la meta de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

Si bien no existen planes en el corto plazo en la Agenda Energética del Estado, de ampliar instalaciones de las PTARs para propósitos de cogeneración, se considera factible en el mediano y largo plazo adaptar las instalaciones en estas cinco plantas y mitigar a un ritmo promedio anual de 1,931.98 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente hacia el 2030; lo que aunado a la mitigación anual por ampliar la cobertura de tratamiento de aguas residuales, representa una mitigación anual de 483.83 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2018; 787.91 en 2020 y hasta 2,304.76 al 2030. En términos acumulados, ambas medidas (ampliación del tratamiento de agua residual y cogeneración) representan una mitigación de 1,595.15 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en 2018, 3,018.97 al 2020 y hasta 19,246.06 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente al 2030.

### 6.2.6. Eje 6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado

#### M.6.1. Diseño e implementación de un Programa de Reporte de Emisiones de GEI en la Industria, Comercio y Servicios

Se propone el diseño e instrumentación de un Programa de Reporte de Emisiones de GEI en los sectores industrial, comercial y de servicios similar al Programa GEI México, que fortalezca el reporte que actualmente integra la SEDUMA, pero a través de reportes voluntarios. Aquellas empresas que se adhieran podrán acceder a incentivos fiscales tanto para reportar las emisiones, como para acreditar

las reducciones de emisiones reportadas en años anteriores. Esta medida, además de estar acompañada de incentivos fiscales, las empresas que se adhieran al programa y que demuestren reducciones verificables, podrán acceder a un “Certificado de Empresa Responsable ante el Cambio Climático”, que emita el Gobierno del Estado a través de la SEDUMA.

Por otro lado, esta medida tendría la ventaja de integrar una base de datos más precisa para actualizar y perfeccionar los inventarios de emisiones futuros, al contar con información de primera mano de los GEI de cada empresa inscrita en el Programa. Tendría la ventaja de hacer cumplir con los reportes obligatorios a las empresas que emitan más de 25,000 tCO<sub>2</sub> equivalente de acuerdo con el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que opera la SEMARNAT.

Eje M.6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado			
Línea de Acción: M.6.1.		Diseño e implementación del Programa de Reporte de Emisiones de GEI en la Industria, Comercio y Servicios	
Objetivo:		Perfeccionar el acopio e integración de las emisiones de GEI del sector industrial, comercial y de servicios para la actualización permanente de emisiones de GEI en el Estado.	
Descripción:		Se desarrollará un Programa de Reporte de Emisiones de GEI de carácter voluntario, pero que cuente con incentivos fiscales para que las empresas que se adhiera al mismo, y adopten procesos que reduzcan sus emisiones, puedan deducir o pagar menos impuestos. Si acredita reducciones, podrá recibir por parte de la SEDUMA un “Certificado de Empresa Responsable ante el Cambio Climático”	
Alcance geográfico:		Todo el Estado	
Congruencia con otros instrumentos de planeación	Federal	ENACC 2013 – 2018. P5. Instrumentar mecanismos de medición, reporte, verificación y monitoreo y evaluación. P5.1. Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte y Verificación, así como de Monitoreo y Evaluación en las medidas de mitigación y adaptación de cambio climático. P5.5. Alimentar, con la participación de los tres órdenes del gobierno, la información de emisiones, reducciones y transacciones de las fuentes fijas y móviles de los sectores sujetos a reporte en el Registro Nacional de Emisiones, con la inclusión de mecanismos de verificación.	
	Estatad	Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016. Eje 11. Protección al Ambiente. Conciencia Ambiental. 12.1.5. Incentivar la participación del sector productivo en la realización voluntaria de auditorías ambientales.	
Instituciones Co-participantes	Federal	NA	
	Estatad	SEDUMA Secretaría de Economía y Turismo	
	Municipal	Direcciones de Medio Ambiente de los Municipios o equivalente.	
Beneficios		Contar con un registro específico de GEI para la actualización del PECC. Información integrada en una misma base de datos para MRV. Alineación con el RENE que entró en vigor en enero de 2015.	
Barreras / Riesgos		Es necesario sensibilizar a empresarios	
Metas derivadas de su implementación	Corto Plazo (2015–2018)	Mediano Plazo (2020)	Largo Plazo (2030)
	60 unidades económicas incorporadas al Programa	100 unidades económicas incorporadas al Programa	320 unidades económicas incorporadas al Programa
Meta de mitigación		NA	
Potenciales fuentes de financiamiento		NA	
Indicadores de seguimiento	De desempeño		De Impacto
	(No. de unidades económicas incorporadas al programa/No. total de unidades económicas) x 100		NA

A manera de síntesis, a continuación se presenta la siguiente tabla con todos los Ejes Estratégicos y las Líneas de Acción correspondientes, así como el potencial de mitigación anual de las líneas de las líneas de acción.

**Tabla 6.2.**  
Síntesis de los 6 ejes estratégicos y sus líneas de acción con el potencial de mitigación hacia el 2020 y 2030.

	Potencial de Mitigación	
	Gg de CO <sub>2</sub> equivalente acumulado (2020)	Gg de CO <sub>2</sub> equivalente acumulado (2030)
<b>M.1. Impulso al aprovechamiento de Energías Renovables</b>	<b>5,830.38</b>	<b>30,301.25</b>
M.1.1. Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos.	5,791.79	30,176.93
M.1.2. Impulsar el aprovechamiento del potencia solar del Estado de Tamaulipas.	38.58	124.32
<b>M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado</b>	<b>150.16</b>	<b>525.57</b>
M.2.1. Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades del Estado por luminarias de alta eficiencia energética.	150.16	525.57
M.2.2. Diseño e instrumentación de un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos.	NA	NA
M.2.3. Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos.	NA	NA
<b>M.3. Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas</b>	<b>5,589.21</b>	<b>18,965.36</b>
M.3.1. Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del Estado.	2,071.14	7,415.22
M.3.2. Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para incorporar a todos los vehículos particulares del Estado.	878.46	3,145.10
M.3.3. Reingeniería de la tenencia vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y la movilidad nomotorizada.	2,639.61	8,405.04
<b>M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal</b>	<b>212.96</b>	<b>1,647.36</b>
M.4.1. Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores.	83.72	810.39
M.4.2. Diseño e instrumentación de un Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario.	129.24	836.97
<b>M.5. Manejo integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales</b>	<b>4,279.62</b>	<b>22,822.53</b>
M.5.1. Manejo integral de residuos sólidos urbanos y habilitación de rellenos sanitarios en 8 municipios del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso, introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano.	1,260.65	3,576.47
M.5.2. Ampliar la cobertura y mejorar las instalaciones para el tratamiento del agua residual doméstica para propósitos de cogeneración.	3,018.97	19,246.06
<b>M.6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
M.6.1. Diseño e implementación de un Programa de Reporte de Emisiones de GEI en la industria, comercio y servicios.	NA	NA
<b>ToTal de Potencial de Mitigación de las Medidas</b>	<b>16,062.33</b>	<b>74,262.08</b>

Fuente: Elaboración propia.  
NA: No aplica

Nota: Los supuestos para la estimación de las metas de mitigación se desarrollan en los Anexos 3B\_Anexo ACB y Cálculos de mitigación y 3A\_Supuestos de Mitigación.

El potencial de mitigación acumulado de los seis ejes estratégicos y sus líneas de acción en las que fueron cuantificadas las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, es de 16,062.33 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente hacia 2020 y de 74,262.08 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente hacia el 2030.

Este potencial es considerando únicamente las líneas de acción planteadas. Sin embargo, existen otros sectores y otros actores públicos y privados quienes pueden contribuir para lograr un potencial de mitigación más alto.

En la Tabla 6.3. se resumen los potenciales de mitigación anual estimado para las acciones cuantificadas en el programas. Se puede comparar la emisión en el escenario BaU contra el escenario donde se implementan todas las acciones. Al 2030, con el escenario de mitigación las emisiones se reducen en alrededor de 7,615.83 Gg CO<sub>2</sub> equivalente al año, al pasar de 57,508.49 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en un escenario BaU a 49,892.66 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente con la implementación de las medidas; es decir, una reducción del 13.24% de las emisiones proyectadas al 2030.

**Tabla 6.3.**  
Potencial de mitigación estimado por medida (Gg CO<sub>2</sub>e).

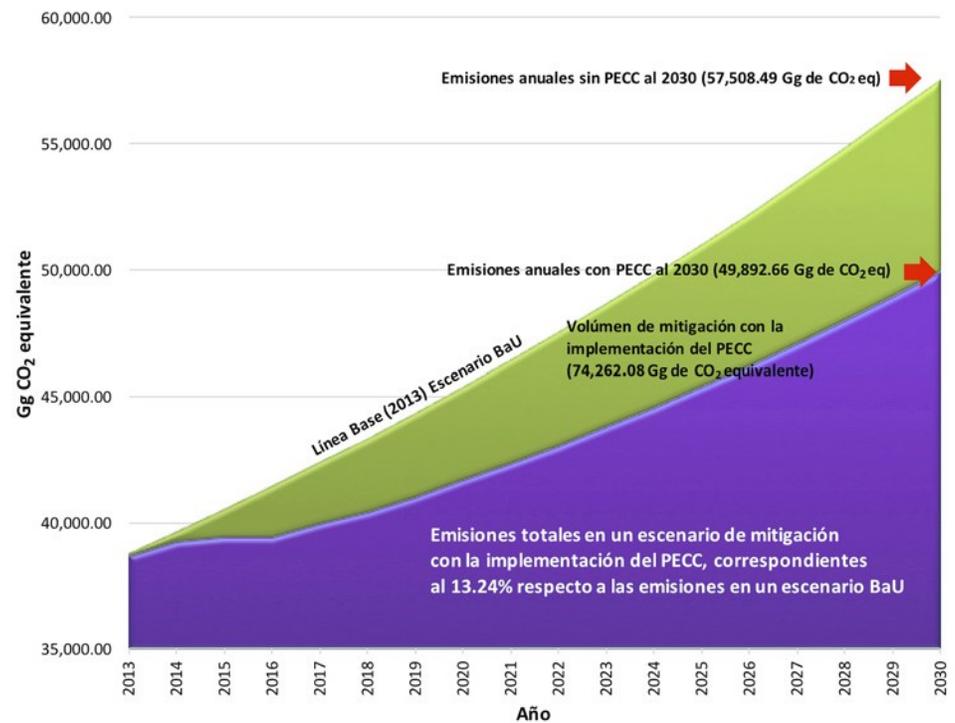
Tabla Síntesis de Mitigación				
Gg de CO <sub>2</sub> equivalente mitigadas/año				
	2015	2020	2025	2030
Emisiones de Línea base	40,524.88	45,366.99	50,979.57	57,508.49
M.1.1. Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos	340.32	1,476.84	2,351.09	3,225.34
M.1.2. Impulsar el aprovechamiento del potencial solar del Estado de Tamaulipas	4.29	8.57	8.57	8.57
M.2.1. Cambio de luminarias convencionales por de alta eficiencia energética	0.00	37.54	37.54	37.54
M.3.3. Reingeniería de la tenencia vehicular	405.17	476.57	563.58	669.98
M.3.1. Diseño e instrumentación de Planes integrales de movilidad urbana sustentable (PIMUS)	0.00	441.74	522.40	621.01
M.3.2. Ampliación del programa de verificación vehicular	0.00	187.36	221.57	263.40
M.4.1. Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores	0.00	23.33	58.05	144.44
M.5.1. Manejo Integral de RSU y generación en rellenos sanitarios a través del aprovechamiento del metano	151.87	218.89	230.31	242.32
M.5.2. Ampliar la cobertura y mejorar las instalaciones para el tratamiento del agua residual doméstica para propósitos de cogeneración.	192.31	787.91	1,547.15	2,304.76
M.4.2. Diseño y aplicación de un Programa para la introducción de Sistemas Agrosilvopastoriles	6.15	36.93	67.70	98.47
<b>Mitigación total anual</b>	<b>1,100.11</b>	<b>3,695.68</b>	<b>5,607.95</b>	<b>7,615.83</b>
Emisiones en el Escenario de mitigación	39,424.77	41,671.32	45,371.62	49,892.66

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La Tabla completa puede consultarse en el Anexo 1\_MEMORIA y Proyección Final BaU.

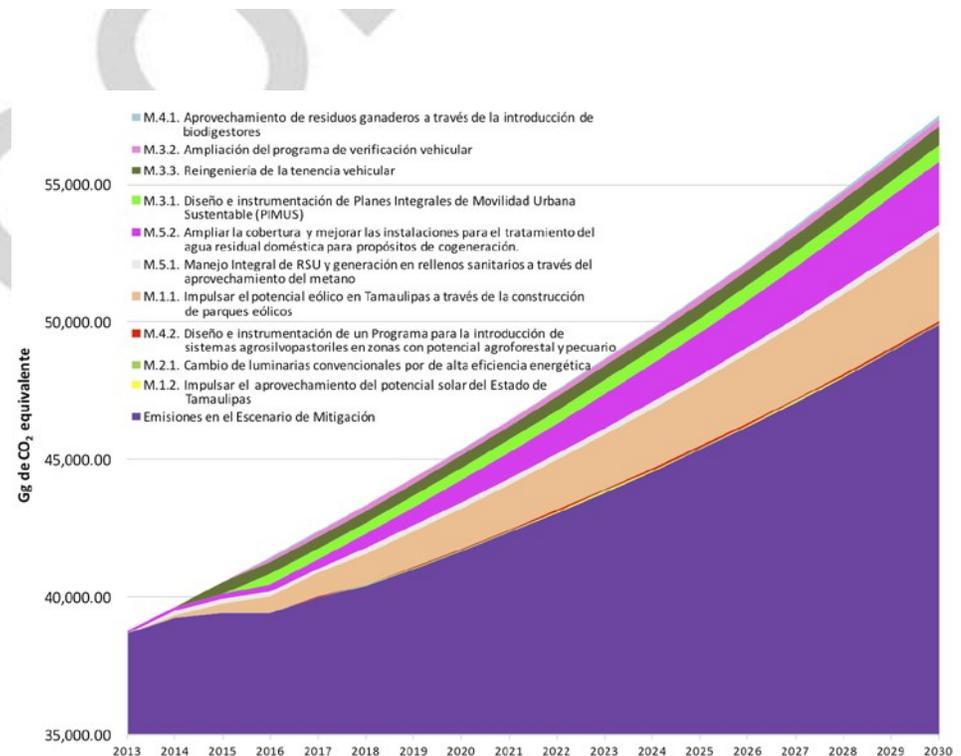
Las Gráficas 6.10a. y 6.10b. ilustran el impacto global de la implementación de las medidas del PECC, así como el impacto desglosado por línea de acción.

**Gráfica 6.10a.**  
Escenario de reducción de emisiones para el PECC de Tamaulipas 2015-2030.



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 6.10b.**  
Escenario de reducción de emisiones por línea de acción para el PECC de Tamaulipas 2015-2030.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis costo - beneficio es una herramienta para la toma de decisiones que permite comparar la conveniencia de elegir una alternativa dentro de un conjunto de ellas a partir de criterios técnicos y objetivos. En el contexto del cambio climático los gobiernos se enfrentan a elegir medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de distinta naturaleza, en distintos sectores y con resultados diversos. Por ello, este tipo de herramienta es muy útil para priorizar alternativas a partir de criterios económicos.

Las líneas de acción a ser sujetas a un análisis costo – beneficio se decidieron en función de si forman parte de las atribuciones del gobierno del Estado de Tamaulipas, si forman parte de uno de los sectores que más emisiones genera, y si tienen los mayores cobeneficios desde el punto de vista social y ambiental, además de aquellos asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático. Así, las medidas analizadas se presentan en la Tabla 6.4.

### 6.3. Análisis Costo – Beneficio de las Medidas de Mitigación y Potencial de Mitigación

Medida	Sector procedentes del Inventario
M.2.1. Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades del Estado por luminarias de alta eficiencia energética (eficiencia energética en alumbrado público).	Energía
M.1.1. Gestionar el aprovechamiento del potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos (generación eléctrica a partir de energías renovables).	Energía
M.4.2. Diseño e instrumentación de un Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario.	Ganado
M.5.1. Manejo Integral de RSU y habilitación de rellenos sanitarios en 7 municipios del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso, introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano (manejo de residuos sólidos y aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios).	Residuos Sólidos Urbanos
M.3.3. Reingeniería de la tenencia vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y la movilidad nomotorizada.	Energía

**Tabla 6.4.**  
Medidas sujetas a Análisis Costo – Beneficio según sector.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el análisis realizado<sup>58</sup> se elaboraron las gráficas 6.11. y 6.12., en las que se incluyen el Índice Costo – Efectividad (ICE), el Índice Costo – Beneficio (ICB) y la inversión total de cada medida, respectivamente. Como se puede observar, hay una ordenación distinta dependiendo del índice que se trate. Para interpretar los resultados es importante señalar que el ICE es un indicador que permite reducir una meta de emisiones al mínimo costo posible; por otro lado, el ICB permite maximizar los beneficios económicos (incluidos los relacionados con la reducción de emisiones). Depende del responsable de política elegir entre una u otra prioridad, la minimización de costos para reducir emisiones o la maximización de beneficios económicos.

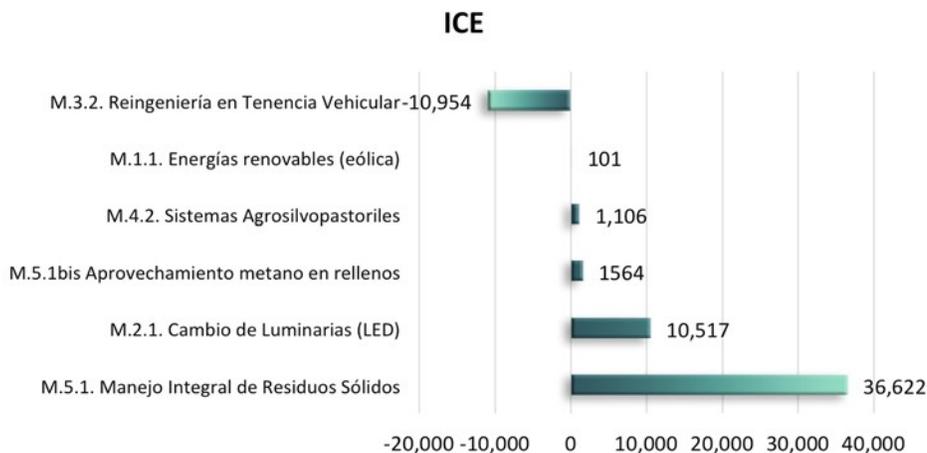
<sup>58</sup> El Analisis Costo – Beneficio detallado, con la Metodología seguida tanto para las líneas de acción de mitigación como las de adaptación, se desarrollan en el Anexo 7a\_ACB\_Mitig y Adapt. Los cálculos de las medidas de mitigación, se desarrollan específicamente en el Anexo 3B\_ACB y Cálculos de Mitigación.

También es importante observar los valores absolutos de las inversiones requeridas para cumplir la meta propuesta. En la Gráfica 6.13. se puede observar el costo total para cada medida. Por ejemplo, la medida más costosa es la inversión en residuos sólidos, seguida de la medida sobre cambio de luminarias, el aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios, sistemas silvopastoriles y la construcción de parques eólicos. Para el caso de la reingeniería de la tenencia, la inversión es negativa, es decir, no sólo no representa una inversión para su implementación, sino que se generan ahorros al ser una medida de carácter fiscal.

**Gráfica 6.11.**  
ICE de cada medida  
(costo en pesos por  
tCO<sub>2</sub>e reducida).

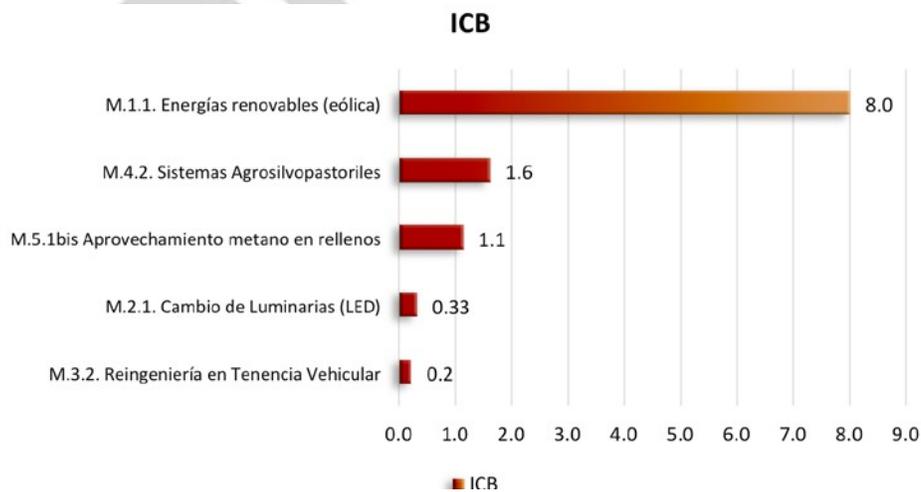
Elaboración propia.

Nota: El ICE que se construye siempre se interpreta como los costos totales de la medida, descontados a una tasa de 12% entre la reducción total de tCO<sub>2</sub>e. Los periodos considerados son de 10 años para todas las medidas, con excepción de las energías renovables que es de 20 años, debido a la vida útil de las plantas eléctricas.



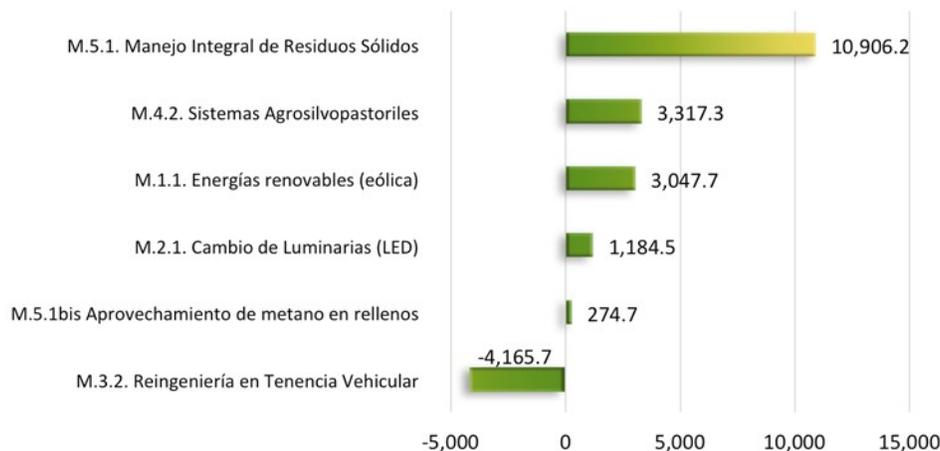
**Gráfica 6.12.**  
ICB de cada medida  
(pesos de beneficio  
neto por peso  
invertido).

Fuente: Elaboración propia.



NOTAS: los beneficios de cada medida son:

1. Sistemas silvopastoriles: producción de leche, carne y captura de carbono.
2. Residuos sólidos: la diferencia entre los costos totales por degradación generados en el sector y el costo económico del manejo integral de residuos.
3. Energías renovables: el valor económico de las externalidades negativas evitadas por sustituir plantas termoeléctricas por plantas eólicas.
4. Alumbrado público: el ahorro económico por la reducción de consumo eléctrico y por la reducción de emisiones.
5. Tenencia: no está definido el ICB para esta medida porque el costo de realizarla es igual a cero, esto lo indetermina. Una interpretación intuitiva es que el beneficio por peso invertido es infinito.



**Gráfica 6.13.**  
Inversión total por cada medida (millones de pesos corrientes de 2015).

Fuente: Elaboración propia.

NOTAS: La inversión total es el VPN de los costos totales para llevar a cabo una medida en todo el estado de Tamaulipas. La tasa de descuento es de 12% y el periodo de evaluación de 10 años, con excepción de las plantas eólicas que tienen una vida útil de 20 años. La inversión en los sistemas silvopastoriles considera una meta de 50 mil hectáreas al 2030.

De la misma manera, las energías renovables tienen una unidad mínima de plantas de 100 MWh, las cuales tienen altos costos fijos; así, instalar una planta de energía eólica es una inversión significativamente mayor que implementar, por ejemplo, sistemas agrosilvopastoriles en unas cuantas hectáreas, aunque los beneficios netos sean mayores para plantas de energía eólica que para los sistemas agrosilvopastoriles. Tomando esto en consideración en la Memoria de Cálculo de Mitigación y Análisis Costo – Beneficio, se puede consultar la unidad mínima y el universo potencial de cada medida.

Con esta información es posible generar un plan de inversiones que depende de la meta propuesta por el responsable de la política. Los criterios que éste tiene que definir son una meta de reducción de emisiones, un monto de inversión máximo y determinar los sectores en los que se implementarán medidas.

La línea de acción que requiere mayor inversión es la M.5.1. Manejo Integral de RSU con más de 10 mil 900 millones de pesos, seguida de la línea de acción M.1.1. Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos. Hay que señalar que ambas medidas, en particular la M.1.1., son susceptibles de ser co-financiadas por el sector privado a través de esquemas como asociaciones público - privadas, por lo que no todo el costo lo tiene que asumir el Gobierno del Estado. Las líneas de acción M.4.2. Sistemas Agrosilvopastoriles, M.2.1. Cambio de Luminarias y M.5.1bis Aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios, requieren respectivamente 3 mil 317.30 millones de pesos, 1 mil 184.50 millones de pesos y 274.7 millones de pesos. Finalmente, la línea de acción M.3.2. Reingeniería en la Tenencia Vehicular no requiere un financiamiento, pues se trata de una medida de política fiscal cuyo beneficio está muy por arriba de los costos que podría tener la ampliación de las instalaciones para procesar las solicitudes de los contribuyentes para pagar la tenencia.

El inventario de emisiones de GEI que se desarrolló en este capítulo, permitió identificar las fuentes clave y desarrollar una agenda futura de medidas a ser implementadas para disminuir dichas emisiones. En el Capítulo 7 que se presenta a continuación, se desarrolla el otro componente de la agenda climática del estado, es decir, el análisis de vulnerabilidad y adaptación, así como los escenarios climáticos para el Estado.

## CAPÍTULO 7. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

El objetivo de este capítulo es presentar un análisis que permita tomar las mejores decisiones para la adaptación al cambio climático en el marco del Programa Estatal de Cambio Climático (PECC) del Estado de Tamaulipas. La adaptación es un proceso que tiene que partir de conocer las condiciones de la sociedad, los ecosistemas y el territorio. Su naturaleza es transversal, es decir, compete a todos los sectores sociales y productivos, tanto en el medio rural como en el urbano, y también debe tener un sustento en la conservación y el uso sustentable de los ecosistemas.

El Estado de Tamaulipas cuenta ya con un camino recorrido en el desarrollo de las capacidades para la adaptación, algunos ejemplos de esto son el Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011); los ordenamientos ecológicos territoriales decretados en 2012 (Cuenca de Burgos y el Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe) y que están en proceso de revisión y actualización; el Atlas Digital Ambiental Costero (ADAC),<sup>59</sup> la integración de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Tamaulipas (2013) que incluye un Grupo de Trabajo de Políticas de Adaptación, así como el Proyecto de Inclusión del Libro de Cambio Climático en el Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas (2014). Cabe mencionar que si bien, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) encabeza este esfuerzo, como se podrá ver, tanto en el diagnóstico como en los escenarios, el análisis de vulnerabilidad y las medidas propuestas, todas las Secretarías del Gobierno de Estado tienen un grado de involucramiento. Se destaca también la importancia de la articulación con los órdenes de gobierno federal y municipal así como con la comunidad académica, el sector privado y la sociedad en su conjunto.

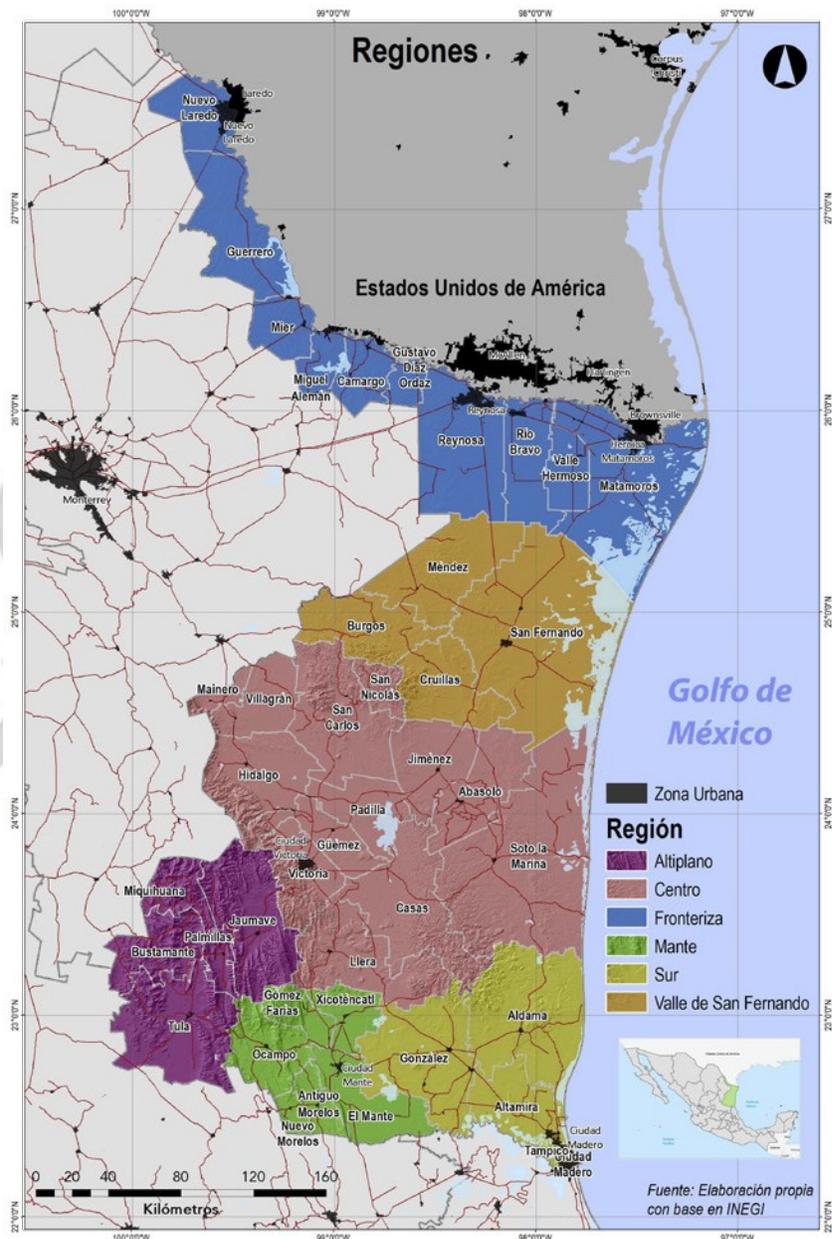
Dada la complejidad e importancia socio-ambiental y económica que tiene el Estado, el análisis se hace tomando como referencia dos perspectivas:

Sistemas y sectores: Agrupa en el sistema ambiental, los temas de recursos hídricos y biodiversidad terrestre, costera y marina; en el sector social los temas referentes a población, género, salud, educación, asentamientos humanos y seguridad alimentaria; en el sistema productivo a los sectores que requieren de manera prioritaria contar con medidas para la adaptación al cambio climático.

59. <http://cambioclimatico-tamaulipas.org/home/principal.php?page=home>

Regiones administrativas del Estado: Se consideró la pertinencia de hacer un análisis más fino para entender las condiciones y los retos de cada una de las seis regiones del Estado: Fronteriza; Valle de San Fernando; Centro; Altiplano; El Mante y Sur (ver Figura 7.1.). De acuerdo con la disponibilidad de los datos, se presenta el análisis de los sistemas ambiental, social y económico regionalizado. Esto permite identificar las especificidades regionales tanto en la vulnerabilidad como las medidas propuestas.

**Figura 7.1.**  
Regiones y municipios del Estado de Tamaulipas.



Fuente: Elaboración propia con base en Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2013.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI

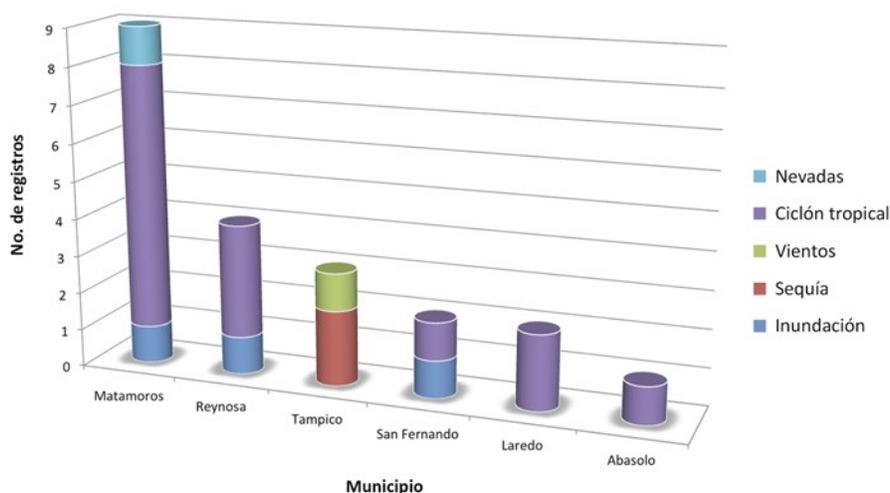
El análisis histórico de los desastres relacionados con fenómenos hidrometeorológicos extremos en Tamaulipas se realizó a partir de la revisión de registros y documentos publicados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el Gobierno del Estado de Tamaulipas, particularmente el “Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas”, y la base de datos DesInventar.<sup>60</sup>

La caracterización de los desastres históricos relacionados con lluvias, sequías y temperaturas extremas, así como de los daños y costos asociados, es un punto de referencia para la evaluación de la vulnerabilidad que se complementa con el análisis de los peligros climáticos y su recurrencia bajo condiciones de variabilidad y cambio climático, el cual se presenta en secciones subsecuentes. Los elementos anteriores junto a la evaluación de las condiciones sociales, económicas y ambientales que propiciaron que se diera el desastre, permitirán estimar la vulnerabilidad y el riesgo de Tamaulipas ante el cambio climático con el fin de delinear las estrategias, líneas de acción y medidas de adaptación al cambio climático contenidas en el PECC.

Tamaulipas históricamente se encuentra expuesto al impacto de ciclones tropicales, tal como se muestra en la Gráfica 7.1. en el que se indican los desastres registrados entre los años 1751 y 1900. Los municipios con mayor número de registros en el periodo fueron Matamoros, Reynosa y Tampico. Los desastres se relacionaron principalmente con el impacto de ciclones tropicales, a los que se asocian lluvias y vientos extremos, seguido por inundaciones que son consecuencia de las lluvias extremas, y las sequías que se relacionan con un déficit de lluvia. Los impactos se presentaron en viviendas, actividades y activos de la ganadería y agricultura, en sistemas de comunicación y en el fallecimiento y reubicación de personas (CENAPRED, 2009).

### 7.1. Análisis histórico de los desastres provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos (50 - 100 años)

#### 7.1.1 Recurrencia de desastres de tipo hidrometeorológico



**Gráfica 7.1.** Registro histórico de desastres en Tamaulipas en el periodo 1751-1900.

Fuente: Elaborado a partir de datos de CENAPRED, 2009.

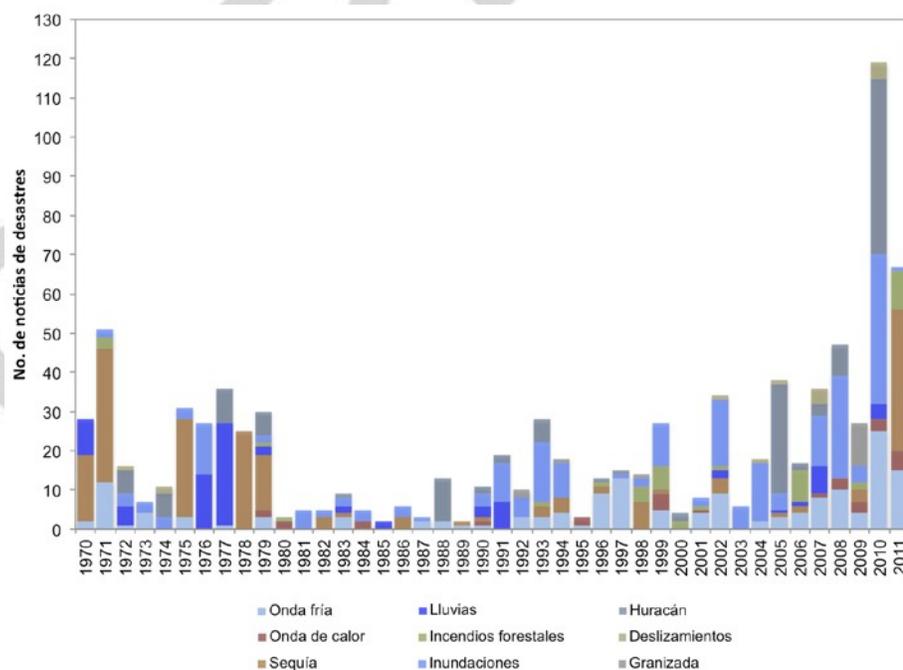
<sup>60</sup>. DesInventar fue desarrollada por la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED) a partir de reportes periodísticos locales. Sirve de referencia para documentar afectaciones en la población por fenómenos naturales a nivel municipal y estatal.

61. De acuerdo con DesInventar, los desastres se entienden como los efectos adversos sobre poblaciones, bienes e infraestructura vulnerables por fenómenos socionaturales y naturales (LA RED, 2009).

No se cuenta con registros sistemáticos para la primera mitad del siglo XX. A partir de los registros de DesInventar, en la Gráfica 7.2. se resumen los desastres en Tamaulipas de 1970 a 2011, donde se puede observar que más del 50% de los desastres se relacionan con la presencia de lluvias intensas, huracanes y nortes, mismos que ocasionan desbordamientos de ríos, inundaciones y deslizamientos. De manera opuesta, la escasez de lluvia afecta recurrentemente al Estado provocando pérdidas en la agricultura y la ganadería. De la misma forma, los extremos en temperaturas provocan afectaciones en los sectores productivos y la salud de la población, y aunado a las sequías propician condiciones favorables para la ocurrencia de incendios forestales.

Si bien, se observa un incremento en el número de desastres (reportes), el cual se puede relacionar con una mayor recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, tal como se analiza en la siguiente sección, dicho incremento también está asociado con el aumento en el valor de los bienes expuestos, a los cambios de uso de suelo y las pérdidas de vegetación en las cuencas, haciéndolas más vulnerables ante lluvias intensas y la falta de planeación del crecimiento urbano (SEMARNAT-INECC, 2012).

**Gráfica 7.2.**  
Registros de noticias de desastres<sup>61</sup> por eventos hidrometeorológicos en Tamaulipas de 1970 a 2011.



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2014.

62. Los ciclones tropicales abarcan las categorías de depresión tropical, tormenta tropical y huracanes.

Faro, Soto La Marina

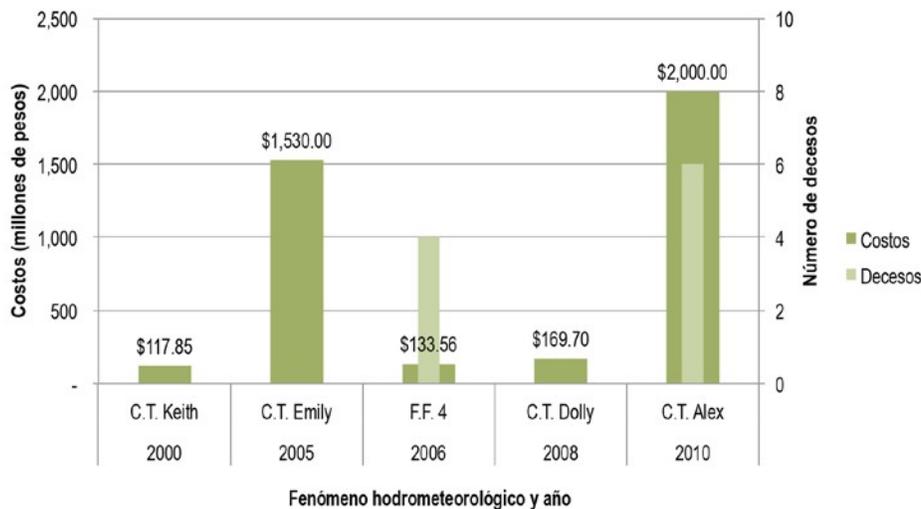
Foto: Sergio Antonio Arratia García



Los desastres provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos como ciclones tropicales<sup>62</sup> y frentes fríos o “nortes” se relacionan principalmente al impacto de las lluvias extremas y vientos asociados a dichos meteoros.

De acuerdo con los registros del CENAPRED, los costos de los impactos ocasionados por ciclones tropicales y frentes fríos que afectaron a Tamaulipas entre el año 2000 al 2010 tuvieron un impacto significativo que ha alcanzado hasta del 0.7% del Producto Interno Bruto (PIB) del estado por el impacto del ciclón tropical Emily en 2005 y del 0.5% en el caso del ciclón tropical Alex en el 2010 (CENAPRED, 2001b, 2006, 2007, 2009 y 2011) (véase Gráfica 7.3.).

*Desastres provocados*



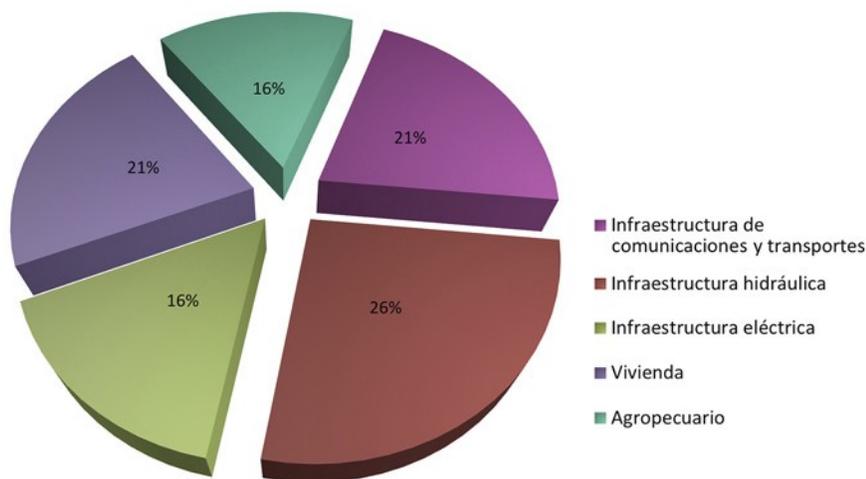
**Gráfica 7.3.**  
Afectaciones por costos y decesos en Tamaulipas por ciclones tropicales y frentes fríos en el periodo 2000-2010.

Fuente: Elaborada a partir de datos de CENAPRED, 2001b, 2006, 2007, 2009 y 2011.

Nota: C.T. se refiere a ciclón tropical y F.F. a frente frío.

En tanto que en la Gráfica 7.4. se indica el porcentaje de afectación por tipo de elemento. Los daños y pérdidas en los sectores productivos, viviendas e infraestructura se deben a las inundaciones provocadas por las lluvias extremas y los vientos asociados, principalmente, a ciclones tropicales y frentes fríos. Los municipios más afectados en el periodo 2000 a 2010 fueron los del centro y norte de Tamaulipas, en tanto que los del sur presentaron mínima afectación (CENAPRED, 2001b, 2006, 2007, 2009 y 2011).

**Gráfica 7.4.**  
Porcentaje de afectación por tipo de elemento durante los desastres que se presentaron en Tamaulipas entre los años 2000 y 2010.



Fuente: Elaborada a partir de datos de CENAPRED, 2001b, 2006, 2007, 2009 y 2011.

Aunque algunos de los municipios afectados presentan un grado de marginación bajo y muy bajo (característico del Estado), el grado de marginación urbana de las localidades afectadas puede ir de alto a muy alto, ya que se trata de colonias en muchos casos irregulares que no cuentan con las condiciones básicas de bienestar en su vivienda; tal es el caso de varias colonias afectadas en los municipio de Reynosa y Río Bravo (CENAPRED, 2007).

*Desastres provocados*

Tamaulipas también se ve afectado por las sequías. Según los registros del CENAPRED (2001a), entre los años 1979 y 1988 el Estado sufrió 8 años de sequía que afectaron 1,116,000 ha (14% del territorio estatal), y que tuvo un costo de 47 millones de pesos.<sup>63</sup> En 1995 bajo el concepto de sequía, se registró la pérdida de 98,700 cabezas de ganado, principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán. Los registros relacionados con los impactos de las sequías son escasos, por ejemplo solamente se encontró que en el 2002 se perdieron 400 cabezas de ganado por causa de la sequía en Tamaulipas, con un costo total de daños de 1.8 millones de pesos (CENAPRED, 2003). Mientras que en el 2011 la sequía afectó a 8,431 productores del estado, se registraron 17,637.9 ha de cultivos dañadas y 63,600 unidades animales afectadas, el total de daños ascendió a 164.4 millones de pesos (CENAPRED, 2012).

<sup>63</sup>. El dato de CENAPRED se refiere a pesos corrientes de 2001, hay que recordar que en enero de 1993 hubo un cambio en la moneda mexicana a la cual se le quitaron "tres ceros" (Banxico, 1992)

Las ciudades de Reynosa y Río Bravo han sido identificadas como zonas urbanas con mayor susceptibilidad a las inundaciones. Se tienen registros de algunas inundaciones principalmente debido al desbordamiento de canales y por encharcamientos; un ejemplo de este tipo de inundaciones son las registradas en Septiembre de 2006 producto del paso del huracán Lane, el cual afectó tanto a Río Bravo como a Reynosa, en esta última dejó alrededor de 60 mil personas afectadas, 17 escuelas cerradas y algunos muertos principalmente por el desbordamiento de canales. Las colonias más afectadas fueron La Amistad y Juárez. El huracán Dolly en Julio de 2008 también provocó severas inundaciones, lo que originó que en algunas viviendas, los niveles del agua llegaran hasta un metro; tal fue el caso de la colonia Paseo de las Flores en Reynosa, otro ejemplo que se puede citar son las colonias Casa Bella y Bella Vista que generalmente sufren inundaciones por anegamiento de hasta 60 cm como consecuencia del mal funcionamiento de la red de drenaje.

La principal problemática en estas ciudades es por encharcamiento debido a la morfología del terreno que presenta el lugar, seguida por desbordamiento del único y principal cauce de relevancia es el Río Bravo. En la zona, 20 colonias podrían resultar afectadas en caso de un desbordamiento del Río Bravo, lo que se traduce en 6,416 habitantes y 1,678 viviendas dañadas, casi todas en colonias localizadas en Reynosa,

cuyo costo total expuesto asciende a aproximadamente \$188,443,200.00; correspondiente a 1,068 viviendas.

Por su ubicación geográfica las ciudades

fronterizas de Reynosa y Río Bravo tienen un alto índice de movimiento comercial e industrial, lo que ha dado pauta para un desarrollo acelerado de las ciudades y una expansión urbana producto de asentamientos irregulares en áreas no aptas para el desarrollo urbano o expuestas a algún tipo de riesgo.

#### Recuadro 4.

Riesgo de inundaciones en las ciudades de Reynosa y Río Bravo.\*



\*Información obtenida del Atlas de riesgos municipales Reynosa y Río Bravo

Foto: <http://www.almomento.mx/anuncia-el-alcalde-de-reynosa-inversion-extra-para-obra-hidraulica-que-evite-inundaciones/>

Los reportes locales muestran que en la sequía de 1971 se perdieron el 95% de los cultivos de trigo y maíz, y se dejaron de sembrar 110 mil hectáreas en 30 ejidos; asimismo, la ganadería se vio severamente afectada (DesInventar, 01/04/71). En 1998 con la sequía relacionada con año El Niño, la cosecha de sorgo se perdió en un 95% (DesInventar, 10/07/98), al año siguiente el hato ganadero fue sacrificado por la baja de peso y miles de hectáreas dejaron de sembrarse (DesInventar, 29/04/99). En el 2009, la ganadería también se vio afectada, 5,500 cabezas de ganado murieron por la falta de alimento y agua. (DesInventar, 10/08/09). En la sequía del 2011, se reportaron pérdidas en 300 mil toneladas de granos (sorgo y maíz), la producción de cítricos se desplomó 40% (200 mil toneladas se dejaron de producir de naranja, limón y toronja), 20 mil habitantes de 17 municipios fueron provistos de agua por pipas, debido a que sus fuentes se secaron y 50% de los hatos ganaderos se murieron o fueron vendidos a bajo precio (DesInventar, 30/12/11)

**Recuadro 5.**  
Riesgo de inundaciones  
en la zona conurbada  
de Tampico, Madero y  
Altamira.\*

La zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira, es una de las áreas que cuenta con mayores daños causados por las lluvias atípicas. Estos municipios se encuentran ubicados en un territorio que comprende un 25% de cuerpos de agua integrados por el sistema lagunario del Río Tamesí, los cuales al desbordarse han provocado fuertes inundaciones, como la ocurrida en 2007, que provocó al menos 750 viviendas afectadas

en Tampico y en conjunto unas 3,000 familias evacuadas en Altamira y Tampico, mientras que en julio de 2008, el Huracán Dolly ocasionó fuertes lluvias, lo cual provocó el desbordamiento de los ríos Tamesí y Pánuco, además de los sistemas lagunarios, ocasionando fuertes afectaciones en esta zona conurbada.

Actividades antropogénicas como la generación de residuos municipales e industriales, que no tienen una disposición final adecuada, genera taponamiento en la red de drenaje; el sellado de suelos por asfalto o concreto, disminuye la infiltración de agua a los mantos acuíferos; la falta de un sistema de captación adecuado de las precipitaciones que caen en las áreas urbanas y los asentamientos irregulares en zonas potencialmente inundables ante fenómenos meteorológicos hacen de las zonas conurbadas, principalmente de Tampico y Madero, áreas propensas a inundarse.

La inundación por acumulación representa un peligro para 76 colonias que se traducen en 33,728 habitantes distribuidos en 8,831 viviendas; donde el mayor número de colonias en zonas de inundación por acumulación se localizan en Altamira, en las cercanías de la zona lagunar. Resulta una cantidad expuesta de \$250,743,950.00 pesos.

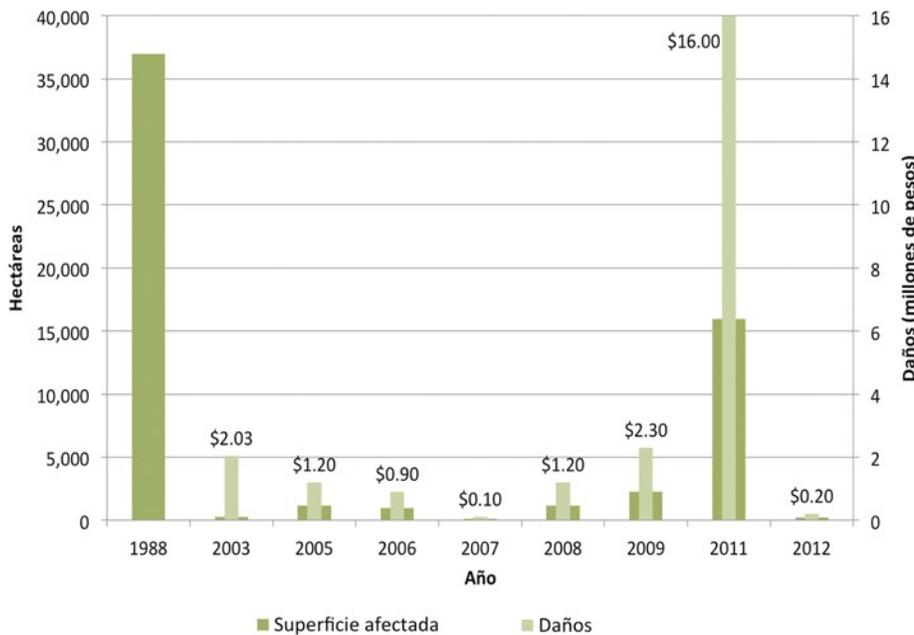


Foto: <http://www.noticiasdetampico.mx/columnas/trombas-desfogues-y-sus-riesgos#prettyPhoto>.  
Última consulta: 16 de noviembre de 2015

\* Información obtenida del Atlas de riesgos municipales Tampico, Madero y Altamira

La sequía en el verano puede agravar la condición seca de invierno y primavera provocando un severo estrés hídrico en la vegetación, esta condición es ideal para la ocurrencia incendios forestales. De acuerdo con el Atlas de Riesgo del Estado (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011) los incendios se presentan recurrentemente en marzo, abril y mayo. Asimismo, se muestra un registro a partir de 1999 hasta el 2008 con 355 incendios forestales, que han afectado una superficie forestal de 349.97 km<sup>2</sup>.

Por su parte, los registros de CENAPRED muestran el total del área dañada por incendios forestales. Los años más severos fueron en 1988 y el 2011, tal como se observa en la Gráfica 7.5., este último por las condiciones de sequía intensa que se presentaron en gran parte del país y en el que se cuantificaron daños por 16 millones de pesos, sin considerara los daños ambientales y aquellos en los que se incurrieron para atenderlos por parte de autoridades federales, estatales y municipales.



**Gráfica 7.5.**  
Resumen de afectaciones por incendios forestales en Tamaulipas entre 1988 y 2012 (Millones de pesos).

Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED, 2001a, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013.

Se reconoce que los factores causantes de incendios son las actividades agropecuarias principalmente, seguido de descargas eléctricas y fogatas, en una menor proporción las actividades forestales, limpieza de vías de comunicación, fumadores, fogatas, cazadores furtivos, problemáticas sociales, entre otras (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).

En el Atlas de Riesgo del Estado se presenta la distribución municipal de los incendios forestales de 1999 al 2008, misma que se concentra en pocos municipios, tal es el caso Jaumave con 60 incendios, seguido por Ocampo con 44, Tula con 33, Soto La Marina con 28, finalmente en los municipios Miquihuana y Casas se tiene registro de 26, el resto de los municipios del sur y suroeste del estado tienen registro de un número menor de incendios (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011).

Otras afectaciones por fenómenos meteorológicos y climáticos se resumen en la Tabla 7.1. En mayor proporción se relacionan con heladas y bajas temperaturas, por ejemplo en 1988 se presentaron 30 muertes, mientras que en 2002 solamente se registraron 5 muertes por hipotermia (CENAPRED, 2003). Los decesos se concentran principalmente por la inhalación de monóxido de carbono y en inmigrantes. Además, con las bajas temperaturas, aumentan los casos por enfermedades respiratorias. El sector agrícola es otro de los sectores que pueden verse afectados por las heladas. En el caso de la ocurrencia de frentes fríos, y el aumento del oleaje y vientos intensos, se han presentado daños en la infraestructura portuaria.

*Desastres  
provocados  
por temperaturas  
t*

**Tabla 7.1.**  
Resumen de daños por diversos fenómenos hidrometeorológicos.

Año	Fenómeno	Muertos	Población afectada	Viviendas dañadas	Cultivos dañados y pastizales (ha)	Total de daños (millones de pesos)
1988	Helada	30		Carreteras cubiertas de hielo	Café	
1990	Helada		500		10,000	350
1998	Tromba en Reynosa			3,000		103.9 (10.5 dólares)
2002	Bajas temperaturas	5				
2004	Fuertes vientos	3				
2007	Lluvias e inundaciones	5	22,009	4,054	5,190.7	174.9
2007	Bajas temperaturas	4				
2008	Bajas temperaturas	1				
2009	Lluvias e inundaciones	1	56	11		0.1
2011	Lluvias e inundaciones	3	67,217	260		73.8

Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED, 2000a, 2003, 2005, 2008, 2010, 2012.

64. Los datos de dengue presentados por DesInventar son registrados con base en notas periodísticas. Se citan como una referencia asociada a los eventos extremos. Sin embargo las cifras oficiales son las que da el sector salud (véase Capítulo 4, apartado 4.2).

65. Se consideró que la base nacional de datos climáticos con la mayor cantidad y calidad de información tiene un desfase de varios años, relacionado con el tiempo que toma el envío de información de los organismos de cuenca de la CONAGUA al SMN para su revisión, validación e incorporación en la base de datos, motivo por el cual la evaluación se realizó hasta el año 2010.

El sector salud es sin duda uno de los más afectados y al cual se ha prestado mayor cuidado durante la etapa de atención a la emergencia. Sin embargo, con temperaturas altas extremas o más de tres días consecutivos con temperaturas arriba de los 40 °C, es común la presencia de casos de deshidratación y EDAs. Asimismo, posterior a la ocurrencia de inundaciones se presentan casos de dengue. Por ejemplo, en el 2010 se manifestaron 53 casos de dengue (DesInventar, 03/10) después del paso del Huracán Alex. Asimismo, tras el paso del Huracán Emily en el 2005 se registraron 250 casos de dengue hemorrágico, por lo cual se emitió alerta sanitaria en el Estado (DesInventar, 08/05). En el 2008, el Río Comandante se desbordó por las tormentas tropicales 10 y 11 presentándose 30 casos de dengue clásico y 15 de dengue hemorrágico (DesInventar, 09/08). Además, las malas condiciones sanitarias producto del estancamiento de las aguas han ocasionado numerosos casos de disentería (DesInventar, 07/76).<sup>64</sup>

### 7.1.2. Estimación del peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos

Los peligros climáticos se analizaron a partir de datos climáticos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de información del diagnóstico climatológico del Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011) y la base de datos observados de la Climate Research Unit (CRU) de la Universidad de East Anglia, del Reino Unido. El análisis de los peligros se realizó para el periodo 1961 a 2010,<sup>65</sup> más

amplio que el periodo histórico considerado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del gobierno federal (SEMARNAT) en la elaboración de los escenarios de cambio climático para México, con el fin de incorporar la información de la variabilidad climática de la década más reciente.

Las estaciones climáticas seleccionadas para el análisis fueron las que cumplieron con los siguientes criterios: que contaran con menos de ocho días consecutivos con datos perdidos en el mes, que contaran con más del 66% de datos diarios en cada mes, que contaran con más del 66% de datos mensuales en cada año y que contaran con más del 66% de años con información en el periodo. De las 199 estaciones que operan<sup>66</sup> o han operado en Tamaulipas se seleccionaron<sup>67</sup> 77 para el caso de la precipitación y 80 para el caso de la temperatura máxima y mínima, distribuidas principalmente en el centro y sur del estado con un mínimo de estaciones en el norte, tal como se muestra en los mapas de precipitación y temperatura de las siguientes secciones. Esto es una característica de la densidad y distribución heterogénea de estaciones de medición que existe a nivel nacional.

La lluvia en el periodo 1961-2010 (Figura 7.2a.) se distribuye del norte, con valores acumulados de 450 mm a 600 mm al año, al sur de Tamaulipas, con valores de 900 mm a 1,050 mm al año, esto último relacionado con la influencia de ciclones tropicales, ondas del este y la entrada de humedad del Golfo de México que se condensa en la zona montañosa del suroeste. La lluvia promedio en el periodo 1961-2010 es de 135 mm/mes, el valor más alto se presenta en septiembre, en tanto que en los meses de noviembre a abril la precipitación es menor a 25 mm/mes. En verano y parte del otoño se presenta la mayor cantidad de lluvia (Figura 7.2b.). La variación mensual de la lluvia en verano es mayor que en otras estaciones del año, lo que indica que se presentan ciclos de lluvias abundantes intercalados con ciclos de poca lluvia. Asimismo, a medio verano, entre julio y agosto, se registra una reducción de la precipitación en la temporada de lluvias, la cual se recupera al mes siguiente; fenómeno conocido como canícula o sequía intra-estival, siendo más marcada en las regiones administrativas Fronteriza (R1), Valle de San Fernando (R2) y Mante (R5).

A partir de la serie histórica de la precipitación mensual en Tamaulipas (Figura 7.3.) se identifica que esta es menor (mayor) durante la fase positiva (negativa) de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO),<sup>68</sup> similar a lo encontrado por Englehart y Douglas, (2002) y Bravo *et al.*, (2012). La precipitación mensual fue menor durante la fase positiva de la PDO (1977-1997) a pesar de que se registraron casos recurrentes de precipitación diaria mayores a 180 mm/24hrs, asociadas a ciclones tropicales de categoría baja durante dicha fase, tal como se presenta posteriormente. Asimismo, Englehart y Douglas (2002) identificaron que las teleconexiones entre El Niño/La Niña y la precipitación en el noreste del país están sesgadas a la fase positiva de la PDO; en esta fase El Niño (La Niña) favorece lluvias abajo (arriba) de lo normal durante la estación lluviosa.

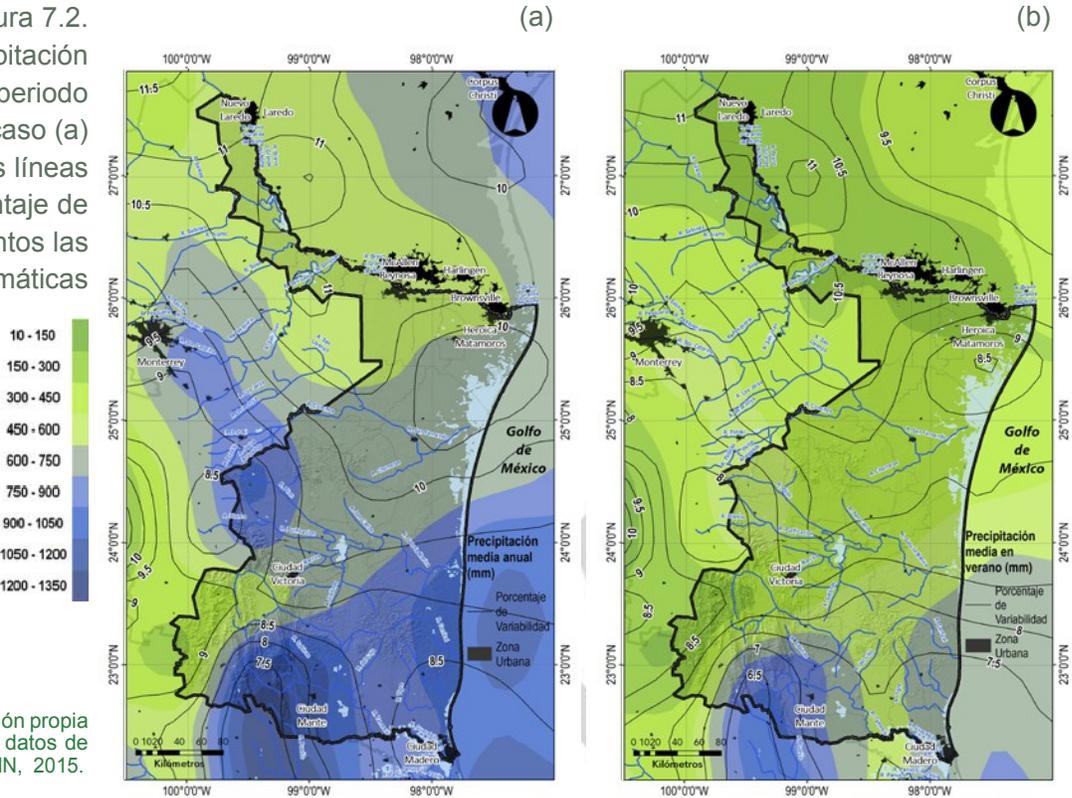
66. La densidad y cantidad de información de las estaciones climáticas en Tamaulipas presenta variaciones en el tiempo y espacio por diversas causas, por ejemplo por el cambio de ubicación, cambio de instrumentos, cese del funcionamiento o puesta en operación de nuevas estaciones.

67. Con el fin de reducir la incertidumbre durante la interpolación de los datos para generar los mapas estatales de temperatura y precipitación, se procesaron y consideraron estaciones de estados aledaños a Tamaulipas (Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz) y Texas.

## Lluvia

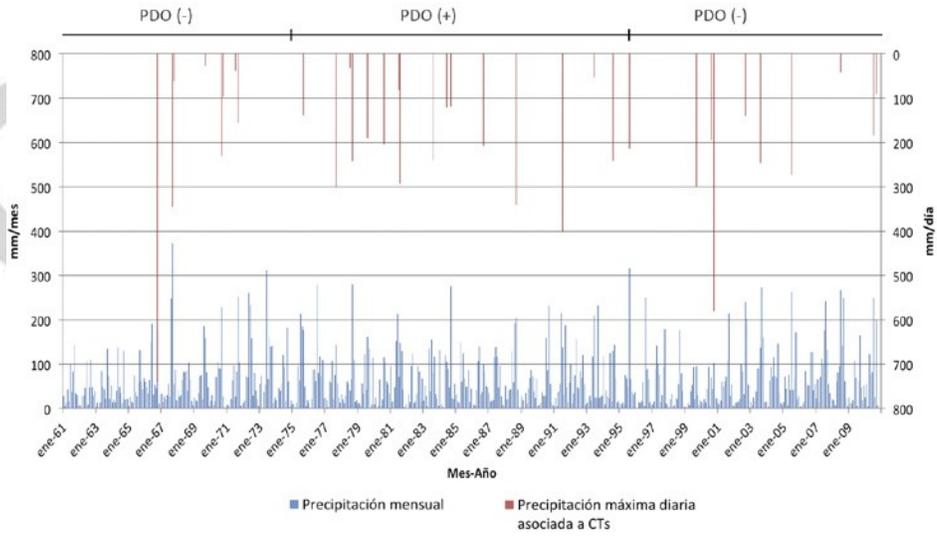
68. El índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), desarrollado por Mantua *et al.* (1997), citado por Englehart y Douglas, (2002), es usado para representar la variabilidad océano-atmósfera a través del Pacífico extratropical. La fase positiva (negativa) del PDO es caracterizada por temperaturas de la superficie del mar (TSM) por abajo (arriba) de lo normal en el oeste y centro del Pacífico Norte con temperaturas más cálidas (más frías) que la TSM normal extendida hacia el sur desde el Golfo de Alaska al sur de Baja California Sur.

Figura 7.2. Climatología<sup>69</sup> de la precipitación acumulada (mm) del periodo 1961-2010 para el caso (a) anual y (b) en verano. Las líneas representan el porcentaje de variabilidad y los puntos las estaciones climáticas



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

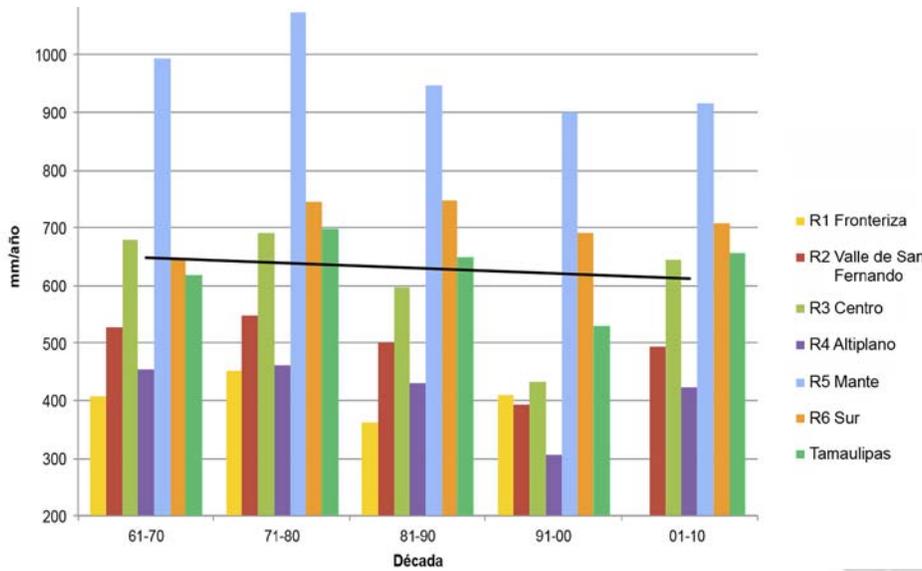
Figura 7.3. Serie de la precipitación mensual (barras en azul) en Tamaulipas en el periodo 1961-2010 y la precipitación máxima diaria (barras en rojo) registrada en estaciones climáticas durante el paso de los ciclones tropicales (CTs).



Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

El promedio de la precipitación anual acumulada por década para el estado (línea negra en la Gráfica 7.6.) presenta una tendencia de decremento en las décadas '81 a '00 y un incremento en la variable meteorológica en la década '01 a '10. En las regiones administrativas Mante (R5) y Sur (R6) la tendencia es de reducción. En las regiones complementarias en la década '01 a '10 se revierte la tendencia negativa que se presentó en décadas previas.

69. La interpolación de la precipitación se realizó con el método de Cressman, Cressman (1959), incorporado en el programa *Grid Analysis and Display System* (GrADS), sobre una malla de 0.5°x0.5°.



**Gráfica 7.6.**  
Climatología de la precipitación acumulada anual (mm/año) por década en las regiones administrativas de Tamaulipas.

Nota: En la región Fronteriza no se cuenta con datos observados para el periodo 2001-2010 que hayan cumplido con los filtros de selección.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

La lluvia extrema se registra en la mayor parte del año, con los valores mensuales más elevados en los meses de verano, que llegan a ser hasta de 1,150 mm/mes en las regiones Centro (R3) y Sur (R6) de Tamaulipas, asociado a la influencia de ciclones tropicales, principalmente, tal como se ejemplifica en la Tabla 7.2. (en el Anexo 4 “Precipitación mensual en municipios en los que se han registrado desastres” se incluye la tabla completa con los casos considerados).

**Tabla 7.2.**  
Ejemplo de casos de precipitación mensual acumulada en municipios de Tamaulipas en los que se han registrado desastres.

Región Adm.	Fecha	Pcp (mm/mes)	Fenómeno	Municipios afectados	Municipio donde se realizó la medición	Identificador Estación donde se realizó la medición
R	sep-55	394.10	H. Hilda y Janet	Tampico y Cd. Madero	Llera	28044
R	oct-66	444.00	H. Inez	Aldama (desbordamiento río Pánuco)	González	28029
R	sep-88	398.00	H. Gilbert	Cruillas	Cruillas	28019
R	sep-88	419.00	H. Gilbert	San Fernando	San Fernando	28052
R	oct-00	594.60	H. Keith	Gómez	Gómez	28002
R	oct-00	346.50	H. Keith	Mante	Mante	28008

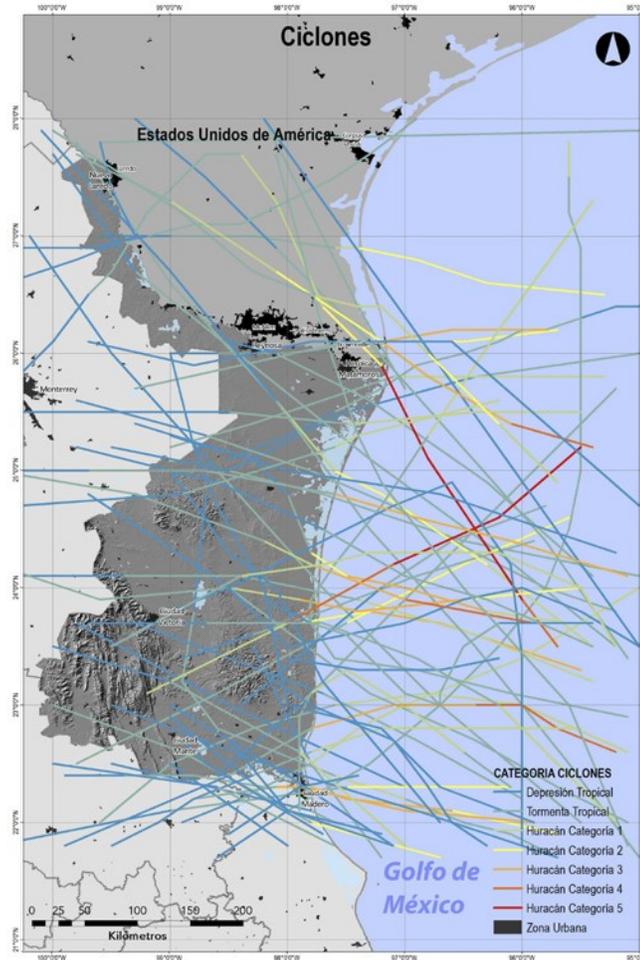
Nota: H. se refiere a huracán y Pcp a precipitación. Para ver todos los casos registrados, véase el Anexo 4 Precipitación mensual en municipios en los que se han registrado desastres.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015 y GET, 2011.

De acuerdo a la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA), se han registrado 72 ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas durante un periodo de 113 años (1902-2014) (Figura 7.4.), iniciando su adentramiento a tierra a través de las regiones Centro (R3) y Sur (R6), principalmente. De los 72 ciclones, 24 corresponden a depresión tropical (DT), 29 a tormenta tropical (TT), 7 a huracán de categoría 1 (H1), 4 a huracán categoría 2 (H2), 6 a huracán categoría 3 (H3), 1 a huracán categoría 4 (H4) y 1 a huracán categoría 5 (H5) (Figura

**Figura 7.4.**

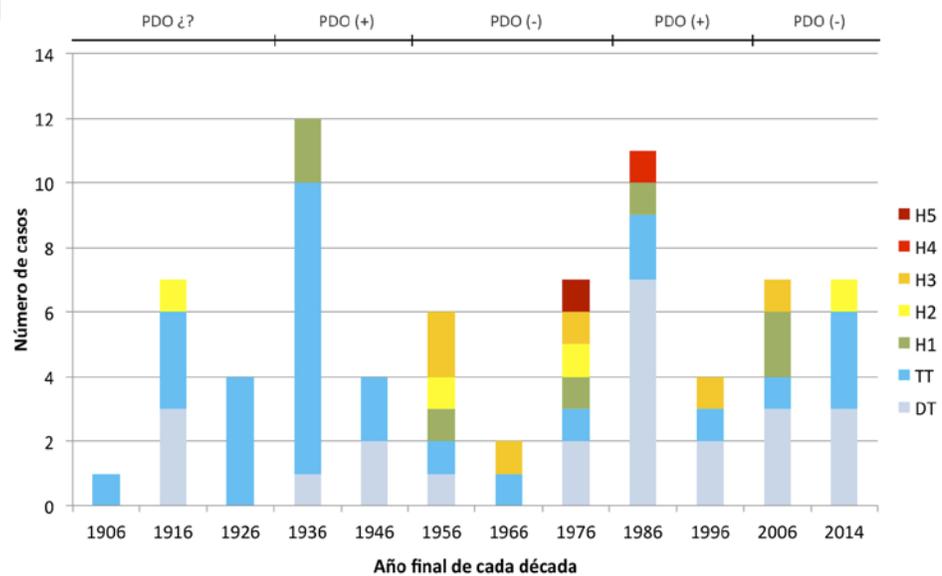
Representación de las trayectorias de los ciclones tropicales que han tocado tierra en Tamaulipas en el periodo 1902-2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de NOAA, 2015.

**Figura 7.4bis.**

Ciclones tropicales agrupados por década y categoría de intensidad y su relación con la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).



Nota: La PDO está indeterminada previo al año 1926.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de NOAA, 2015.

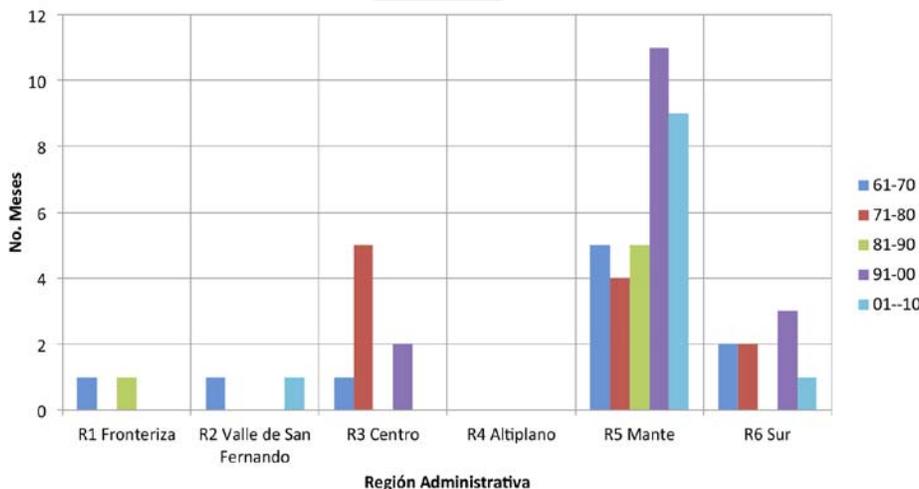
El número de ciclones tropicales y la precipitación máxima diaria promedio asociada (200 mm/24 hrs) es similar durante la fase positiva (1927-1946 y 1977-1999) y negativa (1947-1976 y 1998-2014) de la PDO. La precipitación igual o mayor a la máxima<sup>70</sup> diaria promedio durante el paso de un ciclón tropical pone a prueba los sistemas naturales y humanos ante las afectaciones que se derivan de la lluvia, como son inundaciones y corrimiento o deslave de tierra, tal como se analizó en la sección de los desastres.

Durante la fase negativa de la PDO los ciclones que impactan a Tamaulipas son de categoría más intensa que en la fase positiva, alcanzando cerca del doble de la precipitación máxima diaria que se ha medido en estaciones climáticas durante la fase positiva de la PDO, tal como se muestra en la Figura 7.4bis. Asimismo, no es concluyente la señal para indicar que se ha incrementado la actividad de los ciclones tropicales en el periodo analizado.

A partir del análisis de los datos se presupone que la precipitación asociada a un ciclón tropical, además de la ubicación geográfica del meteoro, depende de las condiciones climáticas prevalecientes a nivel continental y subcontinental, como son: posición de los sistemas de alta presión, interacción con sistemas extra-tropicales como los frentes fríos, si es año El Niño/La Niña, la intensidad de la Oscilación Decadal del Pacífico y Oscilación Decadal del Atlántico, entre otras, tal como lo han analizado Englehart y Douglas, (2001) en el caso de la costa del pacífico mexicano en la que identificaron que episodios El Niño (La Niña) coinciden con una actividad reducida (incrementada) de ciclones tropicales, en tanto que la relación es menos clara con respecto a la PDO, probablemente por las diferencias en las escalas de tiempo implicadas; anual y decadal.

Con respecto al acumulado máximo de la precipitación mensual se identifica que en la región administrativa Mante (R5) se ha incrementado el número de meses por década que se rebasa una precipitación umbral acumulada de 400 mm/mes, tal como se observa en la Gráfica 7.7., mientras que en las regiones administrativas Centro (R3) y Sur (R6) la tendencia es decreciente.

70. El SMN-CONAGUA define lluvias extraordinarias cuando la precipitación es mayor a 250 mm/24 hrs. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=79](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=79) [Consultado el 21-JUL-15]



**Gráfica 7.7.**  
Número de casos por década y región administrativa con precipitación acumulada mensual mayor a 400 mm/mes.

Nota: No existen registros para la región del Altiplano  
Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

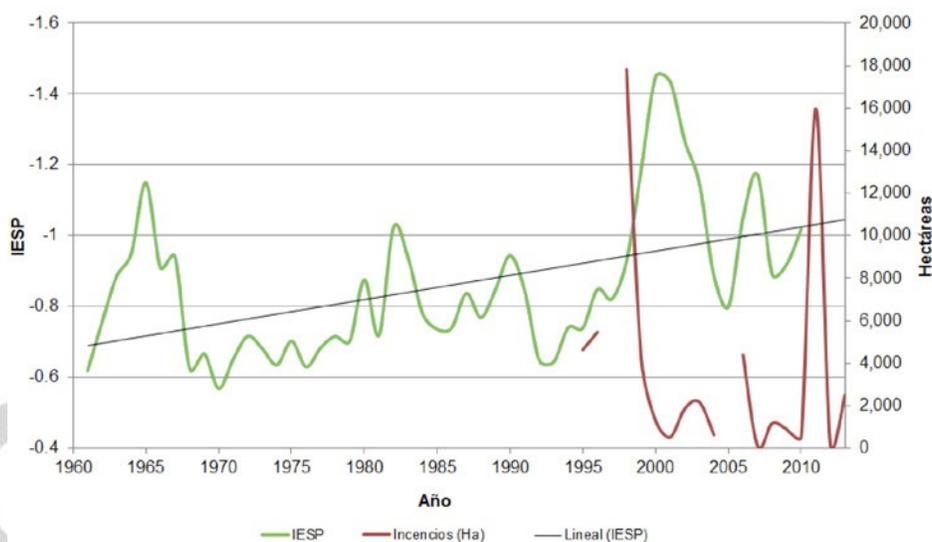
Sequía meteorológica

La sequía meteorológica<sup>71</sup> tiene efectos negativos en actividades agropecuarias, en el abastecimiento de agua para consumo humano y favorece las condiciones para que se presenten incendios forestales, tal como se analizó en la sección previa sobre los desastres históricos.

En la Gráfica 7.8. se presenta la serie histórica de la sequía meteorológica anual en Tamaulipas, representada con el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP),<sup>72</sup> y las hectáreas afectadas por incendios en el Estado en las recientes décadas. De la gráfica se identifica una tendencia de incremento en la intensidad de la sequía. Cuando se alcanza un IESP menor a -1.0, relacionado con condiciones de una sequía severa, se observa un incremento en la superficie afectada por incendios en Tamaulipas, como en el caso de 1998-99 y 2005-2006. La superficie afectada por los incendios se reduce no obstante que en los siguientes años el IESP se torna más severo, probablemente debido al fortalecimiento de acciones de emergencia, control y atención.

**Gráfica 7.8.**  
Gráfica de la sequía anual en Tamaulipas (línea verde), representada con el IESP, y datos sobre hectáreas afectadas por incendios en el Estado (línea marrón).

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015; INEGI, 2015.

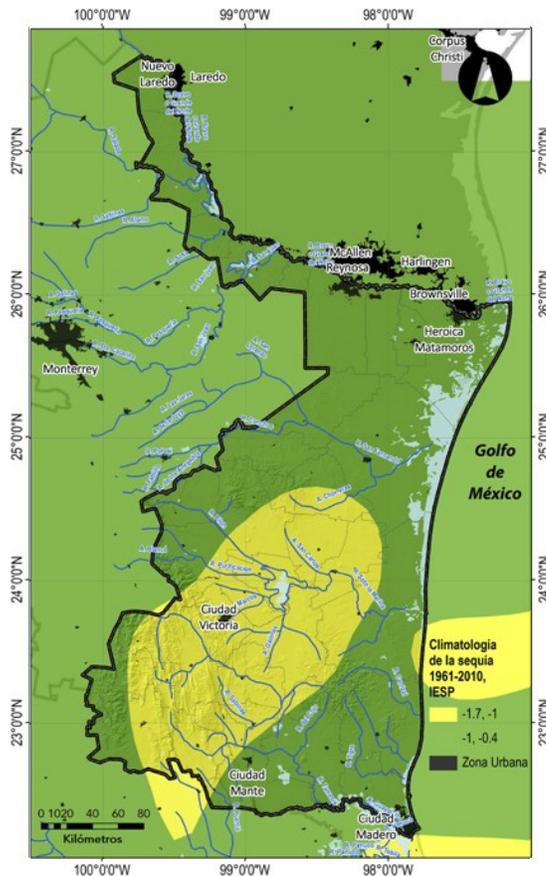


La sequía meteorológica, identificada con el grado de severo, es común que se presente desde la parte central hacia la porción suroeste de Tamaulipas, afectando la mayoría de los municipios en las regiones del Altiplano (R4), Mante (R5) y los del centro a suroeste de la región Centro (R3), en los cuales es frecuente que se presenten incendios forestales (Figura 7.5.). En el resto del estado la sequía suele ser de intensidad moderada.

La duración de la sequía meteorológica es menor conforme más intensa se torna y los eventos de sequía excepcional son menos frecuentes aunque su impacto suele ser más extremo, como los relacionados con la sequía de 1998 a 2004, cuya señal se presentó en varios puntos de medición de precipitación y afectó la mayor parte de Tamaulipas.

71. La sequía en meteorología se define usualmente con base a la falta de lluvia (en comparación de la lluvia "normal" o su promedio) y la duración del periodo seco (SEMARNAT-INE, 2007).

72. <http://www.climasig.es/metod2.html#1>



**Figura 7.5.** Patrón espacial de la climatología de la sequía en Tamaulipas en el periodo 1961-2010, representada con el IESP.

Nota: Los rangos representan: Sin sequía para valores mayores a -0.4; sequía moderada para valores entre -1.0 y -0.4; sequía severa para valores entre -1.7 y -1.0; sequía extraordinaria para valores entre -2.3 y -1.7; sequía excepcional para valores menores a -2.3.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

La importancia de caracterizar la temperatura máxima radica en los efectos directos que tiene en la salud de grupos de personas sensibles por golpes de calor y deshidratación, en el consumo de energía para enfriamiento y en la afectación de ecosistemas, cultivos y ganado, expuesto en la sección sobre los desastres históricos.

El incremento de la temperatura superficial del Golfo de México y de las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera y océanos podría desencadenar cambios en las propiedades físicas del agua de mar como la acidificación del Golfo de México, así como en la aparición temprana o migraciones de especies marinas de interés comercial.

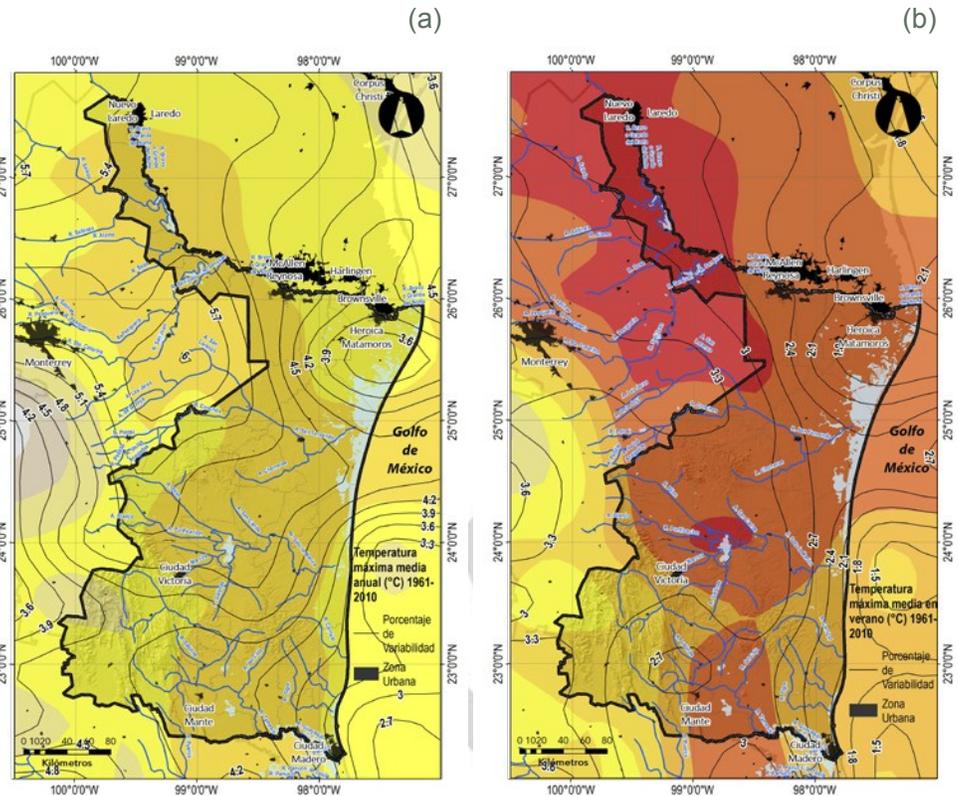
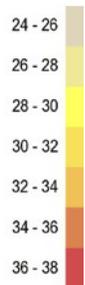
La climatología anual de la temperatura máxima del periodo 1961-2010 oscila entre 28 °C y 30 °C en la mayor parte del estado (Figura 7.6a.); valores más templados se dan en el suroeste debido a la influencia de la Sierra Madre Oriental. En verano se presenta una temperatura máxima promedio superior a 36 °C en el centro y norte de Tamaulipas (Figura 7.6b.), con una variación de +/- 3.0 °C, la cual es menor que la variación en otras estaciones del año. En invierno el valor de la temperatura máxima es menor en el norte en comparación con el sur del estado, por la influencia de los frentes fríos y el enfriamiento por radiación en las planicies semidesérticas del norte.<sup>73</sup>

*Temperatura máxima*

<sup>73</sup> La interpolación de la temperatura se realizó con el método de Cressman, Cressman (1959), incorporado en el programa *Grid Analysis and Display System* (GrADS), sobre una malla de 0.5°x0.5°.

**Figura 7.6.**

Climatología del periodo 1961-2010 de la temperatura máxima (°C) para el caso (a) anual y (b) de verano. Las líneas representan su variabilidad y los puntos las estaciones climáticas.

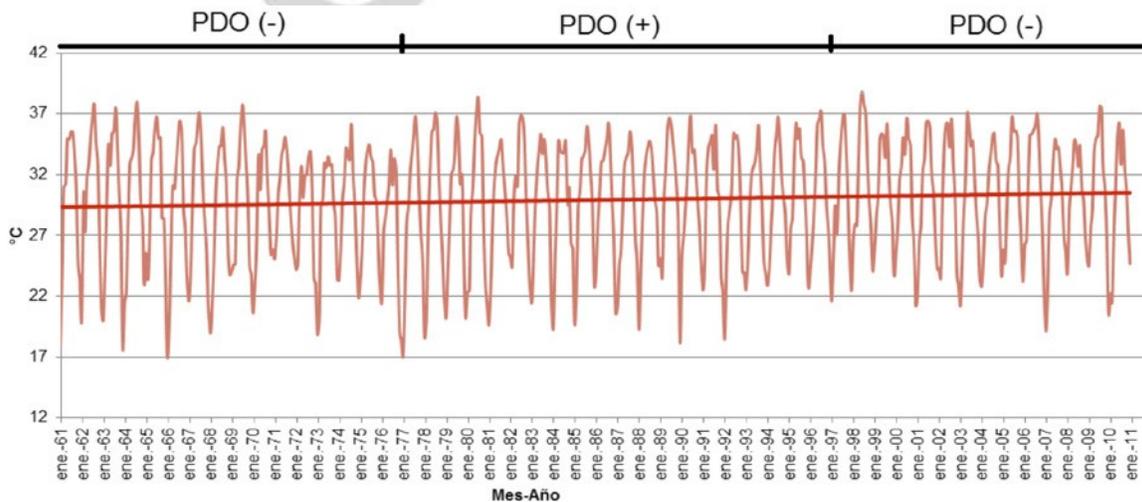


Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

**Gráfica 7.9.**

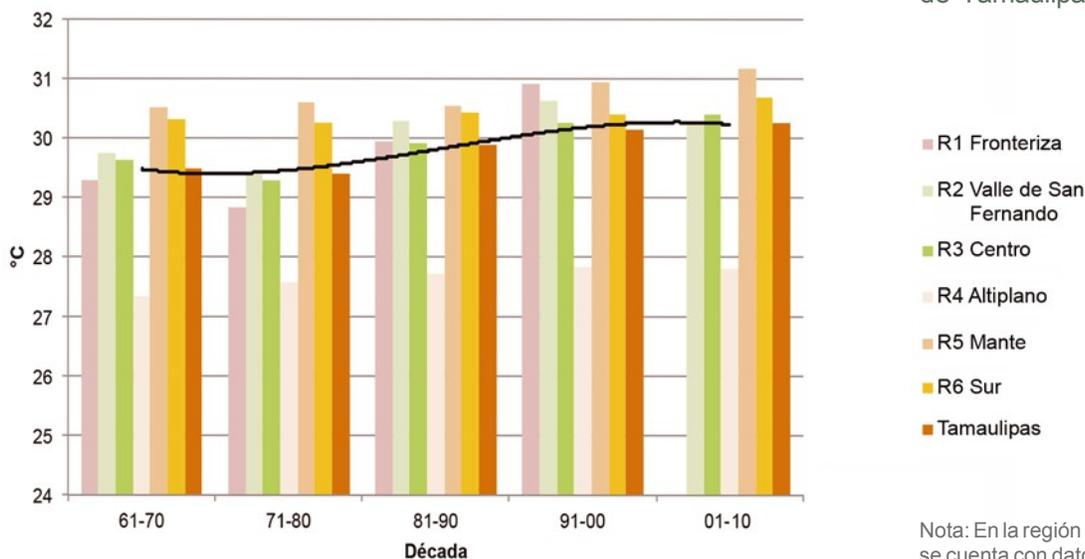
Serie de la temperatura máxima en Tamaulipas y la línea de tendencia.

La tendencia de la serie histórica de la temperatura máxima indica un incremento en la variable en el periodo analizado. Los valores son ligeramente menores (mayores) durante la fase positiva (negativa) de la PDO (véase Gráfica 7.9.).



Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

Del año 1961 al 2010 la temperatura máxima se incrementó entre 0.5 °C y hasta 1.2 °C en las seis regiones administrativas de Tamaulipas, congruente con la señal de cambio climático a nivel mundial. En cinco de las seis regiones se ha presentado un incremento de la temperatura, mismo que se acentúa en las dos décadas recientes tal como se presenta en la Gráfica 7.10.

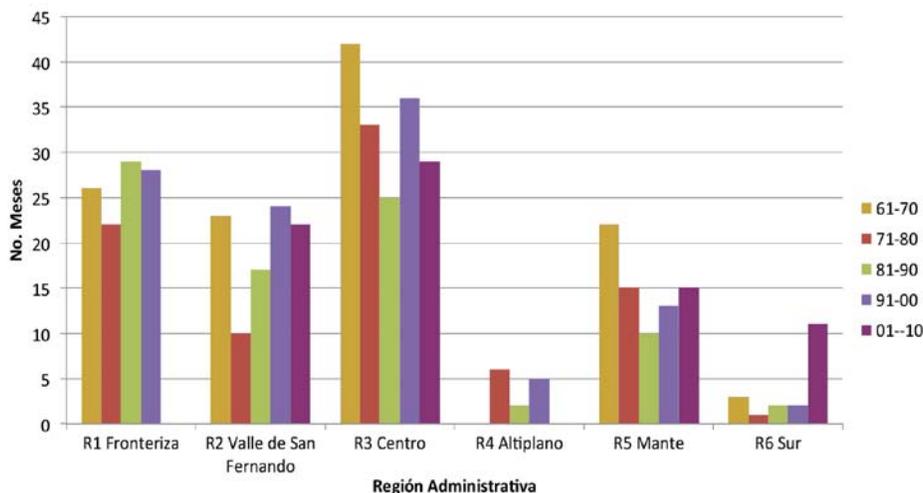


**Gráfica 7.10.** Climatología de la temperatura máxima por década en las regiones de Tamaulipas.

Nota: En la región Fronteriza no se cuenta con datos observados para el periodo 2001-2010 que hayan cumplido con los filtros de selección.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

En la región administrativa Centro (R3) es común que se presenten meses que rebasan valores extremos de temperatura máxima en la mayor parte del año, representados con el percentil 95. En tanto que el número de meses por década que rebasan una temperatura máxima promedio mensual (umbral) de 35 °C se ha incrementado en la región Fronteriza (R1), Valle de San Fernando (R2) y Sur (R6), tal como se observa en la Gráfica 7.11., con una frecuencia de 28, 22 y 11 meses, respectivamente, en la última década.



**Gráfica 7.11.** Número de casos por década y región administrativa con temperatura mensual mayor a 35 °C.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de CONAGUA-SMN, 2015.

Miquihuana, Tamaulipas



Foto: Sergio Antonio Arratia García

### Temperatura mínima

Valores extremos de la temperatura mínima tienen efectos negativos en la salud de las personas, tal como indican los casos de decesos por hipotermia en Tamaulipas que se incluyen en la sección de desastres, asimismo, producen afectaciones en los cultivos por efecto de las heladas. Es probable que el incremento de la temperatura mínima en los meses de invierno favorezca la reducción de casos por padecimientos de enfermedades cardio-respiratorias, el uso de combustibles para calefacción y los decesos por inhalación de bióxido de carbono.

En invierno se presentan valores de temperatura mínima entre 8 °C y 18 °C, con variaciones de +/- 5.0 °C lo que representa que en esta estación del año la temperatura sea de hasta 5 °C en el occidente y norte de Tamaulipas. En verano la temperatura mínima más cálida y oscila entre 16 °C y 22 °C.

Valores extremos de la temperatura mínima anual del periodo 1961-2010 se presentan en la región administrativa del Altiplano (R4) en el suroeste de Tamaulipas, con promedios de 8 °C a 16 °C, en tanto que en las regiones Mante (R5) y Sur (R6) son más cálidas. No obstante, la tendencia de incremento en los valores de la temperatura mínima para el estado en las últimas décadas es imperceptible. El percentil 95 de la temperatura mínima para la estación de verano, con valores entre 20 °C y 24 °C, con baja probabilidad de que se presenten, se ha registrado en la mayor parte de Tamaulipas. En el caso del percentil 05 de la temperatura mínima en invierno, en la mayor parte del estado los valores son de 6 °C a 10 °C, y llegan a estar entre 4 °C y 6 °C en una franja en la frontera con Nuevo León.

<sup>74</sup>. Se define como "una descripción de un estado futuro del mundo, coherente, internamente consistente y plausible" (Parry y Carter, 1998)

### 7.2. Escenarios de cambio climático para el Estado de Tamaulipas

Un escenario de cambio climático<sup>74</sup> es una herramienta más para gestionar los riesgos. Proporciona detalles de los posibles estados futuros de las condiciones climáticas, en el entendido de que no son un pronóstico ni una extrapolación de tendencias históricas.

En el uso de los escenarios se debe tener en cuenta la incertidumbre<sup>75</sup> inherente (CCA, 2008) por lo que se considera un ensamble con el mayor número de experimentos de escenarios generados con los Modelos de Circulación General (MCG) para estimar la condición más probable de un clima futuro.

Otro aspecto que debe ser considerado es la resolución espacial de los escenarios generados por los MCG, usualmente es en mallas o cuadrículas de 300 km x 300 km, sin embargo, se han desarrollado diversas técnicas de reducción de escala para pasar a escenarios que reflejen las características y tendencias del clima regional. Los alcances de la reducción de escala dependen del entendimiento de los procesos físicos que genera el clima local o regional (topografía, cambios de uso de suelo, etc.) y de la disponibilidad de registros locales de datos históricos del clima observado (CCA, 2008).

La escala espacial y temporal de los escenarios de cambio climático actuales implica que la información esté limitada para realizar análisis de extremos climáticos de corta duración (de segundos a horas y días) y de extensión de cientos de metros a unos cuantos kilómetros, como los sistemas convectivos, tornados, frentes fríos y brisas, entre otros.

75. La dispersión entre los experimentos se refiere a la confianza o incertidumbre de la proyección. Si la dispersión entre los MCG es baja, se tiene mayor confianza de que se llegará a una condición climática dada. Si la dispersión es alta, existe mayor incertidumbre en cuál será el estado más probable y por tanto se habla de que el clima es poco predecible.

76. Los grupos RCP se refieren al incremento en la radiación global de energía expresada en W/m<sup>2</sup>; por ejemplo, RCP8.5 es el escenario más extremo que supone un valor de 8.5 W/m<sup>2</sup> debido al aumento de GEI.

77. Porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma.

Nombre	Forzamiento radiativo	Concentración (p.p.m.)	Trayectoria	Modelo que provee el RCP
RCP	>8.5 Wm <sup>-2</sup> en 2100	>1,370 CO <sub>2</sub>	Aumentado	MESSAGE
RCP	6 Wm <sup>-2</sup> estable después de 2100	850 CO <sub>2</sub> estable después de 2100	Estable sin pararse	AIM (Japón)
RCP	4.5 Wm <sup>-2</sup> estable después de 2100	650 CO <sub>2</sub> estable después de 2100	Estable sin pararse	GCAM (EU)
RCP	Pico en 3Wm <sup>-2</sup> antes de 2100 y disminuye después	Pico en 490 CO <sub>2</sub> antes de 2100 y disminuye después	Aumenta y posteriormente disminuye	IMAGE (Países)

**Tabla 7.3.** Escenarios<sup>76</sup> RCP y su correspondencia con el forzamiento radiativo y concentraciones de CO<sub>2</sub>.

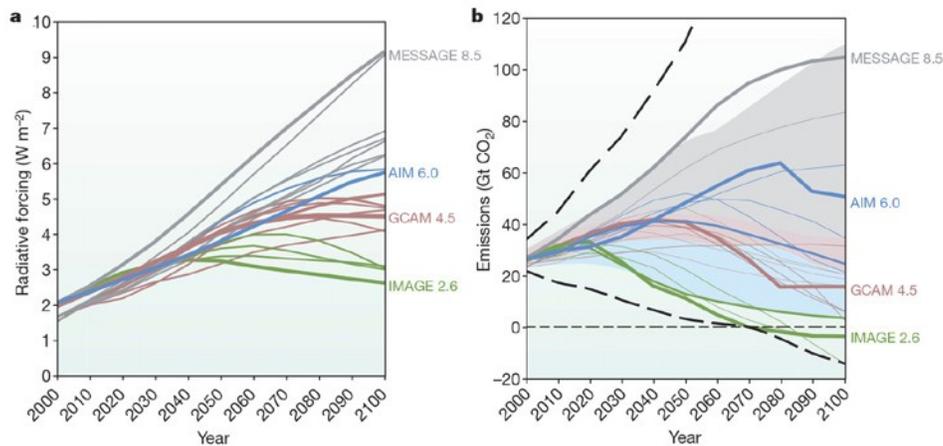
Fuente: Tomado de Moss, et al., 2010.

CO<sub>2</sub>: Bióxido de carbono. p.p.m: Partes por millón. IMAGE (*Integrated Model to Assess the Global Environment*) de la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos. GCAM (*Global Change Assessment Model*) utilizado en el Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste de los Estados Unidos (EU). AIM (*Asian Pacific Integrated Model*) del Instituto Nacional de Estudios Ambientales de Japón. MESSAGE (*Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact*) desarrollado por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados de Austria.

Está comprobado que el cambio climático responde fundamentalmente al forzante dado por el incremento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y en cierta medida a cambios en el albedo<sup>77</sup> de la superficie terrestre (IPCC, 2007; 2013; CCA, 2008). Por ello, los escenarios de cambio climático consideran los forzantes radiativos futuros como determinantes para proyectar el clima. El nuevo conjunto de forzantes está agrupado en cuatro escenarios de Trayectorias de Concentraciones Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) (véase Tabla 7.3.) (Moss, et al., 2010). En la Gráfica 7.12. se muestra el comportamiento de los RCP<sup>78</sup> en función de la magnitud del forzamiento radiativo (Gráfica 7.12a) y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por efecto antropogénico (Gráfica 7.12b).

**Gráfica 7.12.**

a) Cambios en el forzamiento de radiación relacionado a las condiciones pre-industriales. Las líneas gruesas muestran cuatro RCP, las delgadas escenarios individuales de aproximadamente 30 candidatos de escenarios RCP que proveen información en todos los factores clave que afectan el forzamiento de radiación. b) Emisiones de CO<sub>2</sub> de energía e industria para los cuatro RCP.



Fuente: Tomado de Moss, *et al.*, 2010.

**78.** El forzante radiativo y de emisiones del escenario RCP4.5 es mayor al del RCP6.0 hasta mediados de siglo, aproximadamente, donde posteriormente decrecen las emisiones del RCP4.5 mientras que las del RCP6.0 continúan en aumento. En el escenario RCP8.5 las emisiones de GEI son mayores y en constante aumento en comparación al resto de los RCP.

**79.** Los escenarios de cambio climático fueron simulados por diversos MCGs como parte de los trabajos realizados en el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 (CMIP5, por sus siglas en inglés) (Stockhause, *et al.*, 2012).

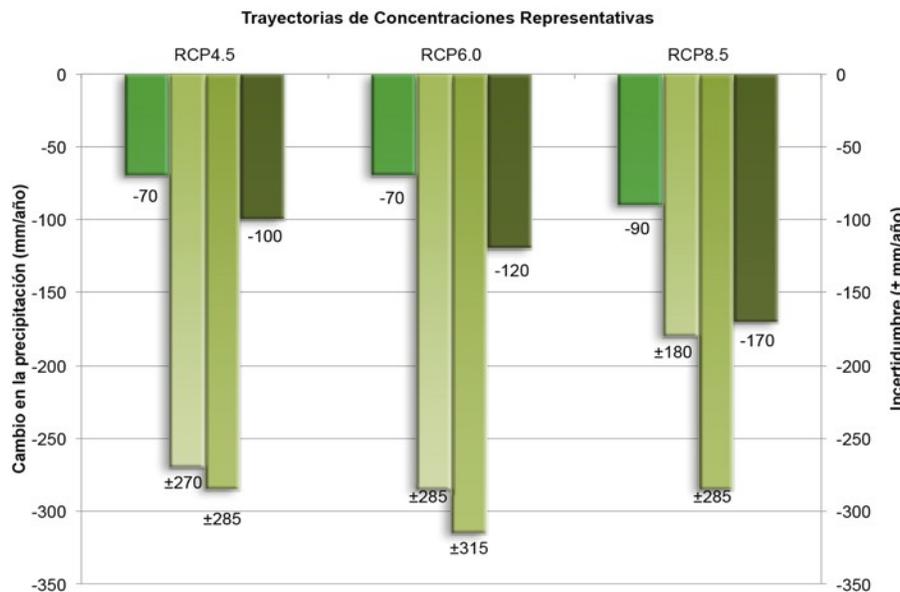
Los peligros climáticos proyectados (futuros) en Tamaulipas bajo condiciones de cambio climático se caracterizaron a partir de los escenarios mensuales proporcionados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para dos periodos de tiempo: Futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099).

La información se basa en los nuevos escenarios<sup>79</sup> de cambio climático utilizados en el Quinto Informe del IPCC (2013) para tres de los cuatro RCP regionalizados para México proporcionados por el INECC; escenarios RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Los escenarios mensuales<sup>80</sup> del INECC son para la precipitación, temperatura máxima, mínima y promedio, y cuentan con una resolución espacial de 50 km x 50 km; la base de datos y la descripción de la metodología de regionalización aplicada por el INECC están disponibles en <http://escenarios.inecc.gob.mx/>

### 7.2.1. Precipitación

Los tres RCP del INECC sugieren que la lluvia en Tamaulipas disminuirá en el futuro cercano (2015-2039) de 70 a 90 mm por año y en el futuro lejano (2075-2099) de 100 a 170 mm por año (Gráfica 7.13.). La incertidumbre en los cambios en la lluvia va de ±180 a ±285 mm/año para el futuro cercano y de ±285 a ±315 mm/año en el futuro lejano debido a la alta variabilidad de la precipitación, la reducida capacidad de los modelos globales para representar la variable, así como limitada información climática local para aplicar métodos de reducción de escala. Asimismo, los escenarios de precipitación se deben actualizar periódicamente a la luz de nuevos hallazgos científicos y se deben usar con cautela para definir las medidas de adaptación, que en principio deben ser flexibles.

No obstante, se tiene que considerar que la señal del cambio es hacia una condición climática menos húmeda que resultaría en mayor estrés para los sistemas naturales y humanos en combinación con el incremento de la temperatura.



**Gráfica 7.13.** Resumen de cambios en la precipitación media para Tamaulipas.

■ Media 2015-2039  
 ■ Media 2075-2099  
 ■ Incertidumbre 2015-2039  
 ■ Incertidumbre 2075-2099

Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.

La magnitud de los cambios en el futuro cercano son graduales para todo el estado. En el futuro lejano, las regiones al sur de Tamaulipas presentan mayores reducciones de lluvia (Figura 7.7.). Los impactos relacionados con la presencia de menos lluvia están condicionados con la distribución de la lluvia al año, tal es el caso de las regiones al norte del estado donde se registran las menores precipitaciones anuales (400-600 mm), si a ésta se le incluye una disminución proyectada del orden de 150 mm, los sectores socioeconómicos podrían verse severamente afectados en particular el abasto del agua para consumo humano, las actividades agrícolas tanto de temporal como de riego, así como la ganadería, tal como se describe en la sección del análisis histórico de los desastres y se muestra en los impactos proyectados.

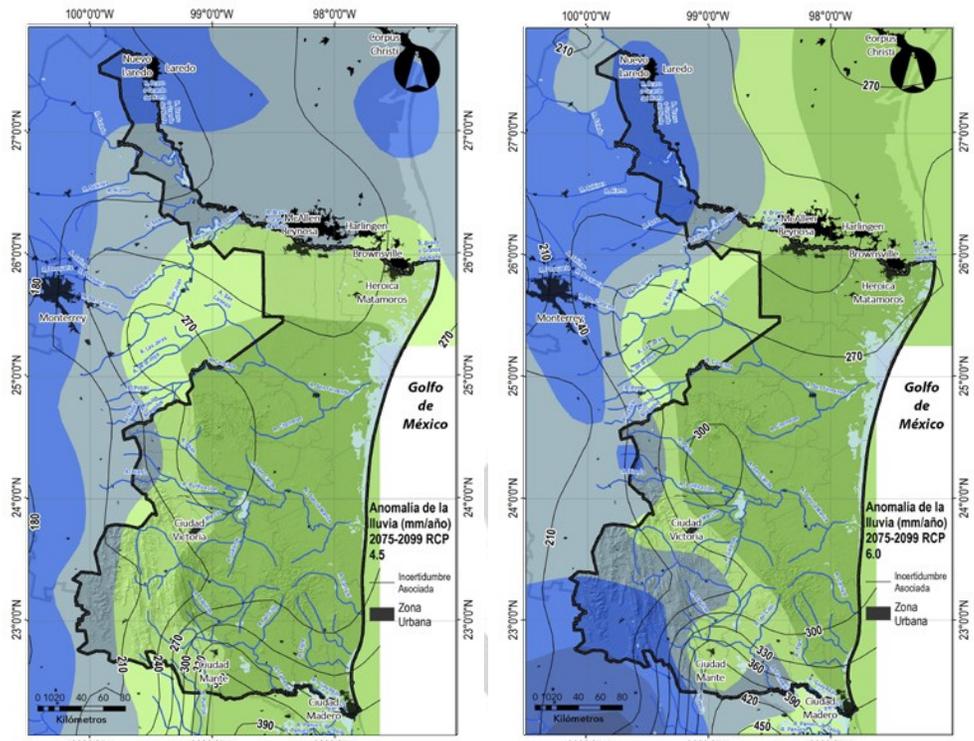
En el escenario RCP8.5, durante los meses de invierno del futuro cercano, se prevé una disminución de la lluvia de 10 a 20 mm en la región administrativa Fronteriza y a lo largo de la costa, mientras en las regiones Centro (R3), Altiplano (R4) y Mante (R5) se esperaría una disminución de 20 a 30 mm. En el futuro lejano se tendrían reducciones entre 40-80 mm durante invierno en la mayor parte del estado. Las reducciones podrían repercutir severamente en la distribución de los recursos hídricos, ya que si la lluvia esperada para verano se presenta por debajo de lo normal, los impactos asociados a la falta de agua podrían comenzar antes de lo esperado.

En el escenario RCP8.5, en el futuro cercano, la lluvia podría reducirse hasta 30 mm en la estación de verano en gran parte del centro y la costa, mientras que una proporción de las regiones administrativas de la Frontera (R1), Centro (R3) y Altiplano (R4) la reducción será menor. En el futuro lejano, los escenarios muestran una reducción de la lluvia entre 20-80 mm en verano, los cambios más intensos se esperan para la zona Sur (R6) de Tamaulipas.

80. Los escenarios de los MCG fueron regionalizados por el grupo de modelación del clima coordinado por el INECC mediante la aplicación del método estadístico de Fiabilidad del Ensamble ponderado (REA, por sus siglas en inglés) con respecto a un periodo histórico base (1961-2000) para la parte continental de todo el país en mallas de 50km x 50km, de esta forma generaron un ensamble con la incertidumbre asociada como parte del estudio "Actualización de Escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional" (Cavazos *et al.*, 2013). Los escenarios y la descripción de la metodología de regionalización aplicada están disponibles en: <http://escenarios.inecc.gob.mx/>.

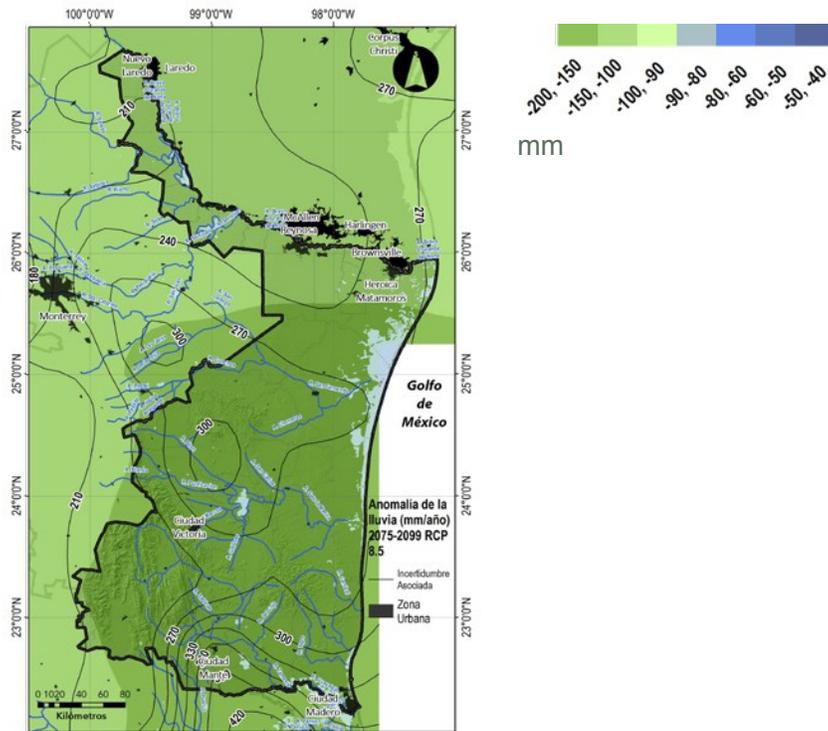
**Figura 7.7.**  
Anomalía de la  
lluvia (mm/año) y la  
incertidumbre asociada  
(líneas) en Tamaulipas  
para el periodo  
2075-2099.

Fuente: Elaboración a partir de  
los datos de INECC, 2015.



RCP4.5

RCP6.0



RCP8.5

Si se presenta una temporada de lluvias por debajo de lo normal, o cuando las temperaturas de marzo y abril son anómalamente elevadas, lo cual bajo condiciones de cambio climático podría volverse más recurrente, se podría incrementar la presencia de incendios forestales en el Estado. Sin embargo, se debe considerar que la actividad de incendios es causada en gran medida por las actividades humanas, principalmente las prácticas agropecuarias, lo cual es per se un elemento de vulnerabilidad el cual se tiene que reducir mediante el fortalecimiento de medidas integrales de prevención y adaptación.

Bajo estos escenarios, se podrían esperar sequías meteorológicas de larga duración (2 o más años) más recurrentes e intensas, sin embargo, debe considerarse que las proyecciones de lluvia presentan una gran incertidumbre, por lo que las proyecciones de sequía también la tienen. El tema de sequías y cambio climático aún está en debate (Sheffield *et al.*, 2012; Trenberth *et al.*, 2014), en el Quinto Informe del IPCC (2013) se menciona: *“hay un nivel de confianza bajo respecto de la tendencia a escala global en la sequía o la sequedad (falta de lluvia), debido a la falta de observaciones directas, a la dependencia de las tendencias estimadas de los índices seleccionados y a la inconsistencia geográfica de estas tendencias”*. En el tema de los huracanes es un caso similar. El IPCC (2013) señala que *“existe un nivel de confianza bajo en que se produzcan cambios a largo plazo (siglos) en la actividad de los ciclones tropicales, teniendo en cuenta los cambios habidos en las capacidades de observación”*. Sin embargo, algunos estudios para México muestran que la ocurrencia de huracanes categoría 1 o mayor, en especial de aquellos de alta intensidad (categoría 3, 4 y 5) ha aumentado en las últimas décadas en el Golfo de México y el Mar Caribe, esto se relaciona con el aumento de la temperatura de la superficie del agua del mar del Atlántico tropical (INECC, 2012). No obstante, la señal de los ciclones tropicales que impactan Tamaulipas no es concluyente, tal como se presenta en el apartado sobre lluvias extremas de la sección sobre estimación del peligro mediante la recurrencia de fenómenos hidro-meteorológicos extremos.

Al cambiar los valores de la temperatura promedio, los valores extremos también se reajustan en frecuencia e intensidad. Como se presentó en la sección de análisis histórico de los desastres, los impactos más severos en sectores como el agropecuario, salud y energético están relacionados con la intensidad de temperaturas máximas y mínimas, de allí la importancia de conocer los cambios posibles para estas variables en el análisis de los impactos futuros.

## 7.2.2. Temperatura

7.2.2.1 Temperatura media

Los escenarios de cambio climático del INECC sugieren que la temperatura promedio en Tamaulipas aumentará de 0.8 °C a 1.6 °C en el futuro cercano y de 2.0 °C a 4.8 °C hacia finales del siglo XXI. En el caso del futuro cercano, los tres escenarios (RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5) muestran diferencias menores a 1 °C entre ellos, sin embargo, en el futuro lejano se presentarían cambios significativos, en particular en las zonas al noroeste y suroeste del estado donde la temperatura promedio podría aumentar 2.0 °C en el escenario de emisión de GEI (RCP4.5) a 4.5 °C en el escenario de alta emisión de GEI (RCP8.5).

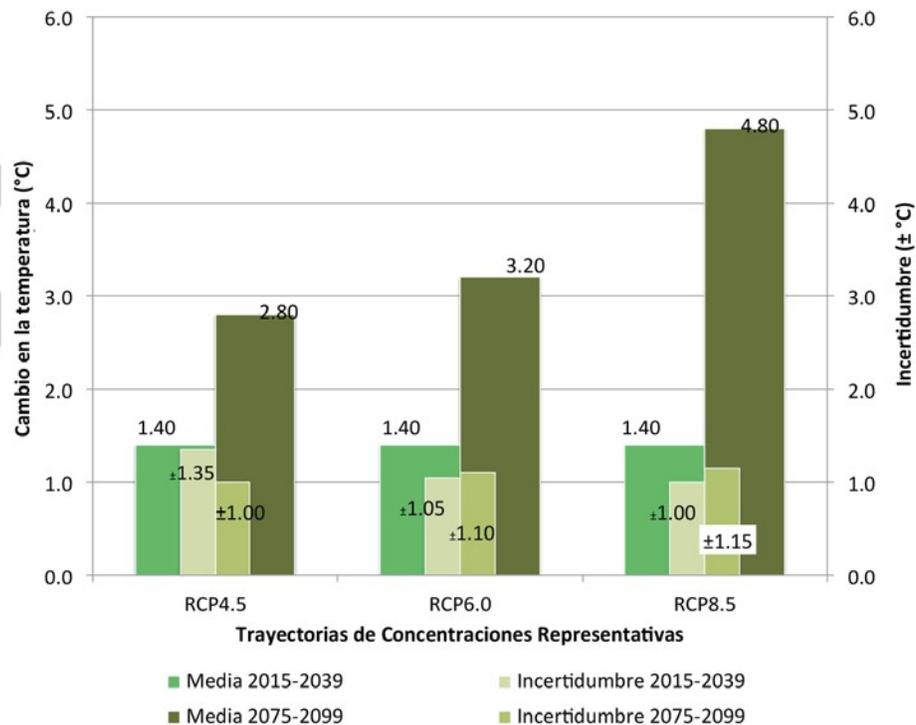
Las principales ciudades del estado: Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Ciudad Victoria y Tampico podrían presentar un incremento en su temperatura promedio del orden de 3.5 °C a 4.5 °C en el escenario más drástico (RCP8.5), lo cual representa grandes retos para el sector hídrico y salud, entre otros, ante el incremento de la población y el aumento de la demanda de agua.

Los escenarios de la temperatura máxima y mínima del INECC muestran en el futuro cercano variaciones de magnitud similar a los de la temperatura promedio, por esta razón en los siguientes párrafos se presentan las proyecciones para el futuro lejano.

7.2.2.2 Temperatura máxima

Los escenarios de temperatura máxima muestran incrementos en el futuro lejano del orden de 2.8 °C a 4.8 °C (Gráfica 7.14.), con una incertidumbre de ±1.0 °C a ±1.2 °C, menor en proporción a la incertidumbre relacionada con la lluvia. Los cambios más significativos se presentarían al oeste de Tamaulipas, en la zona más continental (Figura 7.8.).

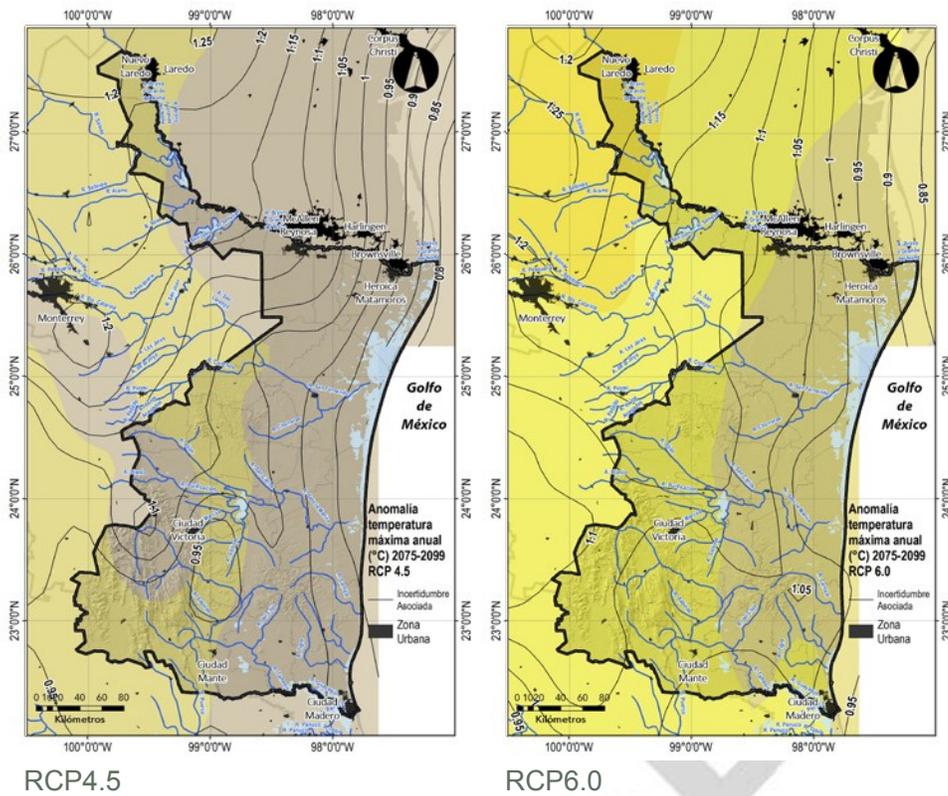
**Gráfica 7.14.**  
Resumen de cambios en la temperatura máxima para Tamaulipas.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.

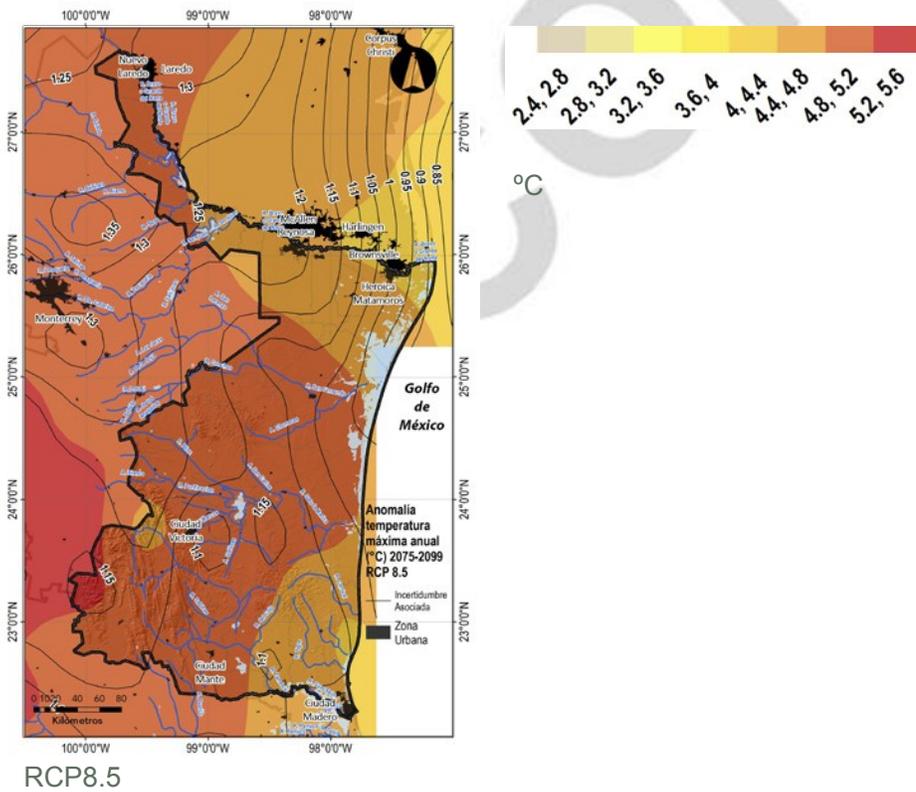
**Figura 7.8.** Anomalías de la temperatura máxima anual (°C) y la incertidumbre asociada (líneas) en Tamaulipas para el periodo 2075-2099.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.



RCP4.5

RCP6.0



RCP8.5

En el escenario RCP8.5 (el más extremo), en los meses de invierno del futuro cercano, se esperan cambios en la temperatura en alrededor de 1.4 °C. En el futuro lejano la temperatura aumentaría entre 4.4 °C y 5.2 °C.

En tanto que para los meses de verano, en el futuro cercano (2015-2039), la temperatura máxima aumentaría entre 1.2 °C y 1.5 °C para las regiones administrativas Fronteriza (R1), Centro (R3), Altiplano (R4), Mante (R5) y Sur (R6), mientras que en la Región Valle de San Fernando (R2) podría alcanzar 1.8 °C en promedio (Tabla 7.4.). En el futuro lejano podría incrementarse del orden de 4.0 a 5.6 °C en algunas zonas de las seis regiones administrativas de Tamaulipas. Los mayores incrementos se esperan al suroeste de Tamaulipas.

**Tabla 7.4.**  
Cambio en la temperatura máxima promedio (°C) en las regiones administrativas de Tamaulipas en verano e invierno en el periodo 2015-2039.

Región/Estación del año	Verano	Invierno
Fronteriza	1.3	1.4
Valle de San Fernando	1.8	1.4
Centro	1.5	1.4
Altiplano	1.4	1.4
Mante	1.2	1.4
Sur	1.3	1.2

Fuente: Elaboración propia con datos de INECC, 2015.

El cambio en la magnitud de las temperaturas máximas llevará a que se presente con mayor frecuencia e intensidad periodos de olas de calor en las regiones donde la tendencia a un mayor número de estos eventos se ha incrementado. Tal es el caso de las regiones administrativas Fronteriza (R1), Valle de San Fernando (R2) y Sur (R3), mientras que en las regiones Centro (R3), Altiplano (R4) y Mante (R4) se podría revertir la tendencia decreciente, lo cual tendría efectos serios en la salud de los grupos más vulnerables y en actividades agropecuarias, entre otros, tal como se presenta más adelante sobre los impactos, vulnerabilidad y riesgos futuros.

**7.2.2.3 Temperatura mínima**

La temperatura mínima en el futuro lejano será más cálida, con incrementos del orden de 2.4 °C a 4.0 °C. Los mayores incrementos se presentarían al noroeste y suroeste del estado (Figura 7.9.).

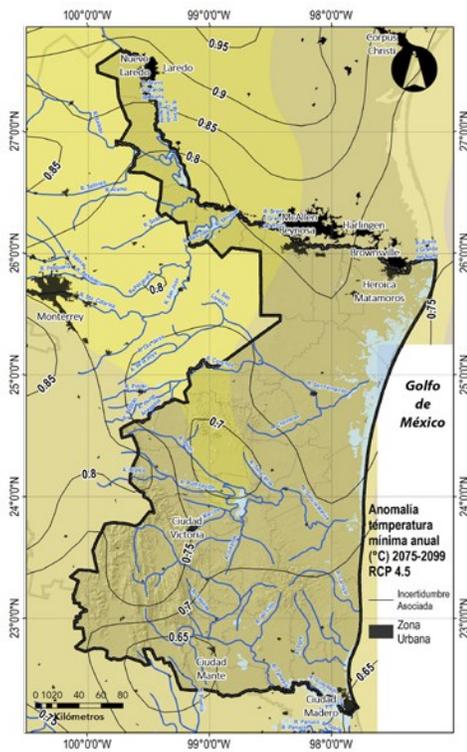
Las regiones administrativas Centro (R3) y Altiplano (R4) presentan los registros más frecuentes de valores extremos de temperaturas mínimas a lo largo del año, como se presentó en la sección de la estimación de la recurrencia del peligro climático. Un incremento futuro de las temperaturas mínimas en los meses de invierno podría favorecer la reducción de enfermedades cardio-respiratorias y palear el uso de combustibles para calefacción.

En el escenario RCP8.5 (el más extremo), en los meses de invierno del futuro cercano, se esperan cambios en alrededor de 1.0 °C en la temperatura mínima en las seis regiones administrativas (Tabla 7.5.). Ésta podría incrementarse entre 3.2 °C y 4.4 °C en el futuro lejano.

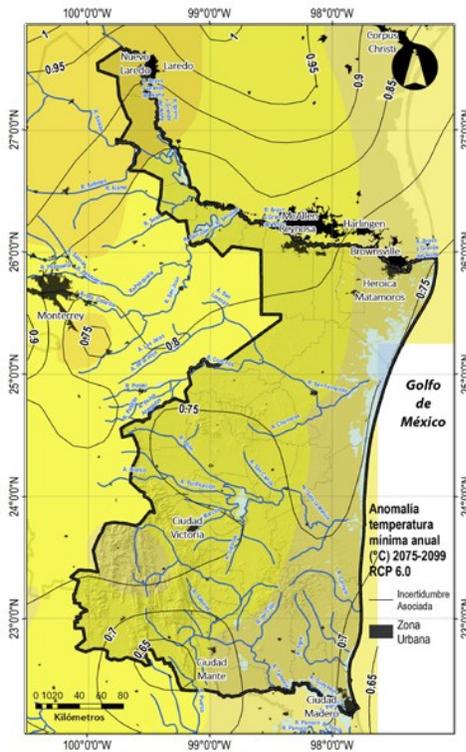
Figura 7.9.

Anomalías de la temperatura mínima anual (°C) y la incertidumbre asociada (líneas) en Tamaulipas para el periodo 2075-2099.

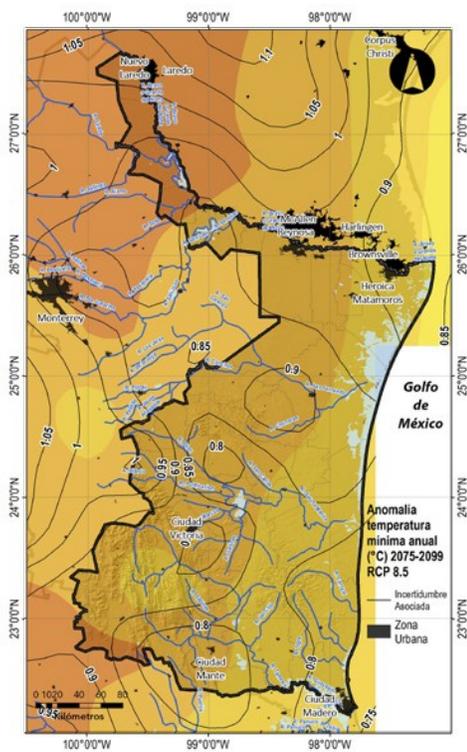
Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.



RCP4.5



RCP6.0



RCP8.5



En tanto que para los meses de verano, en el futuro cercano, la temperatura mínima incrementaría entre 1.0 y 1.4 °C en promedio para las seis regiones de Tamaulipas. En el futuro lejano podría incrementarse del orden de 3.6 °C a 4.8 °C; los mayores incrementos se esperan en la región Fronteriza (R1) al noroeste de Tamaulipas.

**Tabla 7.5.**  
Cambio en la temperatura mínima promedio (°C) en las regiones administrativas de Tamaulipas en verano e invierno en el periodo 2015-2039.

Región/Estación del año	Verano	Invierno
Fronteriza	1.4	1.0
Valle de San Fernando	1.4	1.0
Centro	1.3	1.0
Altiplano	1.4	0.9
Mante	1.2	1.0
Sur	1.0	1.0

Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.

#### 7.2.2.4 Nivel medio del mar

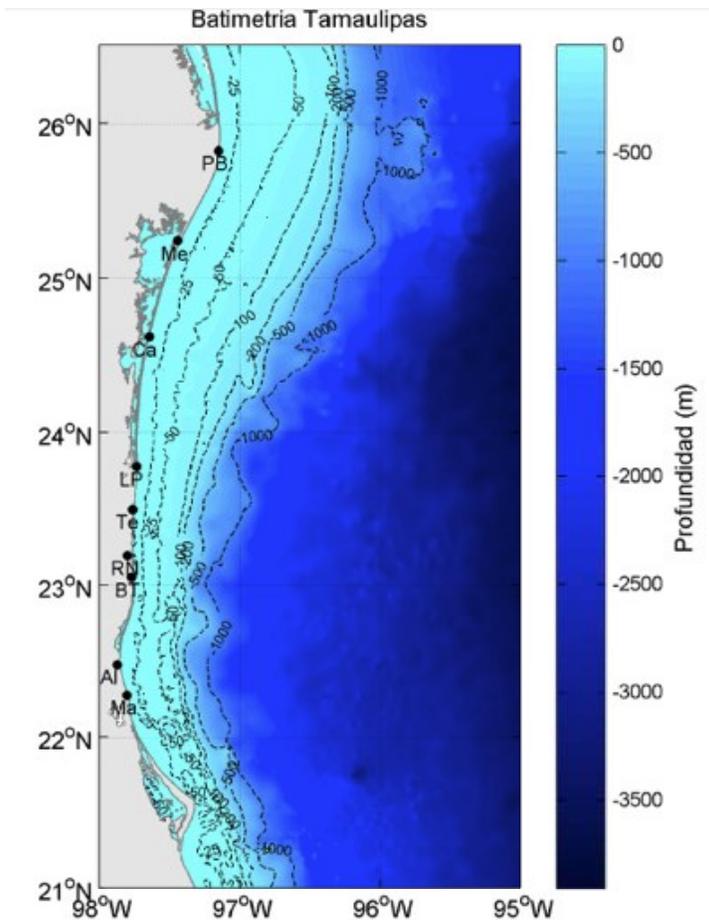
Con respecto al incremento del nivel medio del mar, se incluyen los resultados de Ortega *et al.*, (2013) de la proyección lineal al 2050 con base en la información del periodo 1992-2012. Al sur de la costa de Tamaulipas los cambios han sido significativos y en mayor proporción que en el norte, tal como se presenta en la Tabla 7.6. Altamira (1.96 mm/año) y Ciudad Madero (1.85 mm/año) son las localidades que presentaron las mayores tendencias anuales de incremento del nivel del mar en el periodo histórico. Estas tendencias son congruentes con las estimaciones del IPCC. En contraste, La Pesca y Playa Tepehuajes no presentan tendencias significativas para el periodo 1992-2012. En la Figura 7.10. se indica la ubicación de las estaciones que consideraron en el análisis.

**Tabla 7.6.**  
Anomalías del nivel del mar en localidades costeras de Tamaulipas y proyección al 2050.

Localidad	Tasa cambio mm/año (1992-2012)	Tendencia/estadísticamente significativa	Aumento en el nivel del mar (1992-2012) (mm)	Incremento lineal para el año 2050 (mm)
Playa Bagdad, Matamoros	0.93	Positiva/ significativa	18.26	55
El Mezquital, Matamoros	0.73	Positiva/significativa	14.22	43
Carboneras, San Fernando	0.78	Positiva/ significativa	15.21	46
La Pesca, Soto la	0.21	Incierta/No significativa	SD	SD
Playa Tepehuajes, Soto la Marina	0.54	Incierta/No significativa	SD	SD
Rancho Nuevo y La Barra del Tordo, Aldama	1.17	Positiva/ significativa	23	69
Puerto Industrial de Altamira, Altamira	1.96	Positiva/ significativa	38.5	115
Ciudad Madero, Madero	1.85	Positiva/ significativa	36	108.5

SD: Sin dato

Fuente: Ortega *et al.*, 2013



**Figura 7.10.** Localidades costeras del Estado de Tamaulipas consideradas en la proyección del nivel medio del mar.

Nota: PB, Playa Bagdad; Me, El Mezquital; Ca, Carboneras; LP, Playa La Pesca; Te, Tepehuanes; RN, Rancho Nuevo; BT, Barra del Tordo; Al, Puerto de Altamira y Ma, Madero. Se incluye la batimetría para la región costera (isobatas en los 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 metros de profundidad).

Fuente: Ortega *et al.*, 2013.

Con relación al área afectable por el incremento del nivel del mar, en la Figura 7.11. se presenta con el sombreado gris un caso extremo de la superficie que se vería impactada por un incremento del nivel del mar de siete metros.

Los efectos del incremento del nivel medio del mar en los ecosistemas costeros y marinos y las actividades asociadas a estos, como pesca o turismo, se relacionan con afectaciones del entorno marino y estuarino (intrusión de la cuña salina) y la pérdida del suelo costero.

Los umbrales extremos de lluvia y temperatura son eventos cuya probabilidad de que ocurran es muy baja (IPCC, 2001). Sirven como una referencia para identificar el valor de la amenaza climática a partir del cual puede presentarse un impacto severo en el sector socioeconómico y ambiental de interés.

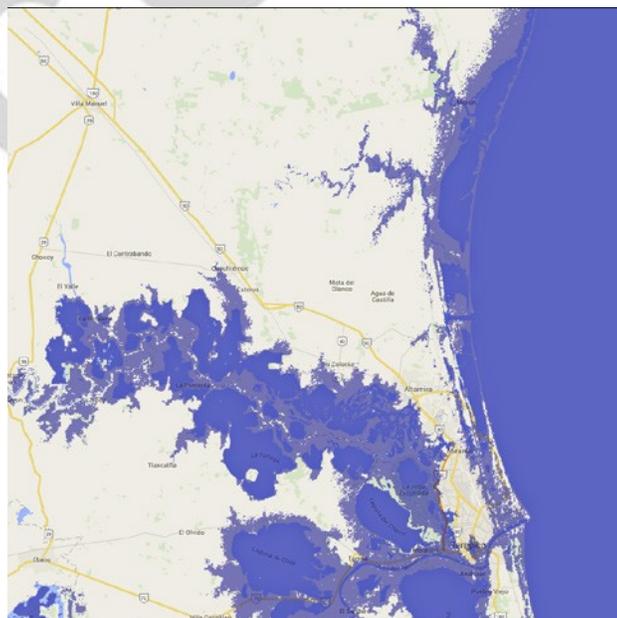
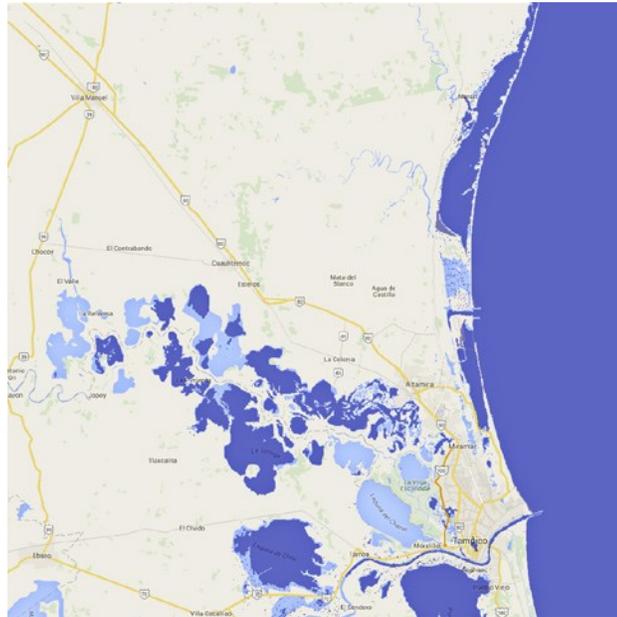
El método más común para definir un evento meteorológico extremo es a partir del uso de percentiles. En el caso de los escenarios de lluvia extrema y temperatura máxima, se determinó qué valor se encuentra por encima del 90% (percentil 90) y para el caso contrario, sequía extrema y temperatura mínima se usó el valor por debajo del 10% (percentil 10). Lo ideal sería definir el valor umbral con-

### 7.2.3 Escenarios de valores umbral

siderando su relación con los impactos de un sector en particular, es decir, para definir cuál es la cantidad de lluvia mínima (sequía) necesaria para que se produzca un impacto en el sector agrícola, por ejemplo. Se requiere pues, contar con una base de impactos histórica robusta y confiable, lo cual es una deficiencia genérica del país.

**Figura 7.11.**  
Superficie costera actual (arriba) y superficie afectada por el incremento del nivel del mar de 7 metros mostrada con sombreado azul en la figura inferior.

Fuente: Tomado de <http://flood.firetree.net/?ll=25.4018,-97.2094&zoom=9&m=0>  
[Consultado el 12-07-2015]

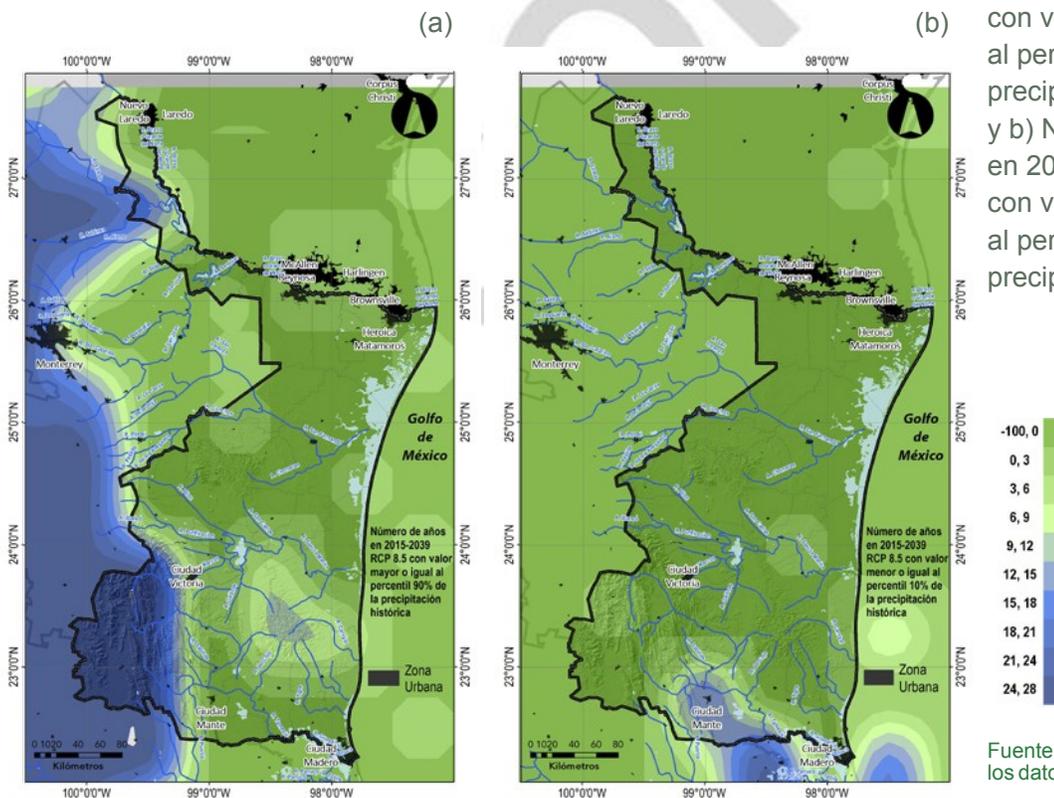


Es recomendable que se implementen redes locales de observación y monitoreo de indicadores y parámetros físicos relacionados con variables meteorológicas, oceánicas y ambientales, se cuente con programas permanentes de mantenimiento de redes de medición, se cree un acervo histórico, sistematice y digitalice la información socioeconómica sobre los desastres en Tamaulipas relacionados con condiciones hidrometeorológicas.

El percentil 90 de la precipitación anual en el periodo histórico corresponde a valores de 450 a 600 mm/año en el noroeste de la región Fronteriza y al oeste de la región Altiplano; entre 600 a 800 mm/año en la región Valle de San Fernando y región Centro; entre 800 a 1,000 mm/año en el centro de la región Centro y norte de la región Sur; y entre 1,200 a 1,600 mm/año en la región Mante y al sur de la región Sur. La frecuencia (probabilidad) de que en el periodo 2015-2039 se presenten años con precipitación mayor o igual al percentil 90% registrado durante la climatología histórica es alta y consistente entre los tres escenarios RCP para el suroeste de Tamaulipas, en la Figura 7.12a. se muestra el caso para el escenario más drástico (RCP8.5).

7.2.3.1 Lluvias extremas

**Figura 7.12.**  
 a) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor mayor o igual al percentil 90 de la precipitación histórica y b) Número de años en 2015-2039 RCP8.5 con valor menor o igual al percentil 10 de la precipitación histórica



Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.

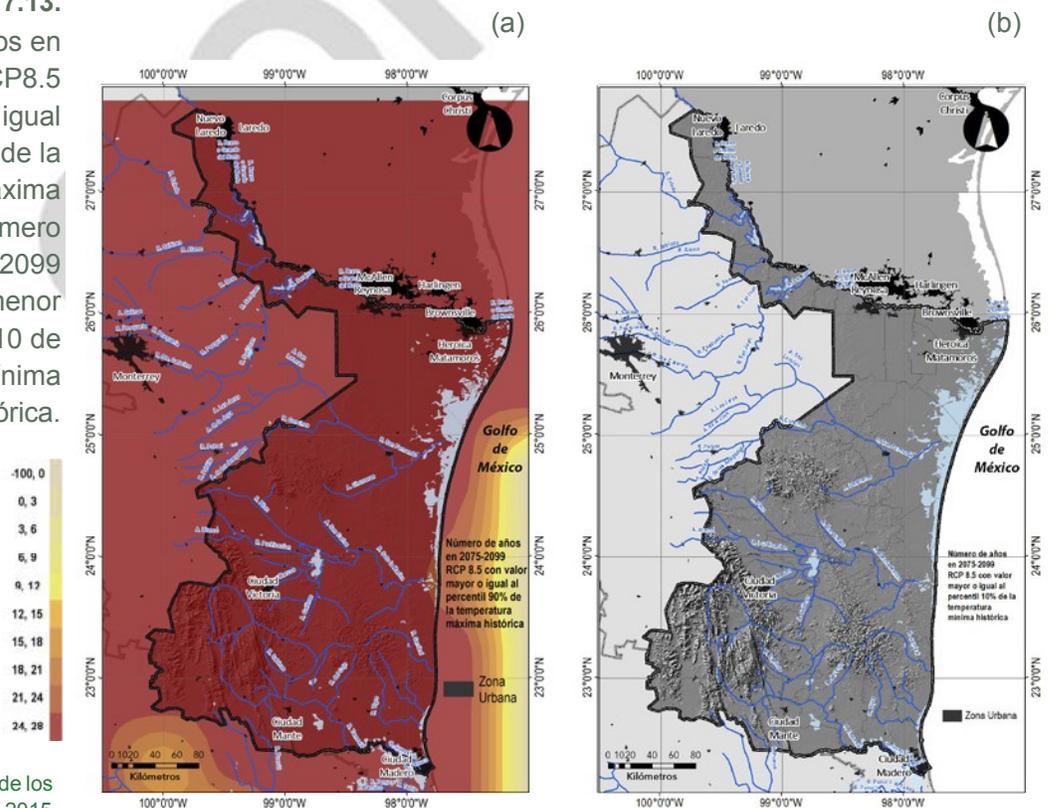
El percentil 10 de la precipitación anual en el periodo histórico corresponde a un valor menor a 420 mm/año en la región Fronteriza; Valle de San Fernando y Altiplano, entre 420 y 600 mm/año en la región Centro y norte de la región Sur; entre 600 y 1,000 mm/año en la región Mante y al sur de la región Sur. La frecuencia (probabilidad) de que en el periodo 2015-2039 se presente una precipitación anual igual o menor al percentil 10 registrado durante la climatología histórica es alta para el sureste de Tamaulipas y prácticamente nula en la mayor parte del estado (Figura 7.12b.).

7.2.3.2 Temperaturas extremas

El percentil 90 de la temperatura máxima anual en el periodo histórico presenta valores entre 30.0 a 32.5 °C en la región Fronteriza, Mante, Sur, y la porción el centro y sur de la región Centro; entre 26.5 a 29.0 °C en el suroeste de la región Centro y en la mayor parte del Altiplano, con excepción de la porción norte de esta región en la cual se presentan 24.0 °C. Es muy alta la probabilidad en el futuro próximo (2015-2039) de que al suroeste de Tamaulipas se presenten valores de temperatura máxima igual o mayor al percentil 90% que se registró en la parte histórica. En el futuro lejano (2075-2099) se rebasaría el percentil 90% en todo el estado (Figura 7.13a.) lo que se traduce en una mayor probabilidad de que se presenten episodios más cálidos a lo largo del año para finales de siglo.

Figura 7.13.

a) Número de años en 2075-2099 RCP8.5 con valor mayor o igual al percentil 90 de la temperatura máxima histórica y b) Número de años en 2075-2099 RCP8.5 con valor menor o igual al percentil 10 de la temperatura mínima histórica.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de INECC, 2015.

Los valores del percentil 10% de la temperatura mínima anual que se presentaron en el periodo histórico son entre 16.0 a 19.0 °C en la región Fronteriza, Valle de San Fernando, Mante, Sur y al este de la región Centro; son de 12.5 a 15.0 °C al suroeste de la región Centro y al este de la región Altiplano; y entre 7.0 a 10.5 °C en el centro, norte y oeste de la región Altiplano. Futuro próximo. Es nula la frecuencia en el futuro próximo y lejano de que se presenten años con temperaturas mínimas por debajo del percentil 10 registrado durante la climatología histórica (Figura 7.13b) lo que indica que es probable que se tengan periodos menos fríos a lo largo del año, a excepción de la alta frecuencia de que la temperatura sea menor al oeste de la región Sur en el futuro próximo.

El diseño de un proceso de adaptación requiere seguir una serie de pasos específicos en los cuales las evaluaciones de la vulnerabilidad son herramientas centrales para diseñar y focalizar las medidas de adaptación de la manera más eficientemente posible (PNUD 2005, PNUD 2010, GIZ 2014), sin embargo el desarrollo de estos pasos depende de cada uno de los contextos incluyendo las condiciones locales, los actores y la información disponible.

La adaptación sucede en muchos niveles, desde acciones locales para responder a la variabilidad del clima, hasta acciones institucionales establecidas en el marco de la sustentabilidad, de hecho, como lo expresa el Grupo de trabajo II del IPCC, el objetivo final es el desarrollo sustentable, y las decisiones que se tomen con respecto a la mitigación y la adaptación al cambio climático deben estar dentro del marco de la sustentabilidad (Denton *et al.*, 2014). Sin embargo, hay también acciones y respuestas a los impactos climáticos que de no ser planeados de la manera correcta pueden llevar a condiciones peores en términos de vulnerabilidad social (es lo que se conoce como la mala adaptación) (INECC-CICC 2012, Adger *et al.*, 2006, Barnett and O'Neill 2010).

La vulnerabilidad definida como el *nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos, está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación* (Artículo 3° Fracción XXXIV de la Ley General de Cambio Climático, DOF 2012). A menor exposición y sensibilidad, y mayor capacidad adaptativa, menor será la vulnerabilidad de un sistema.

Como se mencionó en la Introducción, dentro del marco de la gestión del riesgo, la vulnerabilidad resulta clave para entender el origen de los desastres asociados a la presencia de eventos hidrometeorológicos extremos. El riesgo de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas está determinado por la probabilidad de ocurrencia de una amenaza (evento hidrometeorológico extremo), y por diversos factores que componen la vulnerabilidad, dichos factores son los que determinan en mayor medida la magnitud de los daños en la población o en los diversos sectores económicos. Los efectos del cambio cli-

### 7.3. Análisis de la Vulnerabilidad Futura: La Dimensión Sectorial y Regional

mático agudizaran las amenazas actuales y generará nuevas, por lo que reducir la vulnerabilidad actual y futura se convierte en el punto central de la adaptación. El análisis que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar, a través de los datos presentados anteriormente en este capítulo, así como del conocimiento de expertos; cuál es la vulnerabilidad al cambio climático desde la perspectiva sectorial y regional para poder identificar las acciones de adaptación más pertinentes. Para ello, se propone una metodología que podrá ser adoptada por el Estado a fin de que periódicamente se revise y actualice -a la luz tanto de los escenarios climáticos y de los procesos de cambio en el territorio y la sociedad- cuáles son los avances y nuevos retos que se presentan en el proceso de adaptación. Para una mejor toma de decisiones se requiere contar con evaluaciones que permitan conocer cuáles son las condiciones de vulnerabilidad y cuáles son las probabilidades de que ocurra un determinado evento, sin embargo, hay que considerar que “medir” o “evaluar” la vulnerabilidad conlleva varios retos entre los cuales el Programa de Impactos Climáticos del Reino Unido (UKCIP, por sus siglas en inglés) reconoce (Brown *et al.*, 2011):

- Incertidumbre: desde la perspectiva climática, a pesar de que hay consenso a nivel global en que la tierra se está calentando y los impactos en la sociedad, hay incertidumbres importantes tanto en la estimación de escenarios de emisiones como en la naturaleza y la temporalidad de los impactos, y esta incertidumbre es más fuerte a nivel regional y local. Esta incertidumbre aumenta por las condiciones sociales y económicas que son procesos muy dinámicos y difíciles de predecir.
- Complejidad: esto se puede ver desde distintas perspectivas, desde la interconexión de los sistemas ambientales, sociales y económicos, las múltiples escalas en las que ocurre (temporales, espaciales y administrativas); y en las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente que pueden cambiar las condiciones del riesgo.
- Potencial de consecuencias muy significativas: el cambio climático puede alterar significativamente la provisión de los servicios ambientales y todo lo que esto conlleva en los sistemas sociales y económicos.

Si bien existen diversas metodologías para evaluar la vulnerabilidad en un contexto determinado (véase Anexo 5 Información complementaria sobre metodologías para el análisis de la vulnerabilidad futura), existen coincidencias en algunos procedimientos que todas siguen, tales como identificar el contexto bajo el cual los impactos del clima se están expresando y las acciones que se están desarrollando a nivel institucional y quienes son los actores clave; evaluar los impactos directos e indirectos y su relación causa-efecto; y determinar la exposición y las características que hacen susceptible a la región o sector de interés. El uso de indicadores es común, sin embargo, su selección y procesamiento difieren según el enfoque metodológico y el marco conceptual que se use.

Con base en estos elementos así como en la información disponible en este capítulo se presentan tres secciones:

1. Estimación de la probabilidad de que ocurra un evento climático en el corto-mediano y largo plazo; se construye una matriz con base en el Subcapítulo 7.3 y se presenta de manera regionalizada.
2. Análisis de vulnerabilidad sectorial: con base en los impactos climáticos en los sectores, sus condiciones de vulnerabilidad y su importancia regional se analiza cada uno de los sistemas y sectores, identificando, en donde es pertinente, las diferencias por región. Incluye también el análisis de las capacidades de adaptación para cada uno de los sectores con base en la opinión de los actores clave consultados. El análisis se basó en cinco aspectos clave: la existencia de Información suficiente para la toma de decisiones; Instrumentos de política y planeación (Del orden estatal; identificación de acciones específicas que se implementen actualmente); coordinación y financiamiento para la adaptación.  
Análisis de capacidades: Este análisis se realizó con base en información documental, entrevistas y talleres con expertos y actores clave (véase Anexo 8\_Talleres y lista de participantes).
3. Se hizo una evaluación con base en cinco aspectos: si existe información suficiente para la toma de decisiones; si existen instrumentos de política y planeación (Del orden estatal); si se identifican acciones específicas que se desarrollen actualmente para la adaptación; el nivel de coordinación para la adaptación percibido por los actores clave, y finalmente el financiamiento para la adaptación.

La importancia de analizar la variación en los valores medios de la temperatura y precipitación bajo cambio climático radica en identificar la dirección del cambio y las condiciones esperadas del clima en el futuro. Las proyecciones del clima para Tamaulipas indican que éste será más cálido y menos húmedo para finales del siglo XXI.

La información de los extremos de temperatura y precipitación adquiere mayor relevancia para fines de adaptación, en comparación de cuando sólo se considera el cambio en los valores medios, al asociarse a ellos los mayores impactos socioeconómicos registrados en Tamaulipas, tal como se describió en el análisis de los desastres históricos.

La información de los escenarios climáticos y los extremos, descritos en el Subcapítulo 7.3., se agrupó por rangos de probabilidad y magnitud con el fin de caracterizar la amenaza climática en las regiones administrativas de Tamaulipas.

Se aplicaron los siguientes pasos en la definición del rango por región para el escenario climático RCP8.5 que presenta los cambios más críticos en comparación con el resto de los escenarios, para el futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099).

### 7.3.1. Probabilidad de que ocurra un evento climático

En el caso de los valores medios de temperatura y precipitación:

- a. Se definieron tres rangos de magnitud en función del cambio en la variable; 1. magnitud baja, 2. magnitud media y 3. magnitud alta. Entre mayor sea el cambio es mayor la magnitud.
- b. Se obtuvo el mayor valor del cambio proyectado en la variable en Tamaulipas para el futuro cercano y el futuro lejano.
- c. Se estimó el promedio del cambio en la variable por región.
- d. Se dividió el promedio del cambio en cada región entre el mayor valor proyectado en Tamaulipas.
- e. Al resultado de la división se le asignó un rango de magnitud; de 0 a 0.33 para magnitud baja, de 0.33 a 0.66 magnitud media y de 0.66 a 1 magnitud alta.

En el caso de los extremos de temperatura máxima, mínima y precipitación:

- a. Se definieron cinco rangos de probabilidad de que se presente un cambio en la variable en función de la frecuencia para los periodos de años 2015-2039 y 2075-2099. Entre mayor sea la frecuencia es mayor la probabilidad de ocurrencia.
- b. Se definió como el rango 5. "muy probable" cuando la frecuencia es mayor al 8% (2 años en el periodo) y se presenta en más del 60% de la superficie de la región o cuando se presenta una frecuencia mayor al 50% (12.5 años) en una parte del territorio.
- c. Se definió como el rango 4. "probable" cuando la frecuencia es mayor al 8% (2 años en el periodo) y se presenta entre el 40% y 60% de la superficie de la región o cuando se presenta una frecuencia entre el 30% y 50% (7.5 y 12.5 años) en una parte del territorio.
- d. Se definió como el rango 3 "medianamente probable" cuando la frecuencia es mayor al 8% (2 años en el periodo) y se presenta entre el 20% y 40% de la superficie de la región o cuando se presenta una frecuencia entre el 20% y 30% (5 y 7.5 años) en una parte del territorio.
- e. Se definió como el rango 2. "poco probable" cuando la frecuencia es mayor al 8% (2 años en el periodo) y se presenta en menos del 20% de la superficie de la región.
- f. Se definió como el rango 1. "muy poco probable" cuando la frecuencia es menor o igual al 8% (2 años en el periodo).

Los resultados se presentan en las Tablas 7.7a y 7.7b. El valor más alto es 5 (rojo oscuro) y el valor 1 (color crema) señala cuando la probabilidad es muy baja. Los principales resultados de este análisis son los siguientes:

- La señal de la precipitación promedio en el futuro cercano y lejano es de reducción, la magnitud del cambio es alta en cinco de las seis regiones así como en la zona costera, solo en la región Fronteriza se presentaría un cambio de magnitud de la precipitación de alta a media hacia finales de siglo (véase primera y segunda columna de la Tabla 7.7a). Es importante considerar en la toma de decisiones la incertidumbre de los escenarios de cambio climático, principalmente para la precipitación en la cual la incertidumbre puede ser hasta del doble del cambio proyectado en Tamaulipas, no obstante es consistente la señal hacia un régimen climático con menos lluvia.
- La magnitud del cambio de la temperatura media durante el presente siglo es alta en las regiones administrativas de Tamaulipas y en la zona costera, sólo en la región Sur la magnitud del cambio sería media en el futuro cercano (véase quinta y sexta columna de la Tabla 7.7a).
- Los extremos climáticos relacionados con las lluvias intensas y sequías se pueden presentar en modo invertido o combinado (véase primera y segunda columna con respecto a la tercera y cuarta columna de la Tabla 7.7b). En el presente siglo, en la región Altiplano es muy probable que se presenten lluvias intensas con muy poca probabilidad de que se den sequías, en la región Mante es muy probable que se presenten sequías con episodios de muy poca probabilidad de lluvias intensas, en la región Valle de San Fernando la probabilidad de que se presenten lluvias intensas y sequías es de muy poco probable. En la región Fronteriza, Centro, Sur y la zona costera es de medianamente probable a probable que se tengan lluvias intensas en el futuro cercano y es muy poco probable que éstas se registren para finales de siglo. En tres de las cuatro regiones antes listadas es muy probable que la lluvia se encuentre por debajo del percentil 10 en el presente siglo, lo que representa un inicio de sequía meteorológica, a excepción de la región Fronteriza en la que aumentaría la probabilidad de que se tengan extremos mínimos de lluvias a finales de siglo.  
En los extremos climáticos relacionados con la temperatura la probabilidad de que la temperatura máxima en el largo plazo rebase los valores observados del percentil 90 en el periodo histórico es muy alta para las seis regiones y la zona costera (véase sexta columna en comparación con la quinta columna de la Tabla 7.7b). La región Fronteriza, Centro y Altiplano presentarían valores de temperatura mayor o igual al percentil 90 durante el siglo, lo que representa episodios recurrentes de ondas de calor con los consecuentes efectos en los sistemas socioambientales, la región Valle de San Fernando, Mante, Sur y la zona costera tendrían muy poca probabilidad de que se presenten temperaturas máximas extremas en el futuro cercano pero esta se escalaría hacia finales del siglo. En el caso de la temperatura mínima, ésta sería más cálida durante este siglo que los valores observados del percentil 10, por esta razón es muy poco probable que se presenten extremos que sean igual o con temperatura

**Tabla 7.7a.**  
Magnitud por región de cambios en la temperatura y precipitación para el escenario RCP8.5 para el periodo 2015-2039 y 2075-2099.

Región	1. Cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual) Considerando la magnitud del cambio/anomalía		2. Cambios en la precipitación (reducción en la lluvia anual o aumento) Considerando la incertidumbre		3. Aumento en la temperatura media (plazo más largo) Considerando la magnitud del cambio/anomalía		4. Aumento en la temperatura media (plazo más largo) Considerando la incertidumbre	
	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099
Fronteriza	3	2	2	2	3	3	3	3
Valle de San	3	3	3	3	3	3	3	3
Centro	3	3	3	3	3	3	3	3
Altiplano	2	3	2	2	3	3	3	3
Mante	3	3	3	3	3	3	3	3
Sur	3	3	3	3	2	3	3	3
Zona Costera	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia a partir de INECC, 2015.

Nota: (1 = Baja; 2 = Media; 3 = Alta). Los colores son para ilustrar: el valor máximo está en rojo, el valor medio en marrón y mínimo en color crema (sin valor)

mínimas más bajas que las observadas durante la climatología histórica (véase séptima y octava columna de la Tabla 7.7b). Es de especial atención la región Sur en la que sería muy probable que se presenten casos de temperatura mínima en el futuro cercano con valores igual o más bajos que los del percentil 10 de la parte histórica.

Las proyecciones de elevación del nivel medio del mar y superficie afectada indican que es muy probable que ocurra en la región Fronteriza y Sur, es probable que se de en la región Valle de San Fernando, medianamente probable en la región Centro y no aplica en la región Altiplano y Mante (véase novena columna de la Tabla 7.7b), éstas últimas al no tener zona costera.

### 7.3.2. Resultados del análisis de vulnerabilidad futura por sistemas y sectores

A continuación se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad futura. Este, se basa tanto en el análisis de las condiciones identificadas, las tendencias de cambio de cada uno de los sistemas y sectores abordados, y la probabilidad de que ocurran cambios en la temperatura, precipitación y en los extremos climáticos para el escenario RCP8.5 para el periodo 2075-2099; pero también en el co-

**Tabla 7.7b.**  
Probabilidad por región de que ocurran cambios en los extremos climáticos para el escenario RCP8.5 para el periodo 2015-2039 y 2075-2099.

Región	1. Lluvias intensas (nortes y/o ciclones o lluvia por convección) (Percentil 90)		2. Sequías meteorológicas (déficit de lluvia) Percentil 10		3. Olas de Calor y temperaturas máximas extremas (Percentil 90)		4. Temperaturas mínimas extremas (ondas frías) Percentil 10		5. Aumento en el nivel de mar* (plazo más largo)
	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099	2015-2039	2075-2099	Finales siglo
Fronteriza	3	1	1	4	5	5	1	1	5
Valle de San Fernando	1	1	1	1	2	5	1	1	4
Centro	4	1	1	1	5	5	1	1	3
Altiplano	5	5	1	1	5	5	1	1	No aplica
Mante	1	1	5	5	1	5	1	1	No aplica
Sur	4	1	5	5	1	5	5	1	5
Zona Costera	4	1	5	5	1	5	1	1	5

Nota: (1 = Muy baja; 2 = Baja; 3 = Media; 4 = Alta; 5 = Muy alta). Los colores son para ilustrar: el valor máximo está en rojo oscuro y el valor mínimo en color crema.

\* Los cambios son independientes del escenario RCP.

Fuente: Elaboración propia a partir de INECC, 2015.

nocimiento de actores clave sobre la relevancia de los sectores en cada una de las regiones del Estado (véase Anexo 8\_Talleres y lista de participantes).

En el sistema ambiental de Tamaulipas se incluyen tres grandes temas; sector hídrico, ecosistemas terrestres y ecosistemas costeros y marinos. Como se mencionó anteriormente, el primer aspecto a considerar es que la salud de los ecosistemas es central para la adaptación por los servicios ecosistémicos que estos prestan, entendidos como los servicios que presta la naturaleza por el simple hecho de existir, entre estos están los servicios de regulación del ciclo hídrico, la captura y el secuestro de carbono así como la mitigación del impacto de desastres, (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Rosa, Kandell y Dimas, 2003). En los últimos años, el valor de los servicios ecosistémicos en la adaptación ha sido reconocido y se ha acuñado el término de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) entendida como “el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los impactos adversos del cambio climático” (CBD, 2009; Lhumeau y Cordero 2012; GIZ, 2013). Por esta razón, es fundamental

### 7.3.2.1. Sistema ambiental

Recuadro 6.  
Sistema Ambiental  
¿Qué hace vulnerable  
al Estado de Tamaulipas  
frente al cambio  
climático?: Percepción  
de actores clave.

Fuente: Resultados del taller  
llevado a cabo en Marzo de 2015  
en Ciudad Victoria.

- Pérdida de vegetación natural
- Pérdida de memoria sobre cómo era el territorio
- Falta de planeación sobre los recursos hídricos
- Falta de planeación en asentamientos urbanos y rurales
- Falta de sensibilización sobre el uso de los recursos naturales
- Falta de información sobre datos climatológicos e hidrometeorológicos
- Falta de sensibilización sobre el consumo
- 

cia del sistema ambiental en el Estado, de los impactos que al cambio climático puede tener en ella, y de cómo valorarla por su importancia para enfrentar los fenómenos asociados.

Esta importancia no solamente está documentada, sino también hay una percepción de los actores clave consultados durante el proceso sobre cómo, la pérdida y/o deterioro del entorno natural, los ecosistemas y el funcionamiento del sistema hídrico, hace más vulnerable al Estado frente a los impactos climáticos (véase Recuadro 6).

### Recursos

El sector hídrico es transversal y fundamental para la adaptación de todos los sectores. La prioridad de este sector es muy alta para los ecosistemas, la población y los sistemas productivos. Como se presentó en el Capítulo 4, sección 4.1.1., las principales condiciones vinculadas a la vulnerabilidad del recurso tienen que ver con la sobreexplotación de acuíferos, la contaminación, la modificación del sistema hidrológico y la competencia por el recurso hídrico para diferentes sectores. También se han identificado en todas las regiones problemas vinculados al saneamiento y la necesidad de promover un mayor reúso de aguas residuales.

Los efectos más críticos de los distintos eventos climáticos para este sector son las lluvias intensas, las sequías, la reducción en la precipitación media y el aumento en la temperatura media. Hay que destacar que históricamente la sequía ha sido un problema que ha enfrentado el Estado.<sup>81</sup>

En el futuro, el crecimiento poblacional y el uso del agua para actividades extractivas, energéticas, agrícolas e industriales puede generar conflictos por una mayor competencia por el recurso. Otro aspecto central es la importancia de mantener la conectividad hídrica a nivel de cuenca para conservar los ecosistemas riparios, costeros y marinos, por lo que el manejo integral de cuencas es una medida de adaptación necesaria (Rodríguez *et al.*, 2009; Garrido *et al.*, 2010).

81. Véase Anexo 5 Información complementaria sobre eventos climáticos y sus efectos en el sector hídrico.

En la Tabla 7.8. se resumen los principales aspectos de este sector en el Estado.

Temas	Resumen global
Importancia del sector para el desarrollo del Estado	Importancia muy alta para el sistema ambiental, la población y la producción.
Condiciones y procesos de vulnerabilidad actual y futura	Sobreexplotación; competencia por el recurso entre distintos sectores; contaminación, salinización.
Principales impactos climáticos que afectan al sector (Muy críticos)	Sequías; aumento en la temperatura media; reducción de la precipitación.
Capacidades para la adaptación	Muy altas con respecto a la información, los instrumentos de política y la coordinación. Media con respecto a la instrumentación de acciones específicas y el financiamiento.
Aspectos clave para la identificación de medidas	Manejo integral de cuencas Restauración de la conectividad ecohidrológica Tratamiento y reúso de agua residual Eficiencia en el uso del agua de riego Mayor sensibilización de la población

**Tabla 7.8.**  
Resumen global de la vulnerabilidad en el sector hídrico del Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en IPCC, 2014; CONAGUA 2012a, 2012b y 2012c; INECC-CICC, 2012; Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011; así como en los resultados del análisis de escenarios del presente capítulo y en los resultados de los talleres con actores clave.

Como se presentó en el Capítulo 4, apartado 4.1.2., Tamaulipas tiene una gran riqueza biológica en ecosistemas terrestres, costeros y marinos. Siendo el Estado del norte del país que cuenta con mayor diversidad, como ejemplo de esto se tienen reconocidas 13 regiones prioritarias terrestres y cuatro regiones marinas prioritarias de acuerdo con la CONABIO.<sup>82</sup>

Entre las principales condiciones y procesos que generan vulnerabilidad están el cambio de uso de suelo y la fragmentación del hábitat. Se considera que el Estado tiene una deforestación alta. En la última década los procesos de deforestación han continuado, siendo 2009 un año crítico al respecto. Hay regiones con una alta transformación de los ecosistemas, más del 40% de su territorio dedicado a actividades agropecuarias (Fronteriza, Mante y Sur). Esto afecta la conectividad ecohidrológica impactando también en las zonas costeras. (Rodríguez *et al.*, 2009).<sup>83</sup> Otros procesos de deterioro son la contaminación (especialmente la ocasionada por los agroquímicos en las lagunas costeras); la contaminación industrial y de hidrocarburos, y la introducción de especies invasoras, tanto en ecosistemas terrestres como dulceacuícolas, costeros y marinos. De no contenerse estos factores, seguirán incrementándose las condiciones de vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad en su conjunto. Hay que mencionar también los impactos del cambio climático en la biodiversidad costera y marina por aspectos como cambio en la profundidad de la columna de agua por elevación del nivel del mar; cambios hidrológicos que alteren la distribución de nutrientes y sedimentos así como la acidificación (Vázquez Botello 2008). Esto nos remite a la necesidad de contar con estudios más puntuales y actualizados sobre el impacto del cambio climático en los ecosistemas costeros y marinos de la región.

*Biodiversidad terrestre, costera y marina*

82. Véase Anexo 5 Información complementaria sobre eventos climáticos y sus efectos en la biodiversidad costera y marina, además de las capacidades de adaptación de dichos sectores.

83. Rodríguez *et al.* (2009) identifican cinco zonas que explican la funcionalidad de la cuenca de una manera integral, tres de ellas son terrestres: 1. La cuenca alta o zona de producción; 2. la zona de transferencia o transporte integrada por la red de ríos; 3. la zona de almacenamiento o zona costera que es vital por su funcionalidad ecológica) y dos son marinas: 4. el litoral costero y 5. la zona marina.

Otros procesos de deterioro son la contaminación (especialmente la ocasionada por los agroquímicos en las lagunas costeras); la contaminación industrial y de hidrocarburos, y la introducción de especies invasoras, tanto en ecosistemas terrestres como dulceacuícolas, costeros y marinos. De no contenerse estos factores, seguirán incrementándose las condiciones de vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad en su conjunto.

Cabe mencionar que en el marco del proyecto “Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México” instrumentado por el INECC con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) inicialmente se habían seleccionado ocho humedales que por su importancia ambiental requerían acciones de adaptación en el Golfo de México, de estos dos se encuentran en el Estado de Tamaulipas: Río San Fernando-Laguna la Nacha (que pertenece al Área Natural Protegida Laguna Madre y Delta del Río Bravo) y Río Pánuco-Altamira (este también abarca una porción de Veracruz). Con el proyecto se logró hacer una evaluación (Buenfil Friedman *et al.*, 2009) de las áreas en las cuáles se identificaron como temas críticos para la vulnerabilidad la contaminación del agua, así como la fragmentación del hábitat para el primer sitio, y para Río Pánuco-Altamira es el impacto de las zonas urbanas (Bello *et al.*, 2009).

**Tabla 7.9.**  
Resumen global de la vulnerabilidad para la biodiversidad terrestre, costera y marina en el Estado de Tamaulipas.

Temas	Resumen global
Importancia del sector para el desarrollo del Estado	Importancia muy alta, no sólo para el Estado sino para el resto del país por sus características únicas tanto en ecosistemas terrestres como costeros.
Condiciones y procesos de vulnerabilidad actual y futura	Procesos de vulnerabilidad críticos: Cambio de uso de suelo y fragmentación Contaminación de suelo y agua Sobreexplotación Especies invasoras Cambios en la calidad de las lagunas costeras
Principales impactos climáticos (Muy críticos)	Sequías meteorológicas; aumento en la temperatura media; reducción de la precipitación media y aumento en el nivel medio del mar.
Capacidades para la adaptación	Se considera que la información para la toma de decisiones y los instrumentos de política y planeación tiene un nivel muy alto. En lo referente a las acciones específicas para la adaptación, se identificaron algunas iniciales y se catalogó como media. En el caso de la coordinación se considera que hay mejores condiciones con respecto a la biodiversidad terrestre y en el caso de la costera y marina se requieren más esfuerzos. Se considera que hay muy poco financiamiento para el tema.

Fuente: Elaboración propia con base en IPCC, 2014; INECC-CICC, 2012; INECC-2012; Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011; Villers, 1998; Parmesan y Yohe, 2003; Sarukhán *et al.*, 2009; CBD, 2009; Lhumeau y Cordero, 2012; GLZ, 2013, Rodríguez *et al.* (2009); Batres González (2012) así como en los resultados del análisis de escenarios del presente capítulo y en los resultados de los talleres con actores clave.

Para términos del análisis de vulnerabilidad del sistema social, y en congruencia con lo presentado en el apartado 4.2., se seleccionaron tres temas: Asentamientos humanos, que tiene que ver con la ocupación del territorio; el acceso a servicios básicos, pobreza y seguridad alimentaria, que tiene que ver tanto con pobreza como con los aspectos de producción y comercialización del sector primario (véase apartado 4.3.); y finalmente, la salud.

### 7.3.2.2 Sistema

- Pérdida de vegetación natural
- Pérdida de memoria sobre cómo era el territorio
- Falta de planeación sobre los recursos hídricos
- Falta de planeación en asentamientos urbanos y rurales
- Falta de sensibilización sobre el uso de los recursos naturales
- Falta de información sobre datos climatológicos e hidrometeorológicos, pérdida de memoria del territorio; falta de planeación urbana, falta de planeación hídrica (incluyendo Drenajes pluviales), urbana y rural.
- Falta de sensibilización sobre el consumo
- Falta de infraestructura para enfrentar problemas relacionados con extremos climáticos,
- Incremento de la población más sensible a extremos climáticos, por ejemplo adultos mayores
- Deficiencia en la incorporación de criterios de extremos climáticos en la construcción de infraestructura social
- Existencia de asentamientos humanos en zonas de riesgo y bajo control en el surgimiento de asentamientos irregulares
- Migración hacia ciudades fronterizas
- Falta de estrategias para incentivar la participación de la sociedad
- Falta de cultura ambiental
- 
- 
- 

**Recuadro 7.**  
**Sistema Social ¿Qué hace vulnerable al Estado de Tamaulipas?:**  
**Percepción de actores clave.**

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de entrevistas y talleres.

El tema de género se puede considerar como transversal y los de educación y cultura tienen que ver también con las capacidades para la adaptación. Es también relevante conocer cuál es la percepción de los actores clave sobre qué es lo que hace vulnerable a la población. El Recuadro 7 muestra los resultados del taller llevado a cabo en el mes de marzo en Ciudad Victoria y de las entrevistas. Como se observa, se consideraron por una parte aspectos ambientales, pero también aspectos culturales como pérdida de la memoria sobre cómo era el territorio y aspectos vinculados a la falta de políticas y capacidades para la planeación. Resalta también la participación social como un aspecto clave.

Entre los aspectos que hay que retomar del apartado 4.2 para introducir el análisis de vulnerabilidad están los siguientes:

- De acuerdo con el INEGI, el Estado contaba en 2010 con aproximadamente 3.27 millones de habitantes. En términos de dinámica demográfica y ocupación del territorio las condiciones son bastante heterogéneas entre las regiones, destacando la Fronteriza y la Sur con la mayor cantidad de población y las más altas tasas de crecimiento. En contraste, la región Valle de San Fernando y Altiplano tienen muy poca población y

muy bajo crecimiento poblacional. En el apartado de análisis regional se retoman estas diferencias.

- En términos de ocupación del territorio destaca el proceso de urbanización que llevó a que el porcentaje de población que habita en localidades de más de 15 mil habitantes pasara de 66% en 1980 a 82% en 2010. El 21% de la población habita en localidades con una altitud menor a los 5 metros sobre el nivel del mar.
- En términos de impactos a la salud, ha habido años con serios problemas de dengue (por ejemplo el 2005). Por su parte, las tasas de mortalidad más altas en adultos están vinculadas a enfermedades del aparato circulatorio, y en niños menores de cinco años, a infecciones respiratorias agudas.
- La cobertura de acceso a servicio de energía es muy amplia, en contraste el agua entubada dentro de la vivienda, en 2010 llegaba al 79.5% de la población.
- En lo referente específicamente a la pobreza alimentaria se tienen extremos: municipios con 3% de su población en esas condiciones y municipios con más del 50% de población en este estado.

Entre las principales condiciones y procesos que generan vulnerabilidad actual y futura en el Estado se pueden identificar los siguientes:

- Crecimiento de asentamientos humanos hacia zonas de riesgo
- Migración a ciudades fronterizas
- Poca incorporación de criterios climáticos en la inversión y construcción de obras
- Proliferación de vectores por cambios en la temperatura
- Incremento de la población de adultos mayores
- Empobrecimiento de la población tanto en zonas rurales como urbanas
- Disminución en la producción de alimentos

84. En el Anexo 5, específicamente en el apartado 5.16. *Información complementaria sobre eventos climáticos y sus efectos sobre los asentamientos humanos, la salud humana y la seguridad alimentaria* se profundizan en los efectos derivados en cada uno de estos sectores como consecuencia de lluvias intensas, sequías meteorológicas (déficit de lluvia), temperaturas máximas extremas (ondas de calor), temperaturas mínimas extremas (ondas de frío), reducción en la precipitación media, aumento en la temperatura media y aumento en el nivel del mar; además de la capacidad de adaptación de dichos sectores.

En la Tabla 7.10. se presenta un resumen de los principales aspectos ligados a la vulnerabilidad de los sectores abordados en el sistema social.<sup>84</sup> Destaca que todos son de importancia muy alta, y todos pueden ser afectados de manera crítica por los eventos climáticos. Como se verá más adelante, las condiciones de vulnerabilidad están marcadas por las diferencias regionales. En el caso de capacidades, existen particularidades para cada sector, la única coincidencia es que en todos los casos se consideró que el financiamiento era bajo.

**Tabla 7.10.**  
Resumen global de la vulnerabilidad en los sectores de asentamientos humanos y vivienda; salud y seguridad alimentaria en el Estado de Tamaulipas.

Temas	Resumen global		
	Asentamientos humanos y vivienda	Salud	Seguridad alimentaria
Importancia del sector para el desarrollo del Estado	Importancia muy alta en todas las regiones del Estado y especialmente crítica en las zonas con mayor población. (Región Fronteriza y Sur)	Muy alta en todo el Estado.	Muy Alta en todo el Estado.
Condiciones y procesos de vulnerabilidad actual y futura	Crecimiento poblacional en la Región Fronteriza disminuirá la disponibilidad de agua per cápita. Alta densidad en la Región Sur (Tampico-Madero). Construcción de vivienda precaria en asentamientos humanos irregulares en las zonas con mayor migración.	Aumento en la población de adultos mayores. Se ha identificado una buena cobertura de las campañas de salud en el Estado. Se requiere evaluar la infraestructura.	Existen municipios con un alto porcentaje de población en condiciones de pobreza alimentaria que sumada a la pérdida de productividad en el campo por impactos climáticos (u otros procesos) pueden agravar aún más la situación.
Principales impactos climáticos (Muy críticos)	Todos los eventos climáticos pueden tener efectos muy críticos.	Todos los eventos climáticos pueden tener efectos muy críticos.	Todos los eventos climáticos pueden tener efectos muy críticos.
Capacidades para la adaptación	A pesar de que existen instrumentos importantes, de manera global se consideró que las capacidades de este sector son medias, ya que falta en las acciones un enfoque específico para la adaptación, así como mayor articulación y coordinación de los actores clave.	La información y la coordinación se consideraron como Muy Alta y Alta respectivamente. En el caso de los instrumentos de política, planeación y acciones específicas se consideraron como capacidades medias, ya que estas aún no se han articulado con la política de cambio climático.	Se considera que la información es muy alta, las capacidades en términos de políticas e instrumentos de planeación fueron calificadas como altas, y en lo referente a las acciones específicas y a la coordinación se consideró que aún se deben fortalecer (Media).
Aspectos clave para la identificación de medidas de adaptación	Introducir y fortalecer el componente de adaptación en instrumentos de planeación y ordenamiento territorial. Adecuar reglamentos de construcción Fortalecer la biodiversidad en entornos urbanos con proyectos como bosques urbanos	Fortalecer la coordinación interinstitucional y las capacidades para atender impactos en la salud por temas climáticos. Fortalecer campañas de prevención.	Diversificación productiva (sistemas agrosilvopastoriles, huertos familiares) Restauración de tierras degradadas; manejo adecuado de agua y suelo. Protección de especies clave para la producción (polinizadores)

Fuente: Elaboración propia con base en IPCC, 2014; INECC-CICC, 2012; INECC-2012; Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011; Sánchez-Rodríguez, 2014; COFEPRIS, 2012; OMS, 2014; FAO, 2015b, así como en los resultados del análisis de escenarios del presente capítulo y en los resultados de los talleres con actores clave.

### 7.3.2.3 Sistema económico y productivo

En este apartado se presenta el análisis de vulnerabilidad de los sectores productivos y la infraestructura en el Estado. Se presenta primero el sector primario que incluye la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la pesca y la acuicultura<sup>85</sup> y en segundo término se abordan los sectores secundario y terciario, de manera específica la industria, el comercio, el turismo y la infraestructura.

#### *Sector primario*

Como se vio en el apartado 4.3., las actividades del sector primario han tenido una participación cada vez menor en el PIB del Estado de Tamaulipas, llegando en 2013 a alcanzar una participación de sólo el 2.8% PIB Estatal. Sin embargo, en términos tanto del uso del territorio, como del agua (principalmente para riego) y de la participación de la población económicamente activa su importancia es mayor.

El sector primario ha sido recurrentemente impactado por los eventos climáticos en el Estado, principalmente sequías pero también lluvias torrenciales. Dentro de este, la agricultura y la ganadería son altamente vulnerables por su dependencia de las condiciones climáticas, pero también por otros aspectos como plagas, deterioro de la calidad de los suelos, contaminación y salinización de acuíferos entre otras condiciones. La pesca y la acuicultura son también dependientes de la calidad del agua, por lo que la contaminación y el deterioro del hábitat tienen fuertes impactos sobre su productividad, para este sector también se considera que la sobreexplotación de los recursos (suelo y agua) genera mayor vulnerabilidad. En el caso de la silvicultura, está se ve afectada por el cambio de uso de suelo, la fragmentación del hábitat y las malas prácticas de manejo, así como plagas. Específicamente en el Estado de Tamaulipas el sector forestal ha tenido una participación baja, sin embargo es un sector que ha aumentado poco a poco el volumen y valor de la producción. Otros aspectos que se han considerado relevantes en lo referente a la vulnerabilidad del sector primario son los costos de las primas de aseguramiento.<sup>86</sup>

En la Tabla 7.11. se presenta un resumen de las condiciones de vulnerabilidad del sector primario frente al cambio climático. Entre los principales puntos a destacar está la importancia de estas actividades para la población en el Estado (principalmente la que habita en el medio rural). Por otra parte, es muy relevante identificar y frenar los procesos de deterioro del agua y el suelo ya que estos incrementan las condiciones de vulnerabilidad. Destaca también la importancia de los eventos climáticos y cómo estos pueden afectar de manera muy crítica a las actividades primarias. Finalmente hay que señalar la importancia de fortalecer las capacidades para la adaptación en todos sus matices. En este sentido, y específicamente para el sector primario hay que mencionar la importancia de la organización para la producción (por ejemplo, ejidos, comunidades, organizaciones de productores, cooperativas) ya que esto puede ser un factor que facilite el desarrollo de las capacidades para este sector de la población.

85. El tema de la caza se incluyó de manera indirecta en el apartado de biodiversidad desde la perspectiva de conservación de especies y las unidades de manejo ambiental para su aprovechamiento.

86. En el Anexo 5, específicamente en el apartado 5.17. *Información complementaria sobre eventos climáticos y sus efectos en el sector primario*, se profundiza sobre dichos impactos como consecuencia de lluvias intensas, sequías meteorológicas (déficit de lluvia), temperaturas máximas extremas (ondas de calor), temperaturas mínimas extremas (ondas de frío), reducción en la precipitación media, aumento en la temperatura media y aumento en el nivel del mar; además de la capacidad de adaptación de dicho sector.

**Tabla 7.11.**  
Resumen global de la vulnerabilidad en el sector primario en el Estado de Tamaulipas.

Temas	Resumen global			
	Agricultura	Ganadería	Pesca y acuicultura	Sector forestal
Importancia del sector para el desarrollo del Estado	Muy alta. Su importancia está dada en términos de la población ocupada en el sector, el uso del territorio y el uso del agua.	Muy alta. Es una actividad que históricamente ha sido muy importante para el Estado.	Muy Alta. Es una actividad que históricamente ha sido muy importante para el Estado.	Alta. Esta actividad se desarrolla sólo en algunas regiones del Estado pero ha tenido una participación constante y creciente.
Condiciones y procesos de vulnerabilidad actual y futura	Deterioro de la calidad de suelos y agua. Contaminación por agroquímicos; salinización. Pérdida de rentabilidad de cultivos. Plagas. Pérdida de polinizadores.	Deterioro de la calidad de suelos y agua. Contaminación por agroquímicos; salinización.	Deterioro de la calidad del agua y los hábitats. Contaminación, sobreexplotación. Especies exóticas invasoras	Cambio de uso de suelo y fragmentación del hábitat; extracción ilegal; plagas y especies invasoras.
Principales impactos climáticos	Todos los eventos climáticos pueden ser muy críticos para el desarrollo de esta actividad. Sin embargo, de acuerdo con los escenarios más extremos las temperaturas máximas extremas se pueden convertir en evento más importante y las sequías específicamente para las regiones Mante, Sur y Fronteriza.	Todos los eventos climáticos pueden ser muy críticos para el desarrollo de esta actividad. Sin embargo, de acuerdo con los escenarios más extremos las temperaturas máximas extremas se pueden convertir en evento más importante y las sequías específicamente para las regiones Mante, Sur y Fronteriza.	Todos los eventos climáticos pueden ser muy críticos para el desarrollo de esta actividad. Sin embargo, de acuerdo con los escenarios más extremos las temperaturas máximas extremas se pueden convertir en evento más importante y las sequías específicamente para las regiones Mante, Sur y Fronteriza y de manera concreta la zona costera.	Todos los eventos climáticos pueden ser muy críticos para el desarrollo de esta actividad con excepción del aumento en el nivel medio del mar. En el caso del aumento en la temperatura máxima extrema y las ondas de calor pueden ser especialmente crítico para los incendios forestales.
Capacidades para la adaptación	En términos de información para la toma de decisiones las capacidades son muy altas. Hay instrumentos de política y planeación suficientes, sin embargo hay que reforzar su enfoque climático. Las Acciones siguen siendo dispersas y se considera que tanto la coordinación como el financiamiento son bajos.	Falta vincular la información existente del sector con la adaptación al cambio climático. Tanto los instrumentos de planeación y política como las acciones aún son insuficientes y están dispersas. La coordinación y el financiamiento para la adaptación son bajos.	Hay información importante para el sector pero falta vincularla a cambio climático. En términos de instrumentos de política y acciones concretas en el territorio para atender el cambio climático estos son incipientes y dispersos. La coordinación y el financiamiento para la adaptación son bajos	Hay información suficiente para la toma de decisiones, sin embargo es importante vincularla con el cambio climático. Los instrumentos de política estatal están más enfocados a la producción, sin embargo se puede fortalecer al sector con acciones como el pago por servicios ambientales, que puede ligarse de manera muy directa con la adaptación. La coordinación y el financiamiento para la adaptación son bajos

Temas	Resumen global			
	Agricultura	Ganadería	Pesca y acuicultura	Sector forestal
Aspectos clave para la identificación de medidas de adaptación	Diversificación productiva (sistemas agroforestales, huertos) Detección temprana de plagas y enfermedades Detección temprana de incendios Fortalecimiento de capacidades a los productores y productoras Restauración de tierras degradadas Manejo adecuado y sustentable de agua y suelo Considerar prioritarias especies nativas y la conservación de la biodiversidad			

Fuente: Elaboración propia con base en IPCC, 2014; INECC-CICC, 2012; INECC-2012;

Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011. FAO, 2015a, FAO 2015b. Chapela, 2012, Bajželj y Richards, 2014, así como en los resultados del análisis de escenarios (Apartado 6.3.) y en los resultados de los talleres con actores clave.

### *Sector secundario y terciario*

Como se presentó en el apartado 1.3 estos sectores tienen una importancia cada vez mayor en la participación de la Economía del Estado. En este caso cada una de las actividades que se describen tiene procesos de vulnerabilidad particulares:

- La industria manufacturera, y de manera particular para el Estado de Tamaulipas, la industria maquiladora y de servicios de exportación, se ubica principalmente en la Región Fronteriza y también en la Región Sur. El primer punto de vulnerabilidad es la exposición, ya sea que estén localizadas en zonas de riesgo de inundación o bien, en el caso de Región Fronteriza por las temperaturas extremas. Esto requiere de gastos importantes en energía para mantener condiciones de confort para los trabajadores. En este sentido, la salud laboral es un tema relevante. Otro aspecto es el uso de insumos para las actividades industriales y manufactureras, principalmente agua que entra en competencia con otros sectores sobre todo ante escenarios de escasez.
- Entre las principales condiciones de vulnerabilidad del sector turismo frente al cambio climático está la localización, sobre todo del turismo de playa en la zona costera de la Región Sur que es la más desarrollada, pero también en las playas a todo el largo del litoral Tamaulipeco. Con respecto al turismo de negocios y turismo médico (este último con amplio desarrollo en la Región Fronteriza), tiene los mismos problemas de vulnerabilidad que los asentamientos humanos en donde se encuentran localizados (apartado 4.2.2). El turismo de naturaleza depende de los lugares donde se encuentran los desarrollos, principalmente en las sierras y en las zonas aledañas a cuerpos de agua, en donde es relevante evaluar las condiciones locales de vulnerabilidad de los desarrollos. Este último también depende de las condiciones de seguridad de las vías de comunicación para poder acceder a los sitios de interés.

- En lo relativo al comercio, los principales temas de vulnerabilidad tienen que ver con las redes de distribución, que deben ser estudiadas con mayor profundidad frente a escenarios de cambio climático, así como con el estado de las vías de comunicación para trasladar los productos. La infraestructura para el comercio es también un punto central para mantener la calidad de los productos, principalmente los alimenticios.
- Con respecto a la infraestructura de comunicaciones y transportes, así como la energética es necesario evaluar de manera específica las condiciones de vulnerabilidad. Sin embargo de manera general se observan como puntos estratégicos los tres puertos del Estado, las carreteras y con especial atención por su localización y su importancia para el comercio internacional, los 17 cruces fronterizos, incluyendo el puente ferroviario Matamoros – Brownsville. En cuanto a la infraestructura del sector energético, su ubicación, principalmente en las Regiones Fronteriza y Sur le confiere un grado de exposición.

Puente Internacional  
Laredo, Tamaulipas



**Tabla 7.12.**

Resumen global de la vulnerabilidad en los sectores secundario y terciario en el Estado de Tamaulipas.

La Tabla 7.12. resume las principales condiciones de vulnerabilidad para los sectores secundario y terciario.<sup>87</sup>

Temas	Resumen global			
	Industria manufacturera	Turismo	Comercio	Infraestructura de comunicaciones y transportes y energética.
Importancia del sector para el desarrollo del Estado	Muy Alta Su participación en el PIB tiene una importancia que se ha sostenido en tiempo (16.6% en 2013) y es uno de los motores de la economía de las regiones Fronteriza y Sur y del Estado en su conjunto.	Alta Tiene una participación baja en el PIB, sin embargo para el Estado es una actividad con mucho potencial y se está buscando darle un mayor impulso.	Muy Alta Su participación en el PIB es del 15% en 2013.	Muy Alta En conjunto, los sectores estos sectores aportan más del 20% a la economía del Estado.
Condiciones y procesos de vulnerabilidad actual y futura	El factor más importante es la exposición y los conflictos que pueda haber por la disminución del agua disponible. Otro tema relevante es la salud laboral.	Exposición, sobre todo en los destinos de playa, pero esto es relevante para todo el sector. Las condiciones de vulnerabilidad de los asentamientos humanos y la infraestructura de comunicaciones también afectan a este sector.	No hay información que permita saber el estado de los canales de comercialización así como de la infraestructura en el sector. Las condiciones de vulnerabilidad de los asentamientos humanos y la infraestructura de comunicaciones también afectan a este sector.	La exposición es uno de los principales factores de vulnerabilidad de estos sectores así como las condiciones de mantenimiento de las constricciones y los materiales. Otro tema central, sobre todo en el sector energético es el uso del agua en sus procesos.
Principales impactos climáticos (Muy críticos)	Todos los eventos climáticos la impactan de manera crítica o muy crítica.	Todos los eventos climáticos la impactan de manera crítica o muy crítica.	Todos los eventos climáticos la impactan de manera crítica o muy crítica. La única excepción es el aumento en el nivel medio del mar que no tiene un impacto directo.	Todos los eventos climáticos la impactan de manera crítica o muy crítica.
Capacidades para la adaptación	En lo referente a la información y la coordinación se consideró que hay capacidades medias. Con respecto a instrumentos, políticas, acciones y financiamiento las capacidades son bajas.	Las capacidades relativas a la información para la toma de decisiones con respecto a la adaptación, así como instrumentos de política y acciones son muy bajas. En lo referente a la coordinación se considera como Media y el financiamiento como bajo.		La información para la adaptación se considera media. En lo relativo a instrumentos, acciones, coordinación y financiamiento las capacidades son bajas y muy bajas.

Temas	Resumen global			
	Industria manufacturera	Turismo	Comercio	Infraestructura de comunicaciones y transportes y energética.
Elementos clave para la identificación de medidas de adaptación.	Elaborar diagnósticos específicos de la vulnerabilidad por rama de la actividad manufacturera incluyendo el ciclo completo de vida de los productos. Elaborar planes de adaptación específicos que incluyan medidas tanto para la infraestructura productiva como para la salud laboral.	Elaborar un diagnóstico por tipo de turismo y región. Fortalecer la infraestructura turística en el Estado. Fortalecer las capacidades de los prestadores de servicios con información relativa al cambio climático. Construir y/o adecuar la infraestructura en la zona costera para reducir su vulnerabilidad así como sus impactos sobre la vegetación costera.	Elaborar un diagnóstico sobre el impacto del cambio climático en la actividad comercial.	Evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura actual y contar con criterios de reducción de vulnerabilidad en la construcción de infraestructura nueva. Incluir criterios de adaptación al cambio climático para minimizar el impacto ambiental sobre los ecosistemas.

Fuente: Elaboración propia IPCC, 2014; INECC-CICC, 2012, INECC-2012; Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2011, Magaña y Gay, 2002, Sánchez-Rodríguez 2014, así como en los resultados del análisis de escenarios (apartado 6.3) y en los resultados de los talleres con actores clave.

En este apartado se presenta el análisis de vulnerabilidad desde la perspectiva tanto municipal como regional. Para la perspectiva municipal se trabajó con el análisis realizado en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40, así como el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, y principalmente el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático elaborado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM (Monterroso *et al.*, 2013), que para el Estado de Tamaulipas son retomados información presentada en el PECC 2014-2018 (INECC, 2015). Los resultados de Monterroso y colaboradores se basan en un índice sintético que se define por 13 variables de exposición, 9 variables para sensibilidad y 16 para la capacidad adaptativa (16 variables en total).<sup>88</sup>

De acuerdo con el trabajo de Monterroso y colaboradores, los resultados del índice de vulnerabilidad para los 43 municipios de Tamaulipas en cada uno sus componentes se resumen en la Tabla 7.13. y se presentan en mapas en la Figura 7.14. En términos generales, de acuerdo con este análisis, la vulnerabilidad para la mayoría de los municipios (70%) del Estado es baja y para los restantes 30%, es media, este resultado se relaciona principalmente con los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa.

#### 7.4. La perspectiva regional y municipal

87. En el Anexo 5, específicamente en el apartado 5.18. *Información complementaria sobre eventos climáticos y sus efectos en los sectores secundario y terciario*, se profundiza sobre dichos impactos como consecuencia de lluvias intensas, sequías meteorológicas (déficit de lluvia), temperaturas máximas extremas (ondas de calor), temperaturas mínimas extremas (ondas de frío), reducción en la precipitación media, aumento en la temperatura media y aumento en el nivel del mar; además de la capacidad de adaptación de dichos sectores.

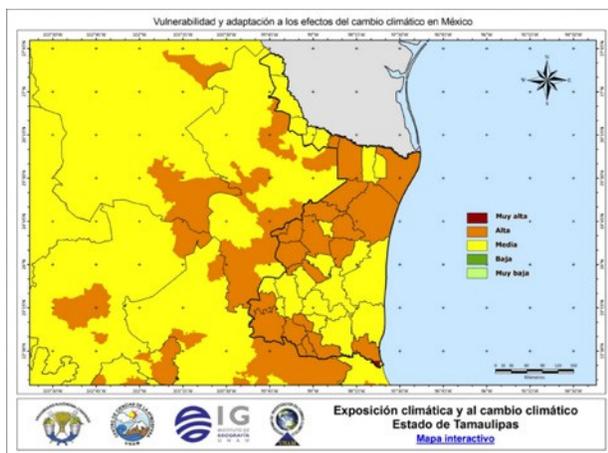
88. En el marco de este proyecto se analizaron distintas opciones de índices de vulnerabilidad municipal y se buscó construir uno específico

**Tabla 7.13.**  
Resumen de las categorías que componen el índice de vulnerabilidad para Tamaulipas.

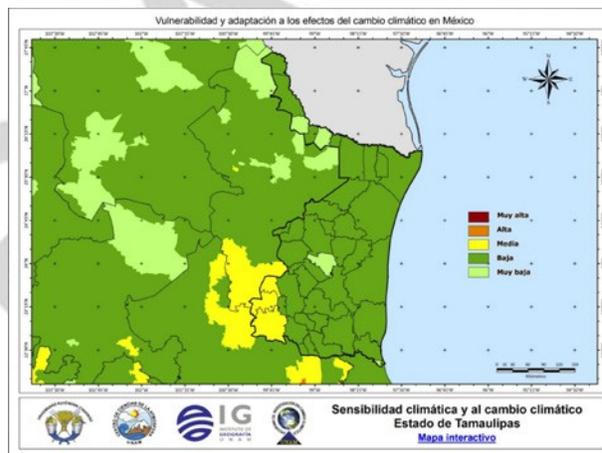
Categoría analizada por Monterroso y colaboradores	Municipios en el Estado de Tamaulipas				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Exposición			28	14	1
Sensibilidad	4	36	3		
Capacidad adaptativa			18	24	1
Vulnerabilidad		30	13		

**Figura 7.14.**  
Distribución del índice de vulnerabilidad y sus categorías a nivel municipal para Tamaulipas

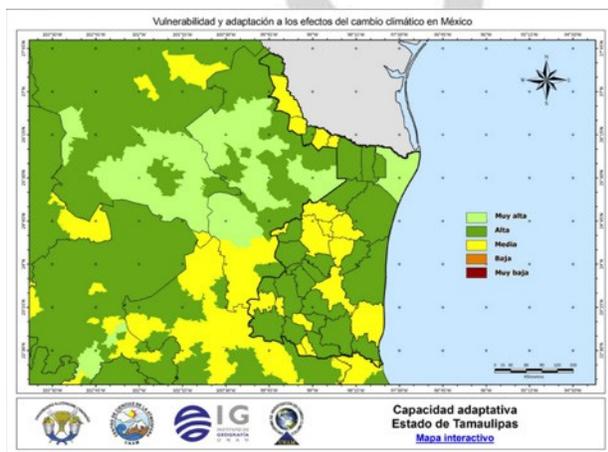
a) Exposición



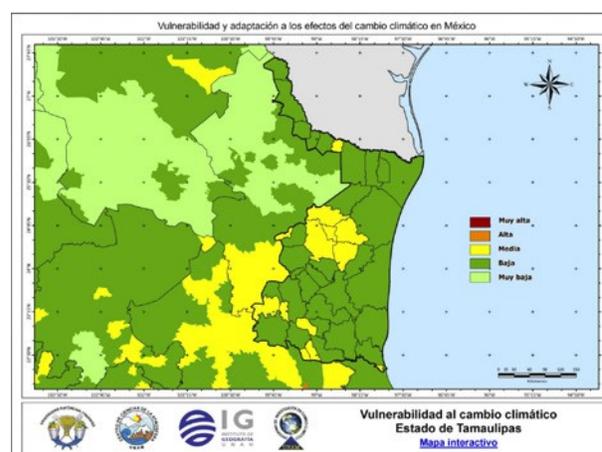
b) Sensibilidad



c) Capacidad adaptativa



d) Vulnerabilidad (Índice Sintético)



Fuente: Monterroso *et al.*, 2013.

En la categoría de exposición (Figura 7.14a.), los resultados son consistentes con los resultados obtenidos en la estimación del peligro. Por ejemplo, la exposición de los municipios de la región administrativa Mante es alta, lo cual se relaciona con el incremento del número de meses por década que se rebasa una precipitación umbral acumulada de 400 mm/mes, mientras que la exposición de las regiones administrativas Centro y Sur es media, y la tendencia de la precipitación mayor a 400 mm/mes es decreciente. En esta categoría sería necesario verificar cuál fue la metodología que se siguió para definir qué es un evento de inundación, sequía, etc., debido a que la ocurrencia de una amenaza no necesariamente implica daños o pérdidas, los eventos extremos se deben definir respecto a su probabilidad de ocurrencia y si es posible verificar los eventos con los registros de impactos. En la categoría de problemática ambiental, los indicadores usados son descriptivos, sin embargo, es posible utilizar indicadores que reflejen las causas de los procesos, para ello se podría identificar qué actividad o sistema está perdiendo superficie a partir de la expansión de otra actividad o sistema. Por otra parte, el uso de variables en diversas escalas temporales podría permitir un análisis retrospectivo de la vulnerabilidad, de la misma forma, el uso de escenarios de cambio climático y de las categorías socioeconómicas permitiría conocer en un futuro cercano, como podría evolucionar la vulnerabilidad.

Respecto a la componente de sensibilidad (Figura 7.14b.), las variables son consistentes con los datos de población definidos en el diagnóstico demográfico. Sin embargo, considerando la dinámica poblacional del Estado sería necesario incluir otras variables, tal es el caso de la densidad poblacional, relacionada con el comportamiento de las zonas urbanas, y la proporción de adultos mayores 65 años. En el caso de la componente de capacidad adaptativa (Figura 7.14c.), en la parte de capital social, sería conveniente considerar variables de género que muestren las condiciones de educación e ingreso de las mujeres.

El resultado del índice para cada uno de los municipios se agrupó por región, esto se complementó con el análisis específico de los principales eventos climáticos ocurridos en cada una de las seis regiones del Estado (derivado del análisis del apartado 7.1.) así como del análisis de las probabilidades futuras de que los eventos climáticos impacten una región en específico (Tablas 7.7a y 7.7b de este capítulo) a continuación se presentan los resultados para cada Región.

para el Estado de Tamaulipas, sin embargo, se consideró que el de Monterroso y colaboradores constituye en este momento el más sólido para México por la robustez del análisis. El otro índice analizado a detalle fue el de Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre, propuesta desarrollada por la Iniciativa de Modelamiento

**89.** Se utilizó la base de datos DesInventar que recopila información de desastres a partir de noticias de periódicos locales. Cabe destacar que si bien, se presentan los casos más significativos asociados a grandes eventos, la acumulación de los pequeños desastres podrían ser comparados con un granevento.

En lo referente a los desastres históricos,<sup>89</sup> la Región Fronteriza se ha visto afectada en los últimos 30 años por la ocurrencia de diversos eventos hidrometeorológicos extremos. Las ondas frías son uno de los eventos que registran mayor número decesos, algunos de los eventos más severos se presentaron en enero de 1970, en diciembre de 1983, en enero de 1997 y en diciembre de 2011 en las ciudades de Nuevo Laredo, Matamoros y Reynosa. En el episodio del 2011 miles de indigentes y migrantes fueron trasladados a albergues y se presentó un gran ausentismo escolar (40% de los 86 mil alumnos de educación básica no asistieron a clases).

#### 7.4.1. Región Fronteriza

Otro evento es el caso de las inundaciones asociadas a las lluvias de extremas ocasionadas por huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos, por ejemplo durante la inundación ocurrida en junio de 1972 en la ciudad de Nuevo Laredo cientos de hectáreas sembradas con maíz y sorgo quedaron destruidas y un número no determinado de cabezas de ganado murieron ahogadas, además hubo daños en carreteras y caminos rurales. Otro ejemplo, es la inundación ocurrida por el Huracán Anita en septiembre de 1977, la cual ocasionó muertos, numerosos heridos y damnificados, así como afectaciones en vivienda e infraestructura en las ciudades de Matamoros y Valle Hermoso. En julio de 2008, el Huracán Dolly dejó numerosas colonias sin electricidad ni agua potable, se suspendieron las corridas de autobuses hacia la ciudad y la actividad comercial en el cruce internacional se suspendió, se dañaron cultivos de sorgo, el ejército aplicó el Plan DNI-II y se declaró la alerta máxima en diversas ciudades como Camargo, Guerrero, Gustavo Díaz Ordaz, Matamoros, Mier, Miguel Alemán, Nuevo Laredo y Reynosa. En julio de 2010 las inundaciones producidas por el desbordamiento de ríos a causa de las intensas lluvias por el Huracán Alex, ocasionaron miles de damnificados, cierre de carreteras y comunidades incomunicadas, la actividad comercial se paralizó, miles de toneladas de siembra de sorgo se perdieron y el ejido San Lorenzo desapareció del mapa, sus habitantes fueron desalojados con sus pertenencias y animales.

La ocurrencia de sequías también ha dejado severos impactos, por ejemplo, en 1978 se registraron miles de hectáreas de varios cultivos y cabezas de ganado perdidas en los municipios de Camargo, Matamoros y Mier, otro ejemplo es el evento ocurrido en 1994, donde los municipios de Matamoros, Río Bravo y Valle Hermoso presentaron daños severos en la agricultura y ganadería. La sequía más reciente ocurrida a finales de 2011 afectó las actividades agropecuarias prácticamente en todos los municipios de la Región.

En lo referente a los impactos del cambio climático, los datos apuntan que bajo el escenario RCP8.5 para el corto plazo (2015-2039) son relevantes los cambios en la precipitación (reducción) y el aumento en la temperatura media así como las olas de calor y las temperaturas máximas extremas. En el largo plazo (2075-2039) se suma el impacto de la sequía meteorológica o largo de este estudio, esta Región es especialmente importante por su dinamismo económico y poblacional (concentra más del 50% de la población del Estado) y por su condición de frontera con los Estados Unidos de América. Si bien ambientalmente presenta un alto grado de antropización (más del 50% de su territorio), la zona costera es ambientalmente muy importante. Por otra parte estudios como el Bunge identifican esta región como especialmente relevante en términos de presión hídrica y crecimiento poblacional (Bunge *et al.*, 2010). En esta región son muy importantes económicamente hablando las actividades industriales, la agricultura de riego, el sector energético, las comunicaciones y transportes así como el desarrollo urbano. En este sentido es prioritario emprender medidas de adaptación en todas estas áreas. Destaca también que tiene bajos niveles de pobreza y rezago social lo que se refleja en los indicadores de vulnerabilidad de acuerdo al índice de Monterroso y colaboradores (véase Tabla 7.14.).

De acuerdo con este, todos los municipios de la Región presentan una vulnerabilidad baja, con excepción de Gustavo Díaz Ordaz que presenta una vulnerabilidad media. En contraste con este índice, el índice usado en el PECC<sup>90</sup> ubica al municipio de Matamoros como uno de los municipios más vulnerables del país. En lo que respecta a la componente de exposición, los municipios de Gustavo Díaz Ordaz, Matamoros y Reynosa presentan un alto grado, lo que significa que en estos municipios tienen una mayor recurrencia de eventos climáticos extremos, el grado de sensibilidad que corresponde a la caracterización de la población, va de bajo a muy bajo y lo que hace que la vulnerabilidad sea baja para la mayoría de los municipios de la Región es la componente de capacidad que va de media a alta, con excepción para el municipio de Matamoros que es muy alta.

90. Ver más detalles en <http://iecc.inecc.gob.mx/municipios-vulnerables.php>

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
007 Camargo	Media	Muy baja	Media	Baja
014 Guerrero	Media	Baja	Media	Baja
015 Gustavo Díaz Ordaz	Alta	Baja	Media	Media
022 Matamoros	Alta	Baja	Muy alta	Baja
024 Mier	Media	Muy baja	Media	Baja
025 Miguel Alemán	Media	Baja	Alta	Baja
027 Nuevo Laredo	Media	Baja	Alta	Baja
032	Alta	Baja	Alta	Baja
033 Río Bravo	Media	Baja	Alta	Baja
040 Valle Hermoso	Media	Baja	Alta	Baja

**Tabla 7.14.** Municipios de la Región Fronteriza de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores.

Fuente. Monterroso *et al.*, 2013.

Similar a la Región Fronteriza, los eventos hidrometeorológicos extremos que han causado mayores desastres en la Región Valle de San Fernando están relacionados con la presencia de inundaciones ocasionadas por las lluvias extremas que dejan a su paso los huracanes, tormentas tropicales y nortes. Destacan los casos del Huracán Ella en septiembre de 1970, el Huracán Anita en septiembre de 1977, el Huracán Gilberto septiembre de 1988, el Huracán Emily en julio de 2005, el Huracán Alex en julio de 2010 y el Huracán Ingrid en septiembre de 2013. Los impactos van desde numerosos muertos, damnificados y evacuaciones masivas, hasta afectaciones en vivienda y servicios de agua y energía eléctrica, infraestructura carretera, agricultura y ganadería.

Su contraparte, las sequías han ocasionado severas pérdidas principalmente en la agricultura, tal es el caso de las sequías ocurridas a principios de 1986, 1993 y 2006 en las cuales se vieron afectados cultivos de sorgo y girasol en los municipios de San Fernando y Burgos. La sequía más reciente ocurrida a finales de 2011 afectó severamente las actividades agrícolas en los municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando.

#### 7.4.2. Región Valle de San Fernando

91. Ver más detalles en <http://iecc.inecc.gob.mx/municipios-vulnerables.php>

Esta región está también muy impactada por la actividad humana, aunque tiene tasas de crecimiento poblacionales negativas (es la única región del Estado con una tasa de crecimiento poblacional negativa entre 2000 y 2010). Para esta región, las actividades del sector primario así como los servicios constituyen la principal fuente de ingresos de su población, principalmente las actividades agropecuarias pero también pesqueras y forestales. La zona costera (donde se encuentra parte del ANP Laguna Madre y Delta del Río Bravo) es de especial interés ambiental por lo que es prioritario identificar medidas para su conservación.

De acuerdo con los escenarios RCP8.5 en el corto y largo plazo se pueden presentar impactos por aumento en la temperatura media y reducción en la precipitación así como olas de calor y temperaturas máximas extremas. El aumento en el nivel del mar es también un elemento que puede tener implicaciones en el largo plazo con impactos principalmente el biodiversidad y en las actividades pesqueras. El índice desarrollado por Monterroso *et al.*, (2013) muestra que los municipios Burgos y Cruillas presentan una vulnerabilidad media, mientras que los municipios de Méndez y San Fernando tienen una vulnerabilidad baja (véase Tabla 7.15). El municipio de San Fernando es considerado uno de los municipios más vulnerables del país de acuerdo al índice de vulnerabilidad presentado en el PECC.<sup>91</sup> Todos los municipios de la Región presentan un grado alto de exposición, es decir los eventos climáticos extremos se presentan frecuentemente, en lo que corresponde al grado de sensibilidad, los 4 municipios que componen la Región presentan un grado bajo, y finalmente, la componente de capacidad es media para los municipios de Burgos y Cruillas, y alta para los municipios de Méndez y San Fernando.

**Tabla 7.15.**  
Municipios de la Región Valle de San Fernando de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores.

Fuente: Monterroso *et al.*, 2013.

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
005 Burgos	Alta	Baja	Media	Media
010 Cruillas	Alta	Baja	Media	Media
023 Méndez	Alta	Baja	Alta	Baja
035 San Fernando	Alta	Baja	Alta	Baja

Las medidas de adaptación para esta región tienen que enfocarse prioritariamente al sector primario así como a la conservación de la biodiversidad con un fuerte énfasis en la conectividad ec hidrológica.

### 7.4.3. Región Centro

En la Región Centro los desastres están asociados por las sequías que ocasionan severas pérdidas principalmente en la agricultura y ganadería, ejemplo de ello son las pérdidas ocurridas durante las sequías de 1970, 1971, 1978 y 2005. Dos ca-

Los que destacan son la sequía de 1998 asociada con El Niño, la cual ocasionó pérdidas millonarias en la avicultura por la muerte de 900,000 aves a causa de las altas temperaturas, así como numerosos incendios forestales, y la sequía más reciente ocurrida a finales de 2011 que afectó severamente las actividades agrícolas en todos los municipios de la Región.

En el caso de las inundaciones ocasionadas por las lluvias extremas que dejan a su paso los huracanes, tormentas tropicales y nortes, destacan los casos de Huracán Ella en septiembre de 1970 y el Huracán Anita en septiembre de 1977 el cual provocó el derrumbe de casas y desbordamiento de ríos, daños al cableado eléctrico y telefónico, se perdieron totalmente las siembras de cártamo, maíz, sorgo y otros, 17 poblaciones declaradas zonas de desastre, 3500 personas perdieron sus casas y hubieron daños cuantiosos a la pesca. Otros eventos que han dejado severas afectaciones fueron el Huracán Gilberto septiembre de 1988, el Huracán Emily en julio de 2005 y el Huracán Alex en julio de 2010, en este último las intensas lluvias producidas por el huracán y el desfogue de presas de la región, produjeron daños severos en la infraestructura carretera federal, estatal y municipal, cientos de localidades se quedaron sin agua potable, telefonía ni Internet, los servicios bancarios, semáforos y distribución de gasolina dejaron de funcionar, cientos de negocios cerraron, varios puentes destruidos y decenas de comunidades incomunicadas, 12 mil hectáreas de maíz y 15 mil de sorgo y cítricos perdidas y miles de cabezas de ganado se perdieron, cientos de escuelas afectadas y varios centros de salud, 5,500 embarcaciones varadas y hubieron daños severos a la pesca.

La Región también se ve afectada por las bajas temperaturas y heladas que se presentan al paso de los frentes fríos, algunos eventos que han ocasionado decesos ocurrieron en los meses de invierno de 1983, 1992, 1994, 1996, 1997, 2004 y 2011 en el municipio de Victoria, durante la helada de 2007 los cultivos de sorgo y maíz que ya estaban por cosecharse se perdieron completamente en el municipio Jiménez

Esta región es la más heterogénea en las condiciones de su medio ambiente (presenta desde pequeñas porciones de bosque mesófilo de montaña hasta lagunas costeras). Destaca también que presenta las altas tasas de deforestación. En términos de las condiciones socioeconómicas de sus municipios hay también una importante heterogeneidad, en donde destaca el municipio de Victoria, por sus altos niveles económicos y sus bajas condiciones de rezago social y pobreza, y municipios como San Nicolás y Casas con importantes condiciones de rezago social.

En términos de los impactos climáticos, de acuerdo con el escenario RCP8.5 en el corto y largo plazo se pueden presentar reducción en la precipitación y aumento en la temperatura promedio así como olas de calor. Para la Región Centro, el índice desarrollado por Monterroso *et al.*, (2013) muestra que la mayoría de los municipios tienen una vulnerabilidad baja, con excepción de los municipios de Jiménez, Mainero, San Carlos y San Nicolás que es media (véase Tabla 7.16.). En contraste con este índice, el índice utilizado en el PECC muestra que

Soto la Marina es uno de los municipios más vulnerables del país. La componente

de exposición presenta grados de medio a altos, mientras que la de sensibilidad es baja para todos los municipios con excepción del municipio de Padilla que es muy baja, por su parte la mayoría de los municipios presentan un grado de capacidad que va de media a alta.

**Tabla 7.16.**  
Municipios de la  
Región Centro de  
acuerdo al índice de  
vulnerabilidad de  
Monterroso y  
colaboradores.

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
001 Abasolo	Media	Baja	Alta	Baja
008 Casas	Media	Baja	Media	Baja
013 Gúémez	Alta	Baja	Alta	Baja
016 Hidalgo	Alta	Baja	Alta	Baja
018 Jiménez	Alta	Baja	Media	Media
019 Llera	Media	Baja	Alta	Baja
020 Mainero	Alta	Baja	Media	Media
030 Padilla	Media	Muy baja	Alta	Baja
034 San Carlos	Alta	Baja	Media	Media
036 San Nicolás	Media	Baja	Media	Media
037 Soto la Marina	Media	Baja	Alta	Baja
041 Victoria	Media	Baja	Alta	Baja
042 Villagrán	Alta	Baja	Alta	Baja

Fuente: Monterroso *et al.*,  
2013.

#### 7.4.4. Región Altiplano

En la Región del Altiplano los desastres más severos están asociados con la presencia de sequías. Las sequías que han ocasionado mayores afectaciones se presentaron a principios de 1971, 1975, 1978 y 2011 dejando miles de hectáreas de cultivos de temporal dañados y cabezas de ganado pérdidas en los municipios de Bustamante, Jaumave, Miquihuana, Palmillas y Tula. Aunado con el déficit de lluvias y altas temperaturas (ondas de calor) se han presentado incendios forestales, se cuenta con varios registros, entre los que destacan en mayo de 1999 en el municipio de Jaumave donde 2 mil hectáreas se vieron afectadas y 22 viviendas destruidas, en abril de 2006 en el mismo municipio se anunció la declaratoria de emergencia por los incendios. La sequía de 2011 también afectó severamente a la Región.

Las lluvias intensas también han dejado severas afectaciones en la Región que van desde numerosos muertos, damnificados y evacuaciones masivas, hasta afectaciones en vivienda, infraestructura carretera, agricultura y ganadería. Destacan los casos de marzo de 1977, en los municipios de Bustamante, Jaumave, Miquihuana, Palmillas y Tula donde miles de hectáreas de maíz dejaron de sembrarse por las fuertes lluvias, lo que obligo a importar cantidades importantes de ese producto. En septiembre de 2013, las lluvias asociadas al Huracán Ingrid dejaron a diversas comunidades incomunicadas, escuelas y centros de salud dañados y numerosas comunidades permanecieron sin agua ni energía eléctrica.

Con base en el escenario RCP8.5 esta región en el corto plazo presenta menos probabilidad de disminución de precipitación que el resto de las otras e incluso tanto en el corto como en el largo plazo hay la probabilidad de que se incrementen las lluvias extremas. En lo referente al aumento en la temperatura media así como las olas de calor, hay también la probabilidad de que se vea altamente impactada por estos eventos.

De acuerdo al índice desarrollado por Monterroso *et al.*, (2013), los municipios Bustamante y Palmillas presentan una vulnerabilidad media, mientras que los municipios de Jaumave, Miquihuana y Tula presentan una vulnerabilidad baja (véase Tabla 7.17.). Todos los municipios presentan valores medios para la componente de exposición, en la componente de sensibilidad los municipios de Jaumave y Palmillas presentan valores bajos, mientras que los municipios de Bustamante, Miquihuana y Tula los valores son medios, la capacidad es alta en los municipios de Jaumave, Miquihuana y Tula, y para los municipios Bustamante y Palmillas es media.

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
006 Bustamante	Media	Media	Media	Media
017 Jaumave	Media	Baja	Alta	Baja
026 Miquihuana	Media	Media	Alta	Baja
031 Palmillas	Media	Baja	Media	Media
039 Tula	Media	Media	Alta	Baja

**Tabla 7.17.** Municipios de la Región Altiplano de acuerdo al índice de vulnerabilidad de Monterroso y colaboradores.

Fuente: Monterroso *et al.*, 2013.

En términos de las medidas de adaptación para esta región, dadas sus condiciones ambientales, sociales y económicas es prioritario considerar medidas para fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de sus ecosistemas, así como un énfasis en mejorar las condiciones de calidad de vida de la población rural que además presenta altos niveles de analfabetismo. Es también importante considerar medidas de conservación de suelo y agua.

Al igual que la Región del Altiplano, en la Región Mante los desastres más severos están asociados con la presencia de sequías. Destacan los eventos del 1970, 1971, 1975, 1978, 1982 y 2011 con miles de hectáreas de cultivos de temporal afectadas y cabezas de ganado pérdidas en los municipios de Antiguo Morelos, El Mante, Gómez Farías, Ocampo y Xicoténcatl. Los incendios forestales asociados con el déficit de lluvias y las altas temperaturas son otro de los eventos a destacar, por ejemplo, en abril de 2006, se aplicó la declaratoria de emergencia en los municipios de Antiguo Morelos y Ocampo.

Las inundaciones relacionadas con lluvias intensas por la ocurrencia de huracanes, ondas tropicales y frentes fríos son otro de los eventos que han afectado la Región. Por ejemplo, con el Huracán Dean en agosto de 2007 varias comunida-

#### 7.4.5. Región Mante

des tuvieron que ser evacuadas en helicóptero debido a que quedaron incomunicadas, las lluvias interrumpieron la siembra de varios cultivos también. En julio de 2008 las lluvias asociadas con la onda tropical No. 11 y 12 desbordaron el río El Comandante, se cerró la carretera nacional México-Laredo y se vio seriamente afectada la actividad ganadera. En julio de 2010 las inundaciones dejado por Huracán Alex afectaron todos los municipios de la Región dejando numerosos damnificados y evacuaciones masivas, hasta afectaciones en vivienda, infraestructura carretera, agricultura y ganadería. En septiembre de 2013, el Huracán Ingrid afectó numerosas viviendas y los servicios de agua y energía eléctrica, y ocasionó considerables daños en carreteras y caminos.

Esta región es especialmente importante por sus condiciones ecológicas, en donde se encuentra la reserva de la biósfera El Cielo, así como por sus actividades agropecuarias y de servicios (principalmente el comercio). De acuerdo con los escenarios RCP8.5 (Cuadro 77a y 77b) esta región se verá afectada con disminución en su precipitación, aumento en la temperatura media y sequías meteorológicas tanto en el corto como en el largo plazo, y específicamente en el largo plazo, de acuerdo con este escenario se presentarán olas de calor.

El índice de Monterroso *et al.*, (2013) muestra que los municipios Antigua Morelos, Gómez Farías y Nuevo Morelos presentan un grado medio, mientras que los municipios de El Mante, Ocampo y Xicoténcatl tienen una vulnerabilidad baja (véase Tabla 7.18.). El Mante y Antigua Morelos son considerados en la lista de municipios más vulnerables del país de acuerdo al PECC. Todos los municipios presentan valores medios para la componente de exposición y valores bajos para la componente de sensibilidad, en lo que se diferencian es en la componente de capacidad, que es media para los municipios Antigua Morelos, Gómez Farías y Nuevo Morelos y alta para los municipios de El Mante, Ocampo y Xicoténcatl.

**Tabla 7.18.**  
Municipios de la Región  
Mante de acuerdo al  
índice de vulnerabilidad  
de Monterroso y  
colaboradores.

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
004 Antigua Morelos	Media	Baja	Media	Media
011 Gómez	Media	Baja	Media	Media
021 El Mante	Media	Baja	Alta	Baja
028 Nuevo Morelos	Media	Baja	Media	Media
029 Ocampo	Media	Baja	Alta	Baja
043 Xicoténcatl	Media	Baja	Alta	Baja

Fuente: Monterroso *et al.*,  
2013.

En esta región es especialmente relevante instrumentar medidas de adaptación para el sector primario así como para la biodiversidad y fortalecer las capacidades de adaptación de la población principalmente porque presenta altos grados de analfabetismo.

La Región Sur se ha visto afectada principalmente por inundaciones relacionadas con las lluvias de huracanes, tales como en septiembre de 1974 al paso de los Huracanes Fifi y Orlene provocando daños hasta del 80% del total en cultivos de la región y numerosos poblados y ejidos incomunicados. En julio de 2005, ante el Huracán Emily se procedió a la evacuación preventiva y se vio afectada la actividad agrícola. Al igual que en las otras regiones del Estado, con el Huracán Alex en julio de 2010, cientos de viviendas y cultivos en ejidos quedaron bajo el agua y hubieron numerosos de damnificados. Un año después de Alex, la tormenta tropical Arlene afectó Tampico, Altamira, González y Ciudad Madero dejando a su paso numerosos municipios afectados, más de 47 mil personas afectadas y 285 mil sin energía eléctrica, se suspendieron las clases en todos los niveles, 2 mil personas fueron evacuadas, se registran daños en al menos 2,500 viviendas y alrededor de 10 mil personas permanecieron en albergues. En septiembre de 2013, los impactos del Huracán Ingrid se resumen en numerosas viviendas afectadas y considerables daños en carreteras y caminos, comunidades rurales incomunicadas y cuantiosos daños a la agricultura y pesca. En particular en el municipio de Altamira varios cocodrilos fueron arrastrados fuera de los cuerpos de agua, mientras que PEMEX Exploración y Producción cerró 24 pozos petroleros en la zona de Ébano-Pánuco-Cacalilao.

La sequía de 1970 afectó los municipios de Aldama, Altamira y González afectando miles de hectáreas de naranjales, la cosecha fue 50% menor de lo esperado. Otros episodios de sequías se han presentado en 1975, 1979 y el más reciente 2011 dejado miles de hectáreas de cultivos de temporal afectadas. Las olas de calor son otro de los eventos que pueden provocar desastres severos en la Región, tal es el caso de la ola de calor de mayo de 1999 que ocasionó varias muertes por deshidratación en la ciudad de Altamira.

Otro de los eventos que impactan a la Región son los vendavales asociados con las presencias de nortes, por ejemplo, en enero y febrero de 2010 en diversas ocasiones los puertos de Tampico y Altamira fueron cerrado a la navegación, lo que afectó la pesca y la extracción de petróleo.

Esta región presenta condiciones sociales y económicas semejantes a la Fronteriza, en el sentido de un gran dinamismo económico y poblacional. En esta región es especialmente relevante la actividad portuaria, así como las manufacturas y el sector energético. Aquí destaca también la zona metropolitana de Tampico-Madero-Altamira por su alta densidad poblacional situada a pocos metros del nivel medio del mar, lo que la hace especialmente vulnerable al aumento del nivel del mar. Otra condición que ha sido ampliamente abordada es la importancia de sus lagunas costeras. Finalmente hay que considerar que la mayor parte del turismo de playa se concentra también en esta región.

En lo referente a los escenarios RCP8.5 sobre sale que en el corto y largo plazo habrá una disminución de la precipitación, aumento en las temperaturas medias, aumento en nivel del mar, sequías y olas de calor. Específicamente para el corto plazo (2015-2099) destaca la probabilidad de lluvias extremas y temperaturas mínimas extremas.

#### 7.4.6. Región Sur

De acuerdo al índice desarrollado por Monterroso *et al.*, (2013), todos los municipios de la región presentan una vulnerabilidad baja, con excepción del municipio de Tampico que es media (véase Tabla 7.19.). En esta Región los municipios de González, Altamira, Ciudad Madero y Tampico forman parte de la lista de municipios más vulnerables del país de acuerdo al PECC. La componente de exposición presenta valores medios en los municipios de Aldama, Ciudad Madero y González, es alta para el municipio de Altamira y muy alta para el municipio de Tampico, la mayoría de los municipios presentan sensibilidad baja, con excepción del municipio de Tampico que es muy baja, mientras que la capacidad en los municipios de Altamira, Ciudad Madero y González es alta, y en los municipios de Aldama y Tampico es media.

**Tabla 7.19.**  
Municipios de la Región  
Centro de acuerdo al  
índice de vulnerabilidad  
de Monterroso y  
colaboradores.

Fuente: Monterroso *et al.*,  
2013.

Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad
002 Aldama	Media	Baja	Media	Baja
003 Altamira	Alta	Baja	Alta	Baja
009 Ciudad Madero	Media	Baja	Alta	Baja
012 González	Media	Baja	Alta	Baja
038 Tampico	Muy alta	Muy baja	Media	Media

Las medidas de adaptación en esta región, por sus características anteriormente mencionadas, tiene que abarcar de manera integral y prioritaria aspectos ambientales (con énfasis en los cuerpos y corriente de agua), sociales (con énfasis en las condiciones urbanas de la zona metropolitana) y económicos, considerando actividades industriales, portuarias y del sector energético.

**7.5. Ejes  
Estratégicos y  
Líneas de Acción  
para la Adaptación al  
Cambio Climático**

Este componente tiene como objetivo general el reducir las condiciones de vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia de los sistemas ambiental, social y productivo del Estado de Tamaulipas así como el fortalecimiento de las capacidades de adaptación de los sectores gubernamental, social y privado. Para esto se presentan cuatro ejes estratégicos y 48 líneas de acción. Los Ejes Estratégicos son los siguientes:

- A.1 Fortalecimiento de la resiliencia ambiental
- A.2 Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad
- A.3 Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.
- A.4 Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación

A continuación se presenta cada uno de los ejes con sus objetivos así como una Tabla donde se describen las líneas de acción y otra para identificar los actores clave para su instrumentación. En el Anexo 6\_Medidas de Adaptación, se presentan por cada línea de acción, la región o regiones en las cuáles aplica, los co-beneficios en materia de mitigación, las metas al 2020 y al 2030 en términos de fortalecimiento de capacidades para la adaptación, los elementos a considerar en los costos de la medida, la relevancia de la línea de acción desde una perspectiva de género, así como su relación con el Plan Estatal de Desarrollo 2011 – 2016 y con la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40.

### Eje Estratégico A.1.

#### Fortalecimiento de la resiliencia ambiental

**Objetivo:** Fortalecer e incrementar la resiliencia de los ecosistemas y los servicios que proveen tomando como base la funcionalidad de las cuencas y la conectividad entre ecosistemas terrestres, costeros y marinos.

#### A1. Líneas de acción. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental

- A.1.1. Establecer y fortalecer programas de manejo de cuencas y subcuencas con criterios de adaptación, conservación de suelo y agua y mantenimiento de los servicios ambientales hídricos.

---

- A.1.2. Impulsar proyectos de conservación, restauración y conectividad de las áreas y espacios naturales que brindan servicios ambientales y contribuyen a la recarga de acuíferos.

---

- A.1.3. Instrumentar un programa de restauración de la vegetación riparia, rehabilitación y saneamiento de corrientes y cuerpos de agua.

---

- A.1.4. Incrementar la representación de ecosistemas prioritarios en el sistema de áreas naturales protegidas.

---

- A.1.5. Fomentar la actualización o creación de programas de manejo para las áreas naturales protegidas de competencia estatal, que incluyan estrategias de adaptación como prevención de incendios, restauración de suelos y fortalecimiento de capacidades.

---

- A.1.6. Establecer acciones para la preservación de las especies endémicas mediante la vigilancia y la restauración de ecosistemas.

---

- A.1.7. Impulsar en conjunto con el Gobierno Federal un programa de manejo, restauración y protección de la vegetación de manglares, humedales costeros y dunas.

---

- A.1.8. Establecer en coordinación con la federación un programa para la detección temprana y erradicación de especies invasoras en ecosistemas terrestres, acuícolas, costeros y marinos.

---

- A.1.9. Identificar pasivos ambientales y establecer un programa de remediación en los que se consideren prioritarios a fin de disminuir su impacto en agua y suelos.

---

- A.1.10. Garantizar el 100% de tratamiento de aguas residuales e instrumentar un programa de reúso de aguas residuales para la agricultura de riego, la industria y las actividades extractivas.

---

- A.1.11. Realizar, en coordinación con la federación un programa de restauración de suelos, así como reconversión de superficies de áreas que hayan sido agropecuarias y ya no se aprovechen. Se pueden identificar tanto para uso agrosilvopastoril como para aprovechamiento forestal.

---

**Tabla 7.20.**

Líneas de Acción del Eje A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental.

**Tabla 7.21.**  
Actores clave para su instrumentación del Eje A.1.

Gobierno Estatal	Gobierno Federal	Otros
<ul style="list-style-type: none"> <li>Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente</li> <li>Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas</li> <li>Comisión Estatal para la Conservación y Aprovechamiento Económico de la Vida Silvestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales</li> <li>Comisión Nacional del Agua</li> <li>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad</li> <li>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas</li> <li>Secretaría de Marina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Municipios</li> <li>Organizaciones de la sociedad civil</li> <li>Organizaciones de productores y sector privado</li> <li>Universidades y centros de investigación</li> <li>Organismos multilaterales de cooperación.</li> </ul>

**Enfoque Territorial:** Por las condiciones ambientales del Estado, estas medidas deben de tener una aplicación en todas las regiones atendiendo a las especificidades de cada una (por ejemplo: la Región Mante y la Región Altiplano no tienen litoral).

**Eje Estratégico A.2.**  
Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad

**Objetivo:** Desarrollar mecanismos y acciones para atender a personas y comunidades tanto urbanas como rurales a fin de reducir los impactos del cambio climático en su salud, su calidad de vida, sus bienes y su acceso a servicios

**Tabla 7.22.**  
Líneas de Acción del Eje A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.

A2. Líneas de acción. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad	
A.2.1.	Impulsar programas municipales de adaptación que articulen los ordenamientos ecológicos regionales, los atlas de riesgo y los programas de desarrollo urbano considerando los efectos del cambio climático.
A.2.2.	Promover con los tres órdenes de gobierno proyectos integrales para la reubicación de población que habita en zonas de alto riesgo.
A.2.3.	Actualizar reglamentos de construcción de viviendas y obras públicas que incorporen criterios climáticos, para mejorar el uso de energía, las azoteas verdes, así como la captación de agua.
A.2.4.	Promover y fortalecer áreas verdes arboladas y bosques urbanos con plantas nativas de cada región.
A.2.5.	Impulsar con los órdenes de gobierno la rehabilitación, regulación y administración de la infraestructura hidráulica, y la construcción de drenaje pluvial y sistemas urbanos de drenaje sustentable (SUDS) en las zonas urbanas minimizando su impacto ambiental.
A.2.6.	Fortalecer con elementos para enfrentar los impactos climáticos el sistema estatal de seguridad en salud, los mecanismos de coordinación y los procedimientos anticipatorios, de atención en las alertas, contingencias y emergencias de salud pública

A2. Líneas de acción. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad

A.2.7. Establecer un programa de fomento a los huertos familiares de traspatio tanto en zonas urbanas como rurales para contribuir a la seguridad alimentaria

A.2.8. Establecer una estrategia estatal de género y cambio climático.

A.2.9. Elaborar inventarios de especies de flora nativas por municipio para que sean consideradas de atención prioritaria dentro de los instrumentos de planeación urbana y municipal.

Tabla 7.23.

Actores clave para la instrumentación del Eje A.2.

Gobierno Estatal	Gobierno Federal	Otros
<ul style="list-style-type: none"> <li>Secretaría de Desarrollo Social</li> <li>Secretaría de Educación</li> <li>Secretaría de Salud</li> <li>Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente</li> <li>Protección Civil</li> <li>Comisión Estatal del Agua en Tamaulipas</li> <li>Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas</li> <li>Instituto Tamaulipeco de Infraestructura, Física y Educativa</li> <li>Instituto de la Juventud de Tamaulipas</li> <li>Instituto Tamaulipeco de Vivienda y Urbanización</li> <li>Instituto de la mujer Tamaulipeca</li> <li>Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gobierno Federal:</li> <li>Coordinación General de Protección Civil</li> <li>Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano</li> <li>Secretaría de Salud</li> <li>Secretaría de Educación</li> <li>Pública Secretaría de Desarrollo Social Inmujeres</li> <li>Comisión Nacional del Agua</li> <li>Centro Nacional de Prevención de Desastres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Municipios</li> <li>Organizaciones de la sociedad civil</li> <li>Organizaciones de productores y sector privado</li> <li>Universidades y centros de investigación</li> <li>Organismos de cooperación internacional.</li> </ul>

**Enfoque Territorial:** Los centro de población tanto urbanos como rurales y la población que habita en ellos tienen condiciones diferenciadas que deben ser consideradas en la instrumentación de las acciones de este eje.

Eje Estratégico A.3.  
Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.

**Objetivo:** Incrementar el conocimiento y la capacidad de acción frente al cambio climático de los distintos sectores productivos a fin de reducir los impactos en la productividad y la economía estatal.

A.3. Líneas de acción. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura

A.3.1. Fortalecer a las organizaciones productivas del sector primario con conocimientos y prácticas de manejo sustentable que permitan monitorear y prevenir los impactos del cambio climático y promoviendo el desarrollo de capacidades para la adaptación

Tabla 7.24.

Líneas de Acción del Eje A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.

A.3. Líneas de acción. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura	
A.3.2.	Fortalecer las acciones de modernización y tecnificación de la infraestructura de riego a fin de disminuir pérdidas en agua.
A.3.3.	Establecer un programa de fomento a la diversificación productiva y a los sistemas agrosilvopastoriles como medida de adaptación en zonas agrícolas de temporal y zonas ganaderas.
A.3.4.	Impulsar el uso de coberturas de riesgos y producción por contrato en granos básicos, hortalizas, frutas, productos pecuarios y pesqueros.
A.3.5.	Establecer un programa de protección de polinizadores para las zonas agrícolas.
A.3.6.	Establecer acciones para la conservación y restauración de suelo en tierras agrícolas, pecuarias y forestales.
A.3.7.	Fortalecer la investigación en especies forestales que puedan adaptarse mejor al cambio climático dando prioridad a especies nativas.
A.3.8.	Fortalecer programas de detección temprana y atención a enfermedades, plagas e incendios en las zonas agropecuarias y forestales.
A.3.9	Fortalecer el manejo forestal sustentable y la recuperación de ecosistemas forestales degradados utilizando especies nativas para incrementar la prestación de los servicios ecosistémicos.
A.3.10.	Elaborar, en conjunto con el sector privado, análisis de las necesidades futuras de la industria en escenarios de escasez de agua y aumento de la temperatura, impactos en la salud laboral para priorizar acciones de adaptación <i>ad hoc</i> .
A.3.11.	Adecuar los requerimientos de las evaluaciones de impacto ambiental para que se incluyan escenarios climáticos de la demanda futura de agua, el análisis de eficiencia energética y el impacto ambiental para inducir mediante incentivos económicos la reconversión de las operaciones de los sectores productivos.
A.3.12.	Establecer un plan de acción para el sector turismo que considere evaluar la infraestructura turística en las sierras, las zonas urbanas, las playas y las zonas aledañas a cuerpos y corrientes de agua y establecer un plan de reducción de vulnerabilidad así como disminuir el impacto y la huella ambiental de estas actividades.
A.3.13.	Establecer en coordinación con la federación un programa de evaluación e inversión para la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático en la infraestructura carretera y portuaria.
A.3.14.	Coordinar en conjunto con la federación un programa para evaluar y reducir la vulnerabilidad de la infraestructura e instalaciones estratégicas del sector energético expuestos a amenazas climáticas.

**Tabla 7.25.**  
Actores clave para la instrumentación del Eje A.3.

Gobierno Estatal	Gobierno Federal	Otros
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo</li> <li>• Secretaría de Obras Públicas</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Rural</li> <li>• Protección Civil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno Federal:</li> <li>• Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.</li> <li>• Comisión Nacional Forestal</li> <li>• Secretaría de Economía</li> <li>• Secretaría de Energía</li> <li>• Secretaría de Turismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipios</li> <li>• Organizaciones de la sociedad civil</li> <li>• Organizaciones de productores y sector privado</li> <li>• Universidades y centros de investigación</li> <li>• Organismos de cooperación internacional.</li> <li>• Cámaras de comercio.</li> </ul>

Enfoque territorial: Este eje requiere el fortalecimiento de las capacidades de los sectores productivos en general, pero por las características económicas del Estado hay condiciones diferenciadas: el sector primario requiere medidas de adaptación en todas las regiones, las actividades manufactureras en industriales se concentran principalmente en la Región Fronteriza y Sur.

Eje Estratégico A.4.  
Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación

**Objetivo:** Establecer acciones para mejorar el conocimiento sobre los impactos del cambio climático en Tamaulipas, así como fortalecer la coordinación, la participación activa de la sociedad, la comunicación y la educación para la adaptación.

A.4. Líneas de acción. Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la adaptación

- A.4.1. Fortalecer, consolidar y articular los sistemas de gestión integral de riesgos.

---

- A.4.2. Fortalecer la investigación y el monitoreo sobre los ecosistemas terrestres, costeros y marinos y evaluar periódicamente el impacto de los eventos climáticos.

---

- A.4.3. Fortalecer la investigación y divulgación sobre el impacto del cambio climático en poblaciones urbanas y rurales y las medidas de adaptación.

---

- A.4.4. Promover la elaboración y actualización de estudios sobre impactos del cambio climático y medidas de adaptación en los sectores primario, secundario y terciario de Tamaulipas.

---

- A.4.5. Integrar en el marco de las asignaturas estatales de la SEP para la educación secundaria un temario sobre conocimientos básicos de cambio climático con enfoque en la adaptación.

---

- A.4.6. Establecer en conjunto con CONACYT y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y tecnología (COTACyT) un fondo mixto para la investigación en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

---

- A.4.7. Concluir la elaboración de los ordenamientos ecológicos regionales con criterios de adaptación y su publicación en el periódico oficial a fin de que adquieran un carácter vinculante.

---

- A.4.8. Diseñar e instrumentar mecanismos para la información, comunicación y promoción de la participación social en toma de decisiones y la instrumentación de acciones de adaptación con enfoque de género.

---

- A.4.9. Establecer un programa de fortalecimiento de las capacidades municipales para la adaptación, integrando conceptos, escenarios climáticos y análisis de vulnerabilidad.

---

- A.4.10. Crear un fondo estatal para la restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas más degradados y más vulnerables al cambio climático, así como la prevención y recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos.

---

- A.4.11. Elaborar y dar seguimiento a un portal estatal sobre cambio climático como un medio para informar y sensibilizar a todos los sectores de la población en la materia, incluido los avances del PECC.

**Tabla 7.26.**

Líneas de Acción del Eje A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación.

A.4. Líneas de acción. Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la adaptación

A.4.12. Elaborar e instrumentar una campaña de sensibilización en redes sociales y medios de comunicación que incentive la participación ciudadana para la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.

A.4.13. Impulsar y fortalecer la cooperación regional y binacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.

A.4.14. Establecer un mecanismo para certificar que los planes de desarrollo municipal incorporen el establecimiento de medidas de reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito de su jurisdicción.

A.4.15. Desarrollar un sistema estatal de monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático que integre al sector público, privado, social y a la comunidad científica.

**Tabla 7.27.**  
Actores clave para la instrumentación del Eje A.4.

Gobierno Estatal	Gobierno Federal	Otros
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Social</li> <li>• Secretaría de Educación</li> <li>• Secretaría de Salud</li> <li>• Secretaría de Finanzas</li> <li>• Secretaría de Administración</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Rural</li> <li>• Protección Civil</li> <li>• TV Tamaulipas</li> <li>• Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnológica</li> <li>• Instituto de la Mujer Tamaulipeca</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</li> <li>• Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático</li> <li>• Centro Nacional de Prevención de Desastres</li> <li>• Todas las entidades que conforman la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.</li> <li>• Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipios</li> <li>• Organizaciones de la sociedad civil</li> <li>• Organizaciones de productores y sector privado</li> <li>• Universidades y centros de investigación</li> <li>• Organismos de Cooperación.</li> <li>• Medios de comunicación.</li> </ul>

**7.6. Hacia la implementación de los ejes estratégicos y las líneas de acción.**

Los cuatro ejes y las 49 líneas de acción que incluyen presentan una reto adicional ¿cómo priorizar? ¿A cuáles se les da mayor atención que a otras? Hay que considerar que el tema de la Adaptación en el Estado de Tamaulipas debe tener una presencia cada vez mayor en todos los sectores. Por esta razón se considera que la priorización debe ser en dos sentidos:

Por tiempos: Hay acciones como la investigación, la sistematización de información y la coordinación que son condiciones habilitadoras para instrumentar otro tipo de acciones con un impacto mayor en el territorio y la sociedad. En los sectores donde hay vacíos en la información para la toma de decisiones (Sobre todo en el eje 3) es prioritario iniciar con estas acciones. En sectores donde hay mayor información (por ejemplo, sector hídrico, biodiversidad y agricultura) se puede iniciar con acciones más concretas.

Por regiones: Las especificidades de cada región son también una manera natural de priorizar los recursos para instrumentar las acciones de cada dependencia.

- Por disponibilidad de recursos: Identificando los recursos (infraestructura, humano) con los que actualmente se cuenta y canalizar las acciones que pudieran iniciar de manera inmediata.
- 

Sin embargo hay que anotar también que existen criterios definidos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40 (ENCC) para la priorización de medidas de adaptación. En la Tabla 7.28. se presentan los criterios de la ENCC y los resultados del ejercicio de ponderación de criterios con los actores clave del Estado, en donde se decidió sólo diferenciar los criterios en dos rangos (alto y bajo). Este es el resultado de un ejercicio específico, sin embargo, al momento de aplicar diferentes metodologías de priorización con actores clave las ponderaciones pueden variar. (GIZ, 2013).

Criterios contenidos en la ENCC	Ponderación de los actores clave (Alta y baja)
1. Atención a poblaciones más vulnerables. La medida da prioridad al apoyo de las poblaciones cuyas condiciones las hacen más vulnerables ante los efectos del cambio climático.	Alta
2. Transversalidad con políticas, programas o proyectos. La medida es coherente y se articula con instrumentos de política de cambio climático, tales como la ENCC Visión 10-20-40, los programas estatales y municipales de cambio climático, programas sectoriales de diferentes órdenes de gobierno, entre otros.	Baja
3. Fomento de la prevención. La medida fomenta la adaptación planeada a partir de un enfoque preventivo y apuesta por la prevención más que por la reacción.	Alta
4. Sustentabilidad en el aprovechamiento y uso de los recursos naturales. La medida promueve el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Esto incluye agua, suelo y recursos bióticos.	Alta
5. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. La medida contempla preservar y restaurar los ecosistemas y servicios que proveen para aumentar la resiliencia al cambio climático y frenar los procesos de deterioro.	Alta
6. Participación activa de la población objetivo y fortalecimiento de capacidades. La población se involucra activamente incorporando su conocimiento y experiencia en todas las fases del proceso y se apropia de la medida.	Alta

**Tabla 7.28.**  
Criterios para priorizar medidas de adaptación.

Criterios contenidos en la ENCC	Ponderación de los actores clave (Alta y baja)
7. Fortalecimiento de capacidades para la adaptación. La medida promueve el fortalecimiento de las capacidades individuales, de grupos o redes en materia de adaptación al cambio climático.	Alta
8. Factibilidad. La medida considera la capacidad institucional, financiera, política, normativa, técnica y social que permite su implementación y sostenibilidad.	Alta
9. Coordinación entre actores y sectores. La medida fomenta la coordinación entre diferentes sectores e instituciones de los tres órdenes de gobierno, academia, y sociedad civil.	Baja
10. Flexibilidad. La medida puede ajustarse en respuesta a necesidades específicas, además produce beneficios bajo cualquier escenario de cambio climático.	Baja
11. Monitoreo y evaluación. La medida presenta una propuesta para su monitoreo y evaluación que incluye indicadores estratégicos de impacto enfocados en su cumplimiento y efectividad.	Alta
12. Costo efectividad o costo beneficio (se toma cuando pueden ser evaluadas todas las medidas)	Baja

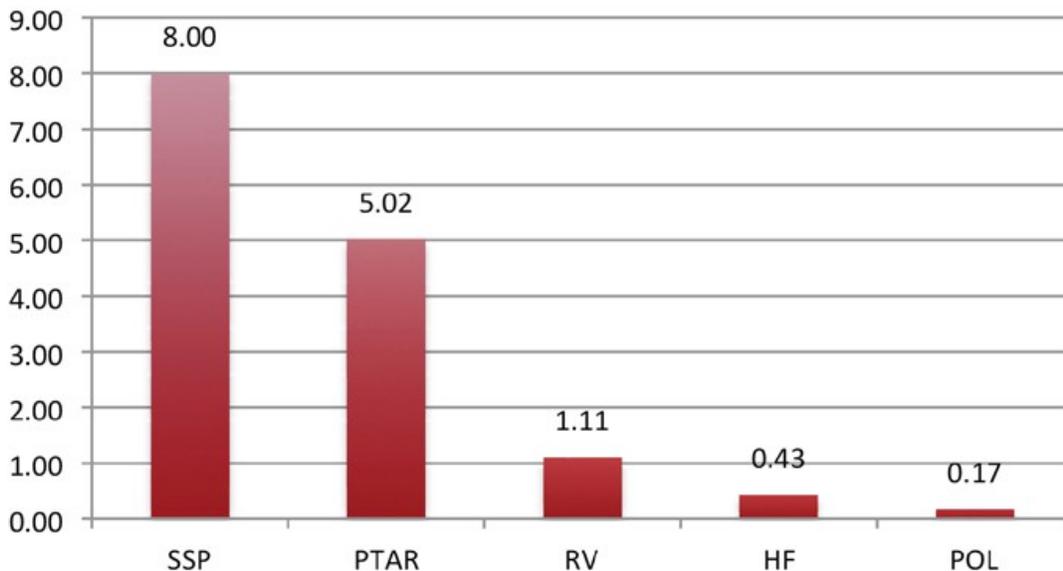
Fuente. Elaboración propia con base en la ENCC y los resultados del taller de julio de 2015 en Ciudad Victoria.

Los criterios en este nivel de planeación son elementos importantes para el diseño específico de las acciones que se instrumentaran en campo, en donde hay más información sobre temas como la cantidad de población involucrada, o la participación activa de la población en la toma de decisiones. Sin embargo, con el objetivo de avanzar en las propuestas metodológicas se hizo un análisis costo-beneficio de cinco medidas: 1) huertos familiares, 2) reubicación de viviendas urbanas en zonas de riesgo, 3) tratamiento de aguas residuales para su uso productivo o en áreas verdes, 4) prácticas de conservación de polinizadores para la agricultura y 5) establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles.

Para cada medida se presentan parámetros de rentabilidad económica, el flujo de efectivo generado por unidad de análisis durante el horizonte de evaluación y al final, a partir de un modelo de introducción y penetración de tecnologías e innovación (Modelo de Bass, 1969), se presenta la evolución en la adopción de cada medida para alcanzar una meta final en 2030 (por ejemplo, el número de hectáreas que establecen sistemas silvopastoriles al año).<sup>92</sup> Para ilustrar los resultados, la Gráfica 7.15. presenta los índices costo beneficio de cada medida. Como se puede observar, la medida con la mayor rentabilidad es la de sistemas agrosilvopastoriles, con la cual se generan 8 pesos por cada peso invertido de beneficio neto. En segundo lugar se ubica la planta de tratamiento de aguas residuales y en tercero la reubicación de viviendas. Este ordenamiento permite priorizar la realización de medidas de acuerdo a su rentabilidad económica.

92. Los resultados completos se presentan en el Anexo 7a\_ ACB\_Mitig yAdapt.

**Gráfica 7.15.**  
Índice Costo - Beneficio (ICB) de cada medida (\$ de Beneficio/\$ invertido).



Hay que recalcar que la adaptación se trata de un proceso que parte del fortalecimiento de las capacidades de todos los actores involucrados. El análisis de las condiciones de vulnerabilidad, los escenarios y la propuesta de medidas, procuran sentar las bases de dicho proceso, sin embargo, en la medida en la que más sectores y actores se involucren como promotores y corresponsables, será posible ir generando mejor información, más profunda, adecuada y pertinente para las necesidades del Estado.

Fuente: Elaboración propia con base en Lara, 2015.

Nota: SSP (establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles); PTAR (tratamiento de aguas residuales para su uso productivo o en áreas verdes); RV (reubicación de viviendas urbanas en zonas de riesgo); HF (huertos familiares); POL (prácticas de conservación de polinizadores para la agricultura).

## CAPÍTULO 8. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE, VERIFICACIÓN (MRV) Y MONITOREO Y EVALUACIÓN (M&E) DE LAS ACCIONES

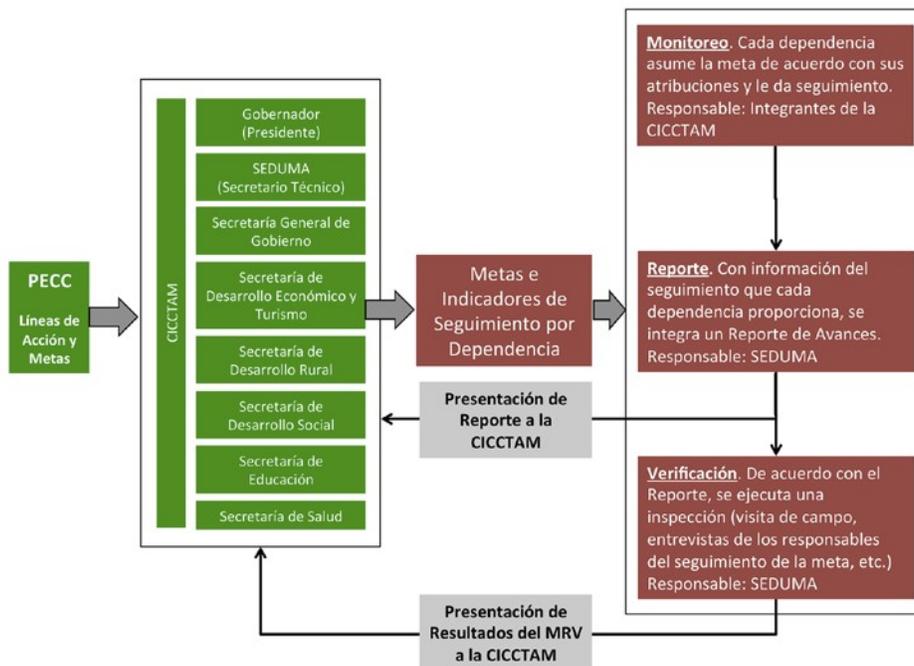
### 8.1. Funcionamiento de un Sistema MRV y M&E

Los Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) y los de Monitoreo y Evaluación (M&E) surgieron como una necesidad de dar transparencia y certidumbre a las acciones, permiten dar comparabilidad, consistencia, transparencia y precisión a la información sobre el cumplimiento de las metas de mitigación y adaptación. (ENCC, 2013). Se implementaron también por una necesidad de dar seguimiento a los compromisos de reducción de emisiones de los países que reciben apoyo financiero o tecnológico para fortalecer sus capacidades técnicas y de mitigación de GEI. El sistema MRV permite dar seguimiento a los compromisos de mitigación que se asumen en el PECC.<sup>93</sup> Como su nombre lo indica, un Sistema MRV se articula de tres componentes:

- **Monitoreo:** Que implica la acción de dar seguimiento a las emisiones de GEI mitigadas por cada acción, lo que permite observar si se está cumpliendo con la meta o no. El monitoreo debe nutrirse de lo que cada dependencia de la CICCTAM informa sobre las acciones que lleva a cabo para dar cumplimiento a la meta.
- **Reporte:** Que implica la acción de informar sobre los hallazgos en la etapa de monitoreo, es decir, se miden las emisiones mitigadas, se procesan y se integran en un reporte para dar cuenta de la situación que guarda el cumplimiento de las metas. El reporte lo realiza normalmente la dependencia con las atribuciones en materia de cambio climático, en este caso, la SEDUMA.
- **Verificación:** Que implica la acción de contrastar lo que se reporta, contra lo que realmente se está cumpliendo de las metas de mitigación o adaptación. Conlleva en algunos casos, verificación en campo, entrevistas con los responsables del seguimiento, etc. y reporte de las medidas implementadas, a fin de que la verificación se efectúe de manera adecuada. La verificación permite confirmar o ajustar el avance de los logros o las limitaciones

<sup>93</sup>. Los Artículos 27 y 31 de la Ley General de Cambio Climático señalan de manera explícita que las políticas nacionales de mitigación y adaptación deberán prever instrumentos de monitoreo, reporte, verificación y evaluación.

El Sistema MRV permite asimismo, ajustar las metas y alcances del PECC, identificar debilidades en la estructura institucional (técnicas, financieras, de capacitación, materiales, normativas) o las necesidades de coordinación e intercambio de información para lograr la meta, etc.; de ahí la importancia de implementarlo. La Figura 8.1. ilustra de manera esquemática, cómo se inserta el Sistema MRV en la implementación del PECC.



**Figura 8.1.** Esquema conceptual del Sistema MRV para el PECC.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las metas de adaptación y vulnerabilidad, y en virtud de que se trata muchas veces de metas no cuantificables mediante datos duros, se ocupa un sistema similar, pero orientado al Monitoreo y Evaluación (M&E).

En la medida en que el Sistema MRV está orientado al seguimiento de metas cuantificables de mitigación, es posible alimentarlo en periodos cortos de tiempo, por ejemplo de manera anualizada y con una evaluación más profunda de manera quinquenal, es decir, hacia el 2020, 2025 y 2030. En contraste, el Sistema de M&E está orientado a dar cuenta de los avances de las medidas de adaptación, cuyos impactos se perciben a más largo plazo. Por ello, el Monitoreo y Evaluación en este caso, se sugiere llevarlo a cabo en periodos más largos de tiempo, por ejemplo de manera quinquenal.

Construir un Sistema MRV requiere disponer de mucha información de los sectores y subsectores asociados a las metas planteadas en el PECC, por lo que será necesario identificar todas las fuentes de información disponible y su ubicación, los actores concernidos y las instituciones involucradas en su implementación. Este ejercicio permitirá identificar las posibles debilidades y requerimientos que es necesario cubrir para diseñar y operar un Sistema MRV adecuado.

La implementación de un MRV requiere adicionalmente de las siguientes condiciones:

- Contar con un compromiso político de alto nivel y un marco jurídico e institucional favorable
- Contar con una clara delimitación de responsabilidades y roles en la implementación tanto de las metas del PECC; como en el monitoreo, reporte y verificación de su cumplimiento
- Disponibilidad de información precisa, coherente y consistente que permita alimentar al Sistema MRV y que arroje resultados confiables y transparentes.
- Una comunicación fluida entre los actores involucrados
- Generación de capacidades para la operación del sistema MRV.
- Información de calidad, confiable y metodologías estandarizadas y aceptadas a nivel internacional.

## 8.2. Responsabilidades en la operación del Sistema MRV y M&E

Todas las dependencias integrantes de la CICC son corresponsables en el seguimiento, monitoreo, reporte, verificación y evaluación de las Metas del PECC. La CICCTAM es la entidad coordinadora y el órgano interinstitucional que garantiza una coordinación entre las dependencias estatales que la integran. Como se mencionó antes, el Artículo 2 del Decreto de Creación de la CICC, publicado en el POE el 11 de diciembre de 2012, señala que estará presidida por el Gobernador Constitucional del Estado y que en caso de ausencia, lo sustituirá el Secretario Técnico, función que recae en el titular de la SEDUMA.

En su carácter de Secretario Técnico, la SEDUMA será el principal responsable de operar el Sistema MRV, para lo cuál, deberá contar con todos los insumos que le proporcionen el resto de los miembros de la CICCTAM. Es importante destacar que el PECC no es un instrumento de planeación de la SEDUMA, como tampoco los son las medidas de mitigación y adaptación comprometidas. El PECC es un producto de la CICCTAM y las medidas, acciones y metas son responsabilidad de todos sus integrantes. La SEDUMA es la coordinadora y responsable de darle seguimiento a través del Sistema MRV, pero el mismo deberá ser alimentado por todos sus integrantes. Asimismo, el responsable de integrar los Reportes y efectuar la Verificación, será la SEDUMA, pero deberá contar con el apoyo de todos los miembros de la CICCTAM.

## 8.3. Indicadores de desempeño y de impacto de las líneas de acción de mitigación como parte del MRV

Lo que permite ejecutar la función de un Sistema MRV son los indicadores. Para el caso del PECC, los mismos fueron expuestos en los Capítulos 6 y 7 (en materia de mitigación y adaptación respectivamente). En la Tabla 8.1. se sintetizan dichos indicadores.

Como se comentó en el Capítulo 2 sobre los arreglos institucionales para la implementación del PECC, la creación de la CICCTAM sentó un precedente im-

portante pues permite establecer una plataforma de coordinación entre las distintas dependencias y entidades de la administración pública del Estado. Sin embargo, el establecimiento de un Sistema MRV requiere profundizar en los mecanismos de coordinación entre dependencias y fortalecer la CICCTAM.

**Tabla 8.1.**  
Indicadores de seguimiento para MRV de las líneas de acción de mitigación del PECC.

Línea de Acción	Descripción	Meta 2020	Meta 2030	Indicadores para MRV		Responsable
				De impacto	De desempeño	
Eje 1: Impulso al uso de energías renovables (Potencial de mitigación en Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulado)						
Línea de Acción: M 1 1	Impulsar el potencial eólico en Tamaulipas a través de la construcción de parques eólicos	5,791.79	30,176.93	(MWh producidos por fuente eólica/ MWh producidos en total) x 100	Emisiones reducidas de tCO <sub>2</sub> e/año	Agencia Estatal de Energía /SEDUMA
Línea de Acción: M 1 2	Impulsar el aprovechamiento del potencial solar del Estado de Tamaulipas*	38.85	124.32	m <sup>2</sup> instalados de celdas fotovoltaicas y m <sup>2</sup> instalados de calentadores solares	(tCO <sub>2</sub> e mitigadas en el año n) / (4,287 tCO <sub>2</sub> e) * 100	Agencia Estatal de Energía /SEDUMA
Eje M.2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado (Potencial de mitigación en Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulado)						
Línea de Acción: M 2 1	Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades del Estado por luminarias con tecnología de alta eficiencia energética	Cambio de 188,010 luminarias (correspondiente al inventario en 2015)	100% de las luminarias en el Estado son LED	(Luminaria tipo LED/Inventario total de luminaria) x 100	Emisiones reducidas de tCO <sub>2</sub> e/año	Agencia Estatal de Energía /SEDUMA
		150.16	525.57			
Línea de Acción: M 2 2	Diseño e instrumentación de un Programa Estatal de Ahorro de Energía en Edificios Públicos	30% de los edificios públicos diagnosticados	100% de los edificios públicos diagnosticados	(No. de diagnósticos en edificios públicos/ total de edificios públicos) x 100	(MWh de consumo en el año n-1 – MWh de consumo en el año n)/(MWh de consumo en el año n-1) x 100	Todas las Dependencias del Estado
Línea de Acción: M 2 3	Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos	30% de los edificios públicos auditados	100% de los edificios públicos auditados	(No. de inmuebles públicos auditados/Total de inmuebles de propiedad pública) x 100	(No. de recomendaciones atendidas/ Total de recomendaciones) x 100	Agencia Estatal de Energía /SEDUMA
Eje M.3. Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas (Potencial de mitigación en Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulado)						
Línea de Acción: M.3.1	Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del Estado	Elaborar e implementar 3 PIMUS	Elaborar e implementar 2 PIMUS (5 PIMUS acumulado)	(No. de PIMUS elaborados / No. de PIMUS Programados) x 100	tCO <sub>2</sub> eq mitigadas/año	SEDUMA
		2,071.14	7,415.22			

Línea de Acción	Descripción	Meta 2020	Meta 2030	Indicadores para MRV		Responsables
				De impacto	De desempeño	
Línea de Acción: M.3.2	Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para incorporar a todos los vehículos particulares del Estado	Diseño del Programa universal de verificación vehicular y su aplicación para vehículos con una antigüedad mayor a 10 años  878.46	Programa de verificación vehicular obligatorio a vehículos oficiales y particulares  3,145.10	No. de vehículos verificados / Total de vehículos registrados	tCO <sub>2</sub> eq mitigadas/año	SEDUMA
Línea de Acción: M.3.3	Reingeniería de la tenencia vehicular a fin de integrar un fondo específico para el financiamiento de programas de mejoramiento del transporte público y la movilidad no motorizada	2,639.61	8,405.04	(Millones de pesos por cobro de tenencia / Total de recursos recaudados) x 100	(tCO <sub>2</sub> eq mitigadas Año <sub>n-1</sub> /tCO <sub>2</sub> eq mitigadas Año <sub>n</sub> ) x 100	Secretaría de Finanzas / SEDUMA
Eje M.4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal (Potencial de mitigación en Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulado)						
Línea de Acción: M.4.1	Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores	Instalación de 223 biodigestores  83.72	Instalación de 2,161 biodigestores  810.39	No. de acciones para el aprovechamiento de residuos ganaderos	tCO <sub>2</sub> eq mitigadas en el año n/ Meta de mitigación de tCO <sub>2</sub> eq en el año 2030	Secretaría de Desarrollo Rural
Línea de Acción: M.4.2	Diseño e instrumentación de un Programa para la introducción de sistemas agrosilvopastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario	18,750 Ha. incorporadas al Programa  129.24	50,000 Ha. incorporadas al Programa  836.97	(Ha. con sistema agrosilvopastoril / Total de Ha. de pastizal inducido o cultivado) x 100	tCO <sub>2</sub> eq mitigadas/año	Secretaría de Desarrollo Rural
Eje M.5. Manejo integral de RSU y ampliación del tratamiento de aguas residuales para propósitos de cogeneración						
Línea de Acción: M.5.1.	Manejo integral de residuos sólidos urbanos y habilitación de rellenos sanitarios en los 8 municipios mas poblados del Estado para estudiar la factibilidad y en su caso, introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano	1,260.65	157.32 MWh/año hacia 2030  3,576.47	(MWh/año generadas real/ MWh/año - meta) x 100  sanitarios habilitados para generar energía eléctrica o quema de metano	(tCO <sub>2</sub> eq mitigadas por quema o aprovechamiento de CH <sub>4</sub> en el año n / tCO <sub>2</sub> eq totales emitidas en el año n de acuerdo a la línea base) x 100	SEDUMA No. de rellenos

	Meta 2020	Meta 2030	Indicadores para MRV		Responsables	
			De impacto	De desempeño		
Línea de Acción: M.5.2.	Ampliar la cobertura para el tratamiento de aguas residuales y mejorar las instalaciones para el tratamiento de lodos con propósitos de cogeneración	Habilitar las PTAR de Nuevo Laredo, Reynosa I y la Zona Conurbada (Tierra Negra) con equipos para el tratamiento de lodos y cogeneración de energía eléctrica	Habilitar las PTAR "Norponiente" en Nuevo Laredo; y "Mainero" en Ciudad Victoria para tratamiento de lodos y cogeneración de energía eléctrica	(m³/s de agua residual tratada/ m³/s del total de aguas residuales) x 100	tCO <sub>2</sub> eq mitigadas/año	SEDUMA / Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas
	3,018.97	19,246.06				
Eje M.6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado (Potencial de mitigación en Gg de CO <sub>2</sub> eq acumulado)						
Línea de Acción: M.6.1.	Diseño e implementación del Programa de Reporte de Emisiones de GEI en la Industria, Comercio y Servicios	100 unidades económicas incorporadas al Programa	320 unidades económicas incorporadas al Programa	(No. de unidades económicas incorporadas al programa/No. total de unidades económicas) x 100	NA	SEDUMA / Secretaría de Economía y Turismo

\*Nota: La cifra de 4,287 tCO<sub>2</sub> equivalente es el potencia anual estimado de generación eléctrica a través de energía solar. Véase el Anexo 3\_Análisis CB y Escenarios de Mitigación.

Como se comentó anteriormente, las metas de adaptación y vulnerabilidad difícilmente son metas cuantificables. Su monitoreo y evaluación requieren un sistema de cuantificación distinto, orientado a un análisis cualitativo que permita dar seguimiento y juzgar si a la meta en cuestión se le está dando cumplimiento o no, a través, precisamente de un Sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E).

En la Tabla 8.2. se presentan los indicadores de desempeño y de impacto por cada Eje Estratégico

### 8.4. Indicadores de gestión de las líneas de acción de adaptación como parte del M&E

**Tabla 8.2.**  
Indicadores de seguimiento para M&E de las líneas de acción de adaptación del PECC.

	Indicadores de Impacto por objetivo	Indicadores de Desempeño
Eje Estratégico A.1 Fortalecimiento de la resiliencia ambiental		
<b>Objetivo:</b> Fortalecer e incrementar la resiliencia de los ecosistemas y los servicios que proveen tomando como base la funcionalidad de las cuencas y la conectividad entre ecosistemas terrestres, costeros y marinos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de hectáreas restauradas y conservadas (Para ecosistemas terrestres y costeros).</li> <li>Número de hectáreas en condiciones de conectividad.</li> <li>Número de hectáreas bajo esquemas de protección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de proyectos de conservación y/o restauración de ecosistemas en operación</li> <li>Número de proyectos de remediación</li> <li>Porcentaje del agua residual tratada y reutilizada</li> <li>Total de recursos invertidos anualmente</li> </ul>

	Indicadores de Impacto por objetivo	Indicadores de Desempeño
<b>Eje Estratégico A.2 Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad</b>		
<p>Objetivo: Desarrollar mecanismos y acciones para atender a personas y comunidades tanto urbanas como rurales a fin de reducir los impactos del cambio climático en su salud, su calidad de vida, sus bienes y su acceso a servicios básicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la cantidad total de población que habita en zonas de riesgo identificadas en los Atlas Municipales.</li> <li>Disminución en las tasas de morbilidad por enfermedades asociadas a eventos climáticos</li> <li>Disminución en la mortalidad por impactos climáticos</li> <li>Incremento en el número de huertos familiares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de proyectos operando</li> <li>Total de recursos invertidos anualmente</li> <li>Número de ciudades que cuentan con proyectos instrumentados para crear bosques urbanos</li> </ul>
<b>Eje Estratégico A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.</b>		
<p>Objetivo: Incrementar el conocimiento y la capacidad de acción frente al cambio climático de los distintos sectores productivos a fin de reducir los impactos en la productividad y la economía estatal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en las pérdidas de productividad por causas climáticas en el sector primario.</li> <li>Incremento en el número de hectáreas restauradas y/o reconvertidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Productores capacitados en temas de adaptación al cambio climático.</li> <li>Aumento en el porcentaje de productores que cuentan con instrumentos de aseguramiento.</li> </ul>
<b>Eje Estratégico 4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación</b>		
<p>Establecer acciones para mejorar el conocimiento sobre los impactos del cambio climático en Tamaulipas, así como fortalecer la coordinación, la participación activa de la sociedad, la comunicación y la educación para la adaptación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el porcentaje de población que tiene conocimiento sobre la adaptación y realiza acciones para disminuir su vulnerabilidad y aumentar su resiliencia. (Diferenciar entre hombres y mujeres).</li> <li>Incremento en las capacidades de adaptación de los gobiernos municipales incluyendo: conocimiento del tema; aplicación de acciones; uso eficiente de recursos e internalización del tema en instrumentos de planeación local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de estudios realizados.</li> <li>Incremento en recursos destinados a la investigación.</li> <li>Porcentaje del territorio que cuenta con un OET decretado vinculante.</li> <li>Incremento en la presencia del tema de adaptación al cambio climático en medios de comunicación tradicionales y redes sociales.</li> <li>Número de estudiantes/ personas/ funcionarios capacitados con materiales sobre adaptación a cambio climático.</li> </ul>

## **CAPÍTULO 9. GOBERNANZA *AD HOC* PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES NORMATIVAS E INSTITUCIONALES DEL ESTADO DE TAMAULIPAS PARA EL SEGUIMIENTO, MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PECC**

### **9.1. Fortalecimiento de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas**

La naturaleza sistémica del cambio climático, sus causas y consecuencias, hacen del mismo un fenómeno transversal que involucra prácticamente a todos los sectores productivos, sociales y ambientales. Ello implica que el esfuerzo para combatirlo debe ser igualmente sistémico, motivo por el cual, se instituyen comisiones intersecretariales para este fin. Tamaulipas no es la excepción y constituyó la CICCTAM el 11 de diciembre del 2012. La virtud de la estructura operativa de la CICCTAM es que la preside el Gobernador del Estado, lo que le da fortaleza y dirección, y sólo en caso de ausencia, lo sustituye el titular de la SEDUMA en calidad de Secretario Técnico. Sin embargo, el alcance tanto del fenómeno del cambio climático, como del PECC, que involucra varios sectores, hacen necesario fortalecer a la CICCTAM a efecto de asegurar un seguimiento, monitoreo, reporte y verificación del PECC y de los programas, estrategias y líneas de acción que de él deriven.

Se propone dicho fortalecimiento a través del fortalecimiento, a su vez, de cada dependencia que integra a la CICCTAM. No se trata de la creación de nueva burocracia ni una ampliación de gastos personales ni indirectos, pero sí una ampliación selectiva en las facultades de seguimiento, monitoreo y evaluación de las acciones de mitigación y adaptación y de la búsqueda de fuentes de financiamiento nacionales e internacionales.

Actualmente, existen Enlaces Técnicos de Cambio Climático de cada Dependencia del Estado integrante de la CICCTAM, pero no atienden específicamente la mitigación o adaptación, sino que lo hace como una actividad adicional y con carácter honorífico al quehacer cotidiano del sector que les corresponde. Así, se propone modificar (y no necesariamente crear) áreas específicas cuando menos a nivel de Dirección de cada dependencia que mayor afinidad tengan con la mitigación o adaptación al cambio climático, para ampliar sus facultades, responsabilidades y personal que permita dar seguimiento a las estrategias y líneas de acción del PECC.

El responsable de dicha área, deberá contar con el nombramiento oficial por parte del Secretario que corresponda y contar con atribuciones específicas para el seguimiento, monitoreo y evaluación de las medidas a su cargo, por lo que previsiblemente, será necesario modificar las atribuciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública del Estado, para que asuman dichas funciones; además de que la Secretaría de Finanzas deberá prever un presupuesto específico para tal propósito, mismo que puede provenir de fuentes nacionales e internacionales para el fortalecimiento de capacidades.

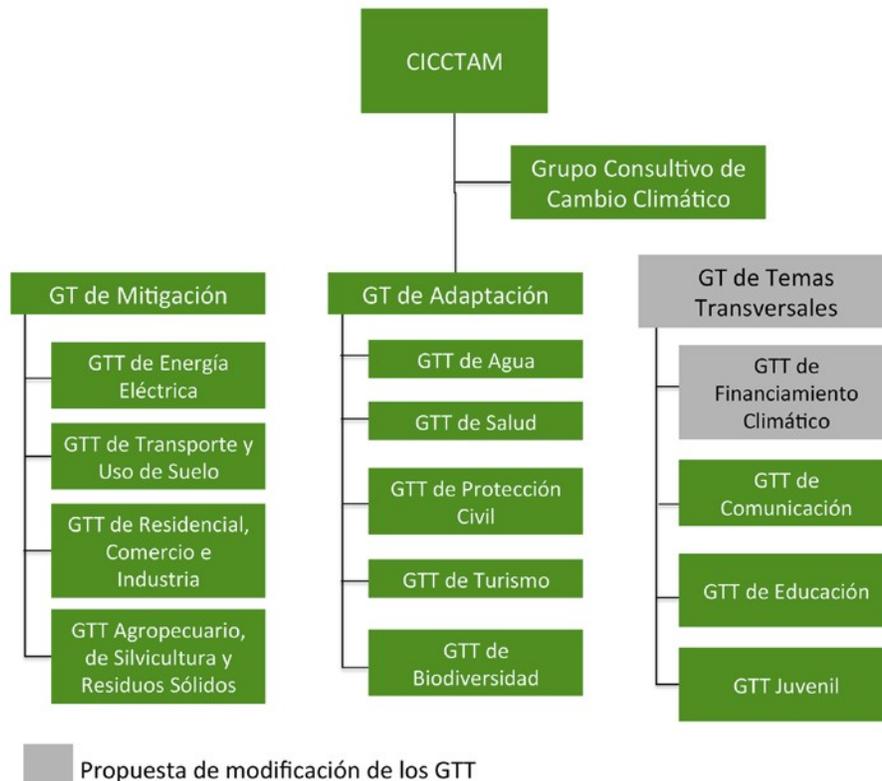
En virtud de que la mayor parte de la responsabilidad de MRV de las líneas de acción del PECC y de la implementación recaen en la SEDUMA, se sugiere fortalecer a la Subsecretaría de Medio Ambiente y a la Dirección de Transversalidad y Cambio Climático y ampliar sus facultades y su personal, para el seguimiento, monitoreo y evaluación del PECC; en particular a la Dirección, a fin de darle una mayor capacidad de interlocución con el resto de los Enlaces Técnicos designados por cada dependencia. Ello le facilitaría la solicitud de información a las dependencias del Gobierno del Estado respecto a sus metas e indicadores y en consecuencia, la integración de los Reportes de Avance que presentaría ante la CICCTAM y ante las autoridades nacionales y ante las instituciones que otorguen financiamiento.

Respecto al financiamiento, ya sea a través de un mecanismo nacional o internacional, se propone fortalecer a la Secretaría de Finanzas a través de su incorporación como miembro con voz y voto de la CICCTAM, la creación de un Grupo Técnico de Trabajo sobre Financiamiento, pues actualmente su papel en la CICCTAM está acotado a formar parte del GTT de Cambio Climático como responsable de diseñar y aplicar incentivos fiscales a empresas, además de que esta función no está suficientemente bien diferenciada respecto a la función que le correspondería a la Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo para promover un sector productivo ambientalmente sustentable (véase Figura 9.1.).

**Figura 9.1.**  
Propuesta de inclusión  
de la Secretaría  
de Finanzas a la  
CICCTAM.



Asimismo, se propone que el Grupo de Difusión del Cambio Climático, integrado por los GTT de Comunicación, Educación y Atención a la Juventud, cambie de denominación a Grupo de Trabajo de Temas Transversales y al mismo se le incorpore un GTT para la implementación de la política de financiamiento climático (véase Figura 9.2.).



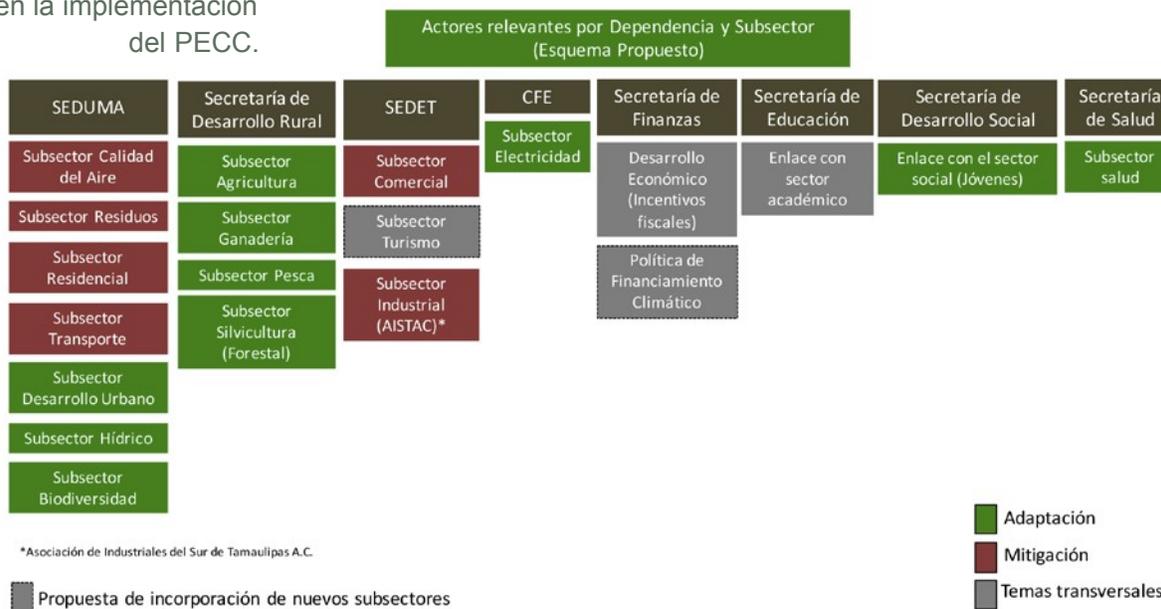
**Figura 9.2.** Propuesta de modificación o creación de nuevos Grupos de Trabajo en el seno de la CICCTAM.

94. El sector turismo quedaría entre los temas transversales pues en este sector intervienen aspectos asociados tanto a mitigación como a adaptación, en la medida en que la actividad turística depende de aspectos asociados con el clima, por lo que requiere de acciones que le permitan adaptarse a la variabilidad climática y al cambio climático y no perder competitividad. Fenómenos como huracanes, inundaciones o la elevación del nivel del mar amenazan a la industria hotelera. Por otro lado, en los proyectos hoteleros se generan emisiones de GEI derivados del cambio de uso de suelo; y durante la edificación de los mismos, interviene la industria de la construcción, en particular la cementera, muy intensiva en carbono, por lo que esta actividad generó en 2012 entre el 5.2% y 12.5% de las emisiones de GEI a nivel mundial según el PNUD. (SECTUR, 2014).

La implementación del PECC demanda la participación coordinada de otros actores, sectores y subsectores, que vale la pena hacerlos visibles a la hora de asumir compromisos y darle seguimiento al PECC. Así, se propone la incorporación del Subsector Turismo<sup>94</sup> dentro de los subsectores responsabilidad de la SEDET, y a la Secretaría de Finanzas, dentro de las actividades de búsqueda de financiamiento climático orientada al fortalecimiento del Fondo Estatal de Cambio Climático y la identificación y acceso a fuentes de financiamiento nacionales e internacionales (véase Figura 9.3.).

A pesar de que la CICCTAM es presidida por el Gobernador del Estado, es deseable que en el seno de la estructura administrativa de la oficina del Gobernador, se cree un área específica de cambio climático que funja como el interlocutor entre el Gobierno del Estado, la SEDUMA y el resto de los miembros de la CICCTAM. Dicha área permitiría mantener informado al Gobernador sobre los avances del PECC, solicitar información sobre dichos avances, asegurar el seguimiento de las líneas de acción y atender aquellas necesidades de cada dependencia que le permitan cumplir con los objetivos y metas derivado del presente Programa.

**Figura 9.3.**  
Actores, sectores y subsectores clave en la implementación del PECC.



Una Comisión Intersecretarial corre el riesgo de dispersar el esfuerzo u omitir los mecanismos de coordinación intergubernamental entre una dependencia y otra, ya sea para el intercambio de información, la coordinación cuando una línea de acción depende de dos o más dependencias, la generación y sistematización de la información, etc. Ante este panorama, un Área de Cambio Climático que dependa directamente de la Oficina del Gobernador permitirá inducir dicha coordinación, o en su defecto, asegurar la coordinación cuando las dependencias involucradas no lo harían de mutuo propio al no haber una línea jerárquica directa desde el Gobernador hacia los miembros de su Gabinete.

**9.2. Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación y concertación entre dependencias estatales (Coordinación interinstitucional)**

Fortalecer las capacidades de la CICCTAM pasa por profundizar los mecanismos de coordinación y generación de sinergias entre las dependencias que participan. Las líneas de acción de mitigación y adaptación, en virtud de su carácter transversal, requieren establecer un mecanismo que asegure esta coordinación, por lo que se propone que los Grupos Técnicos de Trabajo se reúnan de manera bimensual para revisar los avances de las líneas de acción que les corresponda en el marco del PECC y aquellas medidas adicionales que se adopten como parte de su Programa Anual de Trabajo. Esto es relevante pues ni el Decreto de Creación de la CICCTAM ni su Reglamento Interno, definen las atribuciones de los Grupos de Trabajo, únicamente le dan atribuciones a la CICCTAM para proponer, integrar y aprobar la constitución de grupos técnicos de trabajo y el programa de actividades de los mismos. Así, se sugiere modificar el Reglamento Interno de la Comisión o adoptar un acuerdo a fin de que los Grupos de Trabajo Técnico tengan facultades defi-

nidas, tales como diseñar y presentar su Programa Anual de Actividades, los avances de las líneas de acción en materia de mitigación y adaptación que les correspondan, proponer nuevas líneas de acción y presentar un calendario de reuniones bimensuales, a fin de que se realicen cuando menos dos reuniones de trabajo antes de las Sesiones Ordinarias de la CICCTAM que son bianuales.

Parte de la modificación del Reglamento Interno de la CICCTAM, consistiría en darle atribuciones para que nombre a coordinadores de cada Grupo Técnico, cuya responsabilidad sería la de convocar a reuniones bilaterales o multilaterales de trabajo (entre dos o más) para darle seguimiento a las líneas de acción que le correspondan, así como integrar el Programa Anual de Actividades y un calendario de trabajo, y asegurarse de su cumplimiento; así como presentar los avances y resultados de su trabajo en las sesiones ordinarias de la CICCTAM. Es decir, se trata de darle mayor autonomía a los Grupos de Trabajo y sus coordinadores. Si bien ya se han creado cuatro grupos técnicos de trabajo de mitigación, cinco de adaptación y tres de difusión del cambio climático (del que se propone renombrarlo a Grupo de Trabajo de Temas Transversales); es necesario inducir su operatividad a través de la definición de sus atribuciones desde el Reglamento Interno de la CICCTAM.

Se propone finalmente que el Grupo de Trabajo de Cambio Climático, coordinado por la SEDUMA, asuma la coordinación del seguimiento, MRV del PECC. En este sentido, se propone implementar el Sistema MRV a través de una plataforma en línea coordinada desde la CICC a través de la SEDUMA, en la que todas las dependencias integrantes de la CICCTAM la alimenten de acuerdo a un protocolo previamente definido.<sup>95</sup> Se deberá elaborar un Manual para el llenado de las Metas e Indicadores de desempeño y de impacto, previamente acordadas por las dependencias estatales. El Grupo de Trabajo de Cambio Climático será el responsable de integrar la información respecto a los avances de las líneas de acción y presentar el informe correspondiente ante la CICC.

95. El diseño de una plataforma en línea como parte del sistema MRV implica un proceso complejo que requiere de un expertise técnico para el diseño de sistema en línea que permita alimentarlo con las líneas de acción, con información sobre los avances de las metas, generar reportes de avances, gráficas, tablas, con protocolos de seguridad, contraseñas de acceso, la generación de manuales de operación, etc.; por lo que requiere de la contratación de un proveedor especializado para diseñarlo.

El Artículo 8 y 9 de la Ley General del Cambio Climático, le da facultades a Estados y Municipios para formular, conducir y evaluar la política de cambio climático en concordancia con la política federal. Esto supone la generación de mecanismos de coordinación necesarios para garantizar dicha coordinación. En este contexto, el Estado de Tamaulipas podrá desempeñar un papel de interlocutor entre la Federación y los Municipios, procurando acceder a la capacidad técnica y a fuentes de financiamiento nacionales, tanto para tomar mano de los mismos, como para acercarlos a los Municipios a través de dicha intermediación.

Existen instrumentos jurídicos de gestión pública que aseguran el carácter vinculante de esta relación intergubernamental y que el Estado de Tamaulipas podrá movilizar, tales como los Convenios o Acuerdos de Coordinación entre Federación, Estados y Municipios; entre la Federación y el Estado; o entre la Federación y los Municipios; cuyo objeto puede ser desde la capacitación, asistencia técnica, financiamiento y aportación de recursos en especie.

### **9.3. Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación entre Federación, Estado y Municipios (Coordinación intergubernamental)**

#### 9.4. Participación Social

La participación social en la política estatal de cambio climático está asegurada gracias a la creación de la CICCTAM y en particular a la creación de su Consejo Consultivo. En efecto, el Artículo 12 del Decreto mediante el cuál se creó la CICCTAM, crea el Consejo Consultivo de Cambio Climático, conformado por especialistas en la materia, académicos, organizaciones no gubernamentales, así como la sociedad civil, quienes tendrán oportunidad de participar en las sesiones de la Comisión. Si bien el Consejo lo integran sólo 10 representantes de organizaciones e instituciones sociales, de educación superior, de investigación y empresas privadas; es un mecanismo de incidencia directa en la política de cambio climático del estado, pues además de asesorar a la CICCTAM en la formulación y aplicación de dicha política, el Artículo 16 del Reglamento Interno de la CICCTAM le da atribuciones para emitir recomendaciones sobre políticas, programas, acciones, estudios y estrategias; emitir opiniones sobre los resultados de las mismas, y sobre asuntos y casos específicos; además de poder coordinarse con organismos municipales, regionales, estatales, nacionales e internacionales para intercambiar experiencias exitosas que puedan resultar benéficas para el Estado. Tal como lo señala el Artículo 19 del Reglamento Interior de la CICCTAM, los Consejeros podrán participar en las sesiones de la Comisión, con voz pero sin voto; además de poder participar en las sesiones de los Grupos de Trabajo Técnico o incluso proponer la creación de nuevos grupos de trabajo.

Otro mecanismo de participación ciudadana que el Estado deberá movilizar es la participación a través de recoger opiniones de líderes sociales, expertos, gremios, asociaciones de jóvenes, universidades, organizaciones de la sociedad civil y otros actores, sobre la política de cambio climático del Estado, tanto en materia de mitigación como de adaptación. Por ello, es fundamental que el Gobierno del Estado a través de la SEDUMA y de la CICCTAM, en coordinación con los Municipios, organice eventos como seminarios, talleres, congresos, mesas redondas, actividades en el sistema de educación básica, entre otras acciones para sensibilizar, difundir y recibir opiniones respecto a los avances, logros, retos y perspectivas de la política de cambio climático del Estado y del seguimiento y MRV del PECC.

Este proceso de participación directa a través del Consejo Consultivo de Cambio Climático, así como de manera indirecta a través de la sociedad civil, permitirá una mejora continua en el diseño e instrumentación de la política de cambio climático de Tamaulipas. Los Grupos de Trabajo Técnico de Comunicación, Educación y Juvenil son los interlocutores idóneos y responsables de impulsar una agenda clara y presentar un Programa de Trabajo ante la CICCTAM que incluya este tipo de eventos y que garantice una participación ciudadana de niños, jóvenes, adultos mayores, mujeres, académicos, empresarios, líderes de opinión, organizaciones de la sociedad civil, entre otros actores, que permita construir una sociedad informada y crecientemente sensible ante el fenómeno del cambio climático. Parte del fortalecimiento institucional debe ser la capacitación al personal que va a dar seguimiento, monitoreo, evaluación, o incluso que va a ejecutar acciones específicas en materia de mitigación y adaptación en las dependencias del Esta-

do. Ello implica que dicho personal debe estar suficientemente capacitado para ejercer dicha función. Esto se puede lograr a través de la contratación de personal especializado desde el principio, o bien a través de la capacitación permanente del personal existente o del que se incorpore por primera vez.

Para que la capacitación y profesionalización sean adecuadas, es necesario que esté orientada al perfil requerido y al sector al que esté dirigida. En este sentido, se proponen las siguientes áreas de capacitación (véase Tabla 9.1.).

### 9.5. Generación de recursos humanos y capacitación al personal responsable del seguimiento, monitoreo y evaluación del PECC

**Tabla 9.1.**  
Áreas de capacitación y temas específicos para desarrollarla.

Áreas de Capacitación	Temas específicos necesarios para la capacitación
Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologías para el cálculo de emisiones de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, factores de emisión y Guía de Buenas Prácticas 2000 y 2003 del IPCC.</li> <li>• Elaboración y actualización de inventarios de emisiones de GEI.</li> <li>• Escenarios de emisiones de todas las categorías, por la quema de combustibles fósiles, escenarios por emisiones distintas a la quema de combustibles fósiles, estimación de las emisiones por fuentes clave y absorciones por sumideros de carbono.</li> <li>• Metodologías para el análisis y priorización de medidas de reducción de emisiones de GEI.</li> <li>• Sistemas de MRV para el seguimiento de las líneas de acción y proyectos específicos.</li> <li>• Instrumentos de evaluación de la política estatal de cambio climático.</li> <li>• Diseño y aplicación de indicadores de desempeño y de impacto que facilite la evaluación de resultados y la evaluación de la política estatal de cambio climático.</li> <li>• Análisis costo – beneficio y costo – efectividad de las medidas de mitigación para identificar las medidas más costo – efectivas (\$/tCO<sub>2</sub>e mitigada).</li> </ul>
Adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento y comprensión de información climática histórica y futura de fuentes clave como las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, base de datos del Sistema CLICOM.</li> <li>• Procesos para el desarrollo y actualización de escenarios climáticos regionalizados. Se recomienda usar los escenarios de la Quinta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. (<a href="http://escenarios.inecc.gob.mx">http://escenarios.inecc.gob.mx</a>), por ser los más actualizados al corto, mediano y largo plazo.</li> <li>• Diseño metodológico para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático que oriente la toma de decisiones sobre mecanismos de adaptación y resiliencia de los sectores económico, social, ambiental; y sobre el fortalecimiento normativo e institucional.</li> <li>• Metodología para el análisis, identificación y priorización de medidas de adaptación al cambio climático. La GIZ ha desarrollado una metodología ex profeso para este propósito.</li> <li>• Diseño de medidas de adaptación y elaboración de análisis costo – beneficio y costo – efectividad que permitan identificar las medidas de adaptación más costo – efectivas. La metodología de GIZ comentada, incluye este proceso.</li> </ul>
Temas Transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación para conocer los instrumentos de financiamiento internacionales, nacionales y estatales (NAMAs, REDD+, banca de desarrollo nacional e internacional, etc.)</li> <li>• Investigación, generación y sistematización de la información relacionada con cambio climático.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

El vehículo por excelencia capaz de desarrollar capacidades locales, es la investigación, innovación y el desarrollo. En ese sentido, Tamaulipas tiene la oportunidad de aprovechar el Fondo Mixto CONACYT – Tamaulipas para promover la investigación y el desarrollo científico y tecnológico asociado a la ciencia del cambio climático en coordinación con el CONACYT y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACYT).

Por otro lado, el Sistema de Casas de la Tierra, como parte de la Red Mundial de Educación y Vigilancia Climática de las Naciones Unidas, es un medio muy importante de aprendizaje y sensibilización a la sociedad en general, y en particular a la población infantil, sobre los riesgos y desafíos que representa el cambio climático, además de tener la virtud de fortalecer los programas de educación ambiental no formal, pues en ellas se desarrollan eventos vinculados con el cuidado del medio ambiente, el ahorro de energía, el cuidado de los recursos naturales y la biodiversidad. En ese sentido, el Estado de Tamaulipas es ejemplo de promoción de la educación ambiental no formal y de sensibilización al edificar hasta ahora 3 Casas de la Tierra en Ciudad Madero, Ciudad Victoria y Reynosa; y habrá de seguir con este esfuerzo.

Las Líneas de Acción planteadas en el PECC requieren de fuentes de financiamiento para asegurar su cumplimiento. Este financiamiento está fundamentado desde la LGCC que le asigna atribuciones a la Federación, Entidades Federativas y Municipios, en el ámbito de sus competencias, para la promoción de fuentes de financiamiento. Establece asimismo, en su Artículo 8, que parte de las atribuciones de las Entidades Federativas es la de gestionar y administrar fondos locales para apoyar e implementar acciones en materia de cambio climático. El Artículo 9 establece lo mismo para el caso de los municipios al señalar como parte de sus atribuciones, gestionar y administrar recursos para ejecutar acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático.

La ENCC por su parte, prevé en su acción P2.4 la articulación de fondos nacionales existentes y otras fuentes de financiamiento para potenciar las acciones de cambio climático; y en su acción P2.6, la vinculación entre los recursos financieros públicos y privados disponibles, con las prioridades de financiamiento en la implementación de acciones de mitigación y adaptación. (ENCC, 2013).

A pesar de ello, no existe una fuente de financiamiento para gobiernos estatales y municipales que permita acceder específicamente a recursos para combatir el cambio climático. Los recursos a los que acceden, provienen fundamentalmente de mecanismos financieros nacionales e internacionales, o bien, a través de instrumentos financieros indirectos como el Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos, de particular interés para Tamaulipas; así como fondos privados. Todos estos instrumentos se presentan a continuación.

México recibe recursos internacionales para financiar proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático. Dichos recursos provienen de fuentes internacionales e ingresan directamente a la SHCP, quien designa a un Fiduciario para administrarlos y un administrador técnico para los proyectos específicos de cada sector (Forestal, Energía, Biodiversidad, etc.). Sin embargo, los recursos pueden

## **CAPÍTULO 10. POSIBLES FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PECC**

### **10.1. Mecanismos de financiamiento internacionales**

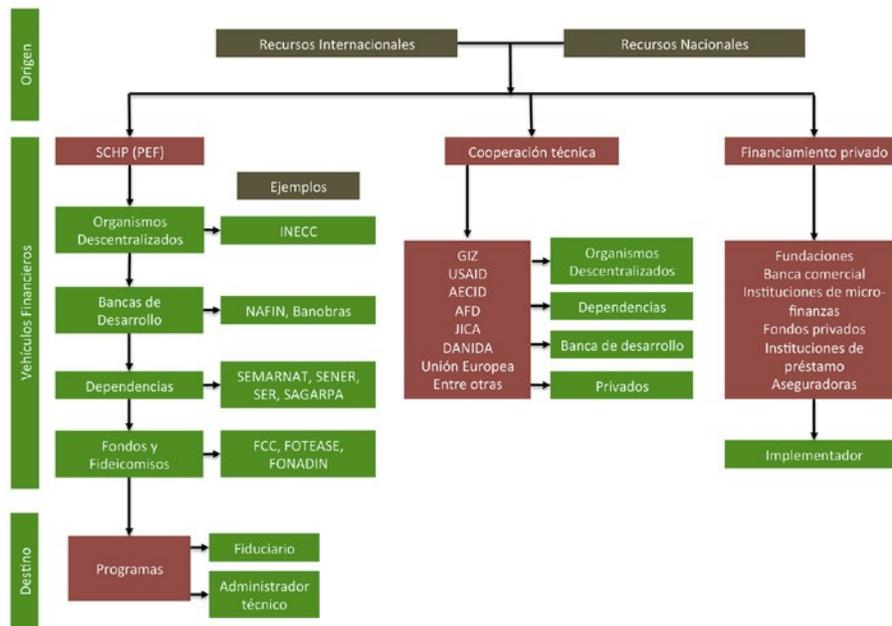
96. Véase la base de datos del MDL en la página web de la CMNUCC. <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1149779020.89/view>. Última consulta: 29 de julio de 2015.

canalizarse directamente a órganos desconcentrados, las dependencias del gobierno (SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, SEDATU, etc.), la Banca de Desarrollo (NAFIN, SHF, Banobras, etc.).

Otras fuentes de financiamiento internacional que pueden aportar recursos para proyectos en el Estado son las agencias de cooperación externa con presencia en México como GIZ, USAID, AECID, AFD, JICA, entre otras (véase Figura 10.1.). Al haber ratificado el Protocolo de Kyoto en 2000, México ha accedido a financiamiento a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), lo que le ha permitido reducir sus emisiones en todo el territorio nacional, incluyendo proyectos de aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios y en granjas porcícolas en Tamaulipas,<sup>96</sup> por lo que el MDL sigue siendo una opción para acceder a Certificados de Reducción de Emisiones y venderlos en el mercado de bonos de carbono.

Otro mecanismo es la banca internacional como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo. En este caso, la vía para que Tamaulipas acceda a estos recursos es a través del Gobierno Federal por conducto de alguna dependencia federal a través de la SHCP, como la SEMARNAT, SAGARPA, SENER, etc. Es decir, es un mecanismo indirecto para que Tamaulipas acceda a recursos internacionales de deuda soberana, que lleva por lo general un porcentaje modesto pero útil, de cooperación técnica, básicamente para el fortalecimiento de capacidades.

**Figura 10.1.**  
Arquitectura del financiamiento internacional para proyectos de cambio climático.



Fuente: Tomado de <http://financiamientoclimatico.mx/arquitectura-financiera-de-cambio-climatico/>. Última consulta: 30 de julio de 2015.

Todos los recursos internacionales, ya sea de deuda soberana o mediante cooperación técnica, son ejecutados a través de un órgano implementador que puede ser la SEDUMA, la Agencia Estatal de Energía, el ITAVU (para proyectos de vivienda sustentable, por ejemplo), Organizaciones No Gubernamentales u Organizaciones de la Sociedad Civil.

Estados y Municipios pueden solicitar recursos directamente para el financiamiento de proyectos de mitigación, adaptación y fortalecimiento de capacidades sin que necesariamente transiten a través del Gobierno Federal. En este caso, se trata de fundaciones privadas como Climate Works, Fundación Hewlette, Fundación Ford, entre otras; además de fundaciones de carácter privado de nacionalidad mexicana como Fundación Slim, Fundación Televisa, Fundación Gonzalo Río Arronte, entre otras. Estas fundaciones trabajan muy de cerca con los ejecutores directos del proyecto y pueden ser una fuente directa de recursos para el Estado de Tamaulipas y sus municipios.

Otras fuentes de financiamiento con recursos externos son las NAMAs (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación), que constituyen políticas, programas o proyectos impulsados por países en desarrollo, de manera voluntaria y de acuerdo a los planes y prioridades nacionales, para contribuir con los esfuerzos de la comunidad internacional para mitigar GEI. México ha sido pionero en la promoción de NAMAs, pues diseñó y se encuentra actualmente impulsando la primer NAMA de vivienda nueva en el mundo, lo que le ha permitido recibir recursos para promover la vivienda sustentable.<sup>97</sup> En efecto, el sector vivienda ha sido particularmente activo y hoy en día el Gobierno de México se encuentra diseñando la NAMA de vivienda usada a fin de intervenir en el parque habitacional existente, la NAMA de transporte público y la NAMA de residuos sólidos urbanos. México tiene actualmente 28 NAMAs en proceso de desarrollo en distintas etapas y 13 se encuentran registradas en la SEMARNAT. Es el país que más NAMAs tiene registradas en el mundo, seguido por Serbia y Jordania.

Al tratarse de un mecanismo internacional cuyos fondos ingresan a través de dependencias federales, Tamaulipas deberá impulsar sus proyectos para que sean incorporados como parte de alguna NAMA y permita financiar la ejecución de sus líneas de acción a través de este mecanismo (véase Figura 10.2.).

97. En enero de 2014 los Embajadores de Alemana y Reino Unido, junto con representantes de SEDATU, SEMARNAT e INECC, anunciaron el apoyo por 14 millones de euros para impulsar la vivienda nueva sustentable a través de la NAMA de Vivienda Nueva que diseñó el Gobierno de México a través de sus Organismos Nacionales de Vivienda. Véase <http://www.inecc.gob.mx/eventos-antiores/1180-ai-nama>. Última consulta: 30 de julio de 2015

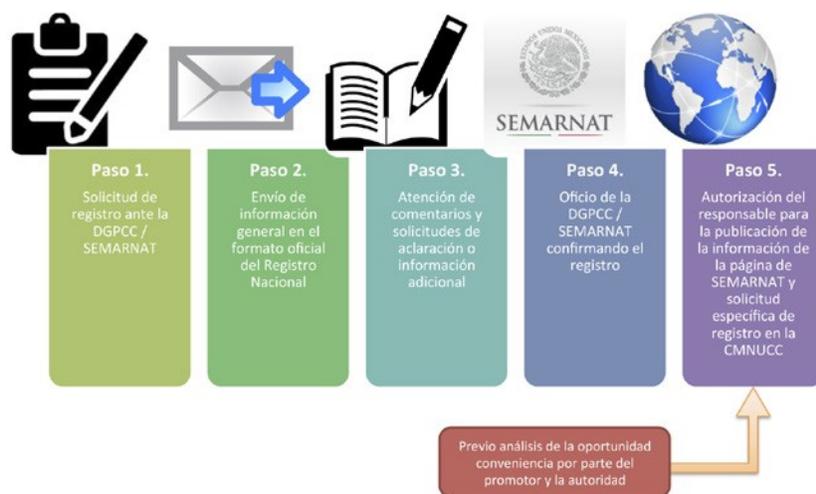


Figura 10.2. Pasos a seguir para el registro de una NAMA.

Fuente: Extraído de [http://mitigationpartnership.net/sites/default/files/u19/4\\_mexico\\_registro\\_namas.pdf](http://mitigationpartnership.net/sites/default/files/u19/4_mexico_registro_namas.pdf). Última consulta: 31 de agosto de 2015.

Las medidas sobre la promoción de PIMUS en las principales ciudades de Tamaulipas y la modernización de las instalaciones de los rellenos sanitarios para aprovechamiento del biogás, son susceptibles de incorporarse a este mecanismo. Respecto a adaptación, la CMNUCC adoptó por acuerdo de las partes durante la COP 7 en noviembre de 2001, la figura del “Plan Nacional de Acción para la Adaptación” (NAPA por sus siglas en inglés), que constituye un instrumento de política pública nacional orientada a apoyar a los países menos desarrollados y más expuestos a los efectos adversos del cambio climático.<sup>98</sup> A través de este mecanismo, un país tiene oportunidad de integrar un expediente técnico siguiendo los lineamientos y formatos de la Convención y exponer los riesgos inminentes que cada país enfrenta derivado del cambio climático en sectores como pobreza, pérdida de calidad de vida, salud, seguridad alimentaria, agricultura; acceso, calidad y disponibilidad de agua, infraestructura esencial, diversidad biológica, ordenamiento territorial, manejo forestal, zonas costeras, entre otros. Si bien los NAPAs se preparan por la autoridad nacional designada (SEMARNAT) quien lo presenta ante el Fondo para los Países Menos Desarrollados de la CMNUCC; el Gobierno del Estado de Tamaulipas puede ser objeto de financiamiento en la medida en que cuenta con varios de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático en las zonas costeras y su infraestructura turística, portuaria e industrial asentadas ahí.

Otro de los mecanismos para obtener financiamiento internacional es el Mecanismo de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+). Se trata de un mecanismo que tiene por objetivo reconocer los servicios ambientales y ecosistémicos que proporcionan los bosques por el hecho de constituir reservorios de carbono. Este objetivo se orienta además a incentivar la sustitución de prácticas que degradan los bosques o deforestan las coberturas; por otras que las conserven y que permitan disminuir las emisiones de GEI. El financiamiento de actividades dentro del mecanismo REDD+ proviene fundamentalmente de recursos de países desarrollados a través de agencias de cooperación. Existen asimismo ejemplos de proyectos REDD+ que se han dado a través de mercados voluntarios en donde las transacciones entre toneladas de CO<sub>2</sub>eq mitigadas y el financiamiento, se dan directamente entre dos personas y organizaciones. En 2007, el tamaño del mercado voluntario del mecanismo REDD+ para proyectos de carbono forestal, era mucho mayor que los proyectos forestales del MDL, hasta en una proporción de 36 a 1, por lo que seguramente hoy en día el mecanismo REDD+ se presenta como una opción real de financiamiento de proyectos para la conservación y manejo sustentable de bosques, ya sea a través de recursos aportados por agencias internacionales o a través de los mercados voluntarios.<sup>99</sup>

Por otra parte, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) es una institución binacional entre México y Estados Unidos de América, creada en 1993 en el marco de la celebración del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, cuyo objeto es “proteger y mejorar la salud humana y el medio am-

<sup>98</sup>. Véase <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a04.pdf>.  
Última consulta: 30 de julio de 2015.

<sup>99</sup>. Extraído de <http://finanzascarbono.org/nuevos-mecanismos-de-mitigacion/redd/la-financiacion-de-las-actividades-redd/>. Última consulta: 30 de julio de 2015.

biente de la región fronteriza México-EE.UU., fortaleciendo la cooperación entre las partes interesadas y apoyando proyectos de desarrollo sustentable a través de un proceso bilateral transparente, en estrecha coordinación con el BDAN, las instancias federales, estatales y municipales, el sector privado y la sociedad civil.”<sup>100</sup> A través de la COCEF, Tamaulipas puede acceder a líneas de crédito del Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) y del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza (BEIF), del mismo BDAN, este último a fondo perdido. Las líneas de crédito del BDAN financian el desarrollo, ejecución y operación de proyectos de infraestructura ambiental ubicados en la región fronteriza entre México y Estados Unidos.<sup>101</sup> Trabaja fundamentalmente en 5 sectores: agua y drenaje, residuos sólidos, calidad del aire, eficiencia energética y residuos peligrosos e industriales. Otro mecanismo de financiamiento del BDAN es el Programa de Apoyo a Comunidades (PAC), orientado a apoyar proyectos de infraestructura de agua potable, alcantarillado, saneamiento y manejo de residuos sólidos en comunidades marginadas con una capacidad de endeudamiento muy limitada. Asimismo, el BDAN cuenta con el Programa de Asistencia Técnica para el Desarrollo de Proyectos (PDAP) con recursos no reembolsables para proyectos públicos de infraestructura de agua y saneamiento. La COCEF, en coordinación con la EPA y el BDAN, asiste a estados y municipios para la gestión de la solicitud, la evaluación y la clasificación de los proyectos que soliciten asistencia técnica a través del PDAP y el financiamiento de la construcción a través del BEIF administrado por el BDAN. El objetivo de este proceso es priorizar proyectos de acuerdo a la gravedad de las condiciones ambientales o de salud pública que se atenderán con la infraestructura hidráulica y sanitaria que se propone. La COCEF opera directamente un fondo propio para proyectos que no cubren todos los requisitos del PDAP y cuyo financiamiento sale de su presupuesto operativo. A través de él es posible financiar proyectos de agua potable y saneamiento promovidos por autoridades federales, estatales, municipales y del sector privado.

Una buena parte de los fondos nacionales se integran con recursos internacionales comentados arriba. Sin embargo, estos mismos fondos permiten financiar proyectos de mitigación y adaptación. Uno de ellos es el Fondo de Cambio Climático (FCC), creado por el Artículo 80 de la LGCC cuyo objeto es captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático. Opera a través de un fideicomiso público creado por la SHCP a cargo de una fiduciaria (NAFIN) y cuenta con un comité técnico presidido por SEMARNAT, con representantes de la misma SHCP, SE, SEGOB, SEDESOL, SCT, SENER, SAGARPA y recientemente la SEDATU. Su patrimonio se constituye del PEF, contribuciones, pago de derechos, aprovechamientos, donaciones, aportaciones de gobiernos de otros países, aportaciones de organismos internacionales, el valor de las reducciones certificadas de proyectos de mitigación en México, entre otros. Actualmente, dispone de un fondo al que han aportado la SEMARNAT con 30 millones

<sup>100</sup>. Extraído de <http://www.cocef.org/acerca-la-cocef>. Última consulta: 30 de Julio de 2015.

<sup>101</sup>. La Región Fronteriza para efectos de financiamiento de proyectos ambientales que apoya el BDAN, cubre los 3 mil 300 km desde el Golfo de México hasta el Océano Pacífico, y los proyectos elegibles deberán estar localizados a 100 km. al norte del límite internacional, en los estados de Arizona, California, Nuevo México y Texas; y a 300 km. al sur de la línea fronteriza, en los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Dicha franja cubre dos terceras partes del Estado de Tamaulipas. Sin embargo, el BDAN está autorizado a financiar proyectos fuera de dicha franja, siempre y cuando, los mismos demuestren que resuelven un problema de salud pública o ambiental. Véase <http://www.nadbank.org/about/areasdeservicio.asp>. Última consulta: 30 de julio de 2015.

## 10.2. Mecanismos de financiamiento nacionales

de pesos y organismos internacionales como el Banco Mundial y el Banco de Desarrollo Alemán KfW quienes han aportado 3 millones de dólares.<sup>102</sup>

En sus Reglas de Operación se establece el siguiente procedimiento para el otorgamiento de financiamiento:

**Figura 10.3.**  
Flujo de financiamiento de proyectos de mitigación y adaptación del Fondo de Cambio Climático.

Fuente: Elaboración propia con base en las Reglas de Operación del Fondo.



El Capítulo VII, Artículos del 80 al 86 de la LGCC, abre la posibilidad para que sean financiadas acciones como la transferencia tecnológica para apoyar la mitigación y el desarrollo y ejecución de acciones de Mitigación, de acuerdo a la ENCC, el PECC y los programas estatales de acción frente al cambio climático, particularmente en proyectos relacionados con la eficiencia energética, energías renovables, biocombustibles de segunda generación, emisiones fugitivas de metano y gas en petróleo y sistemas de transporte sustentable.

Existe por otro lado el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE), creado en 2008 en cumplimiento al Artículo 27 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Su objeto es el de otorgar garantías de crédito y financiamiento a proyectos que buscan potenciar la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía orientadas a la mitigación de GEI.

Ejemplos de proyectos que financia este Fondo son electrificación rural, parques eólicos, aprovechamiento de proyectos de energía geotérmica, proyectos para la sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas, estudios para la evaluación del potencial de recursos renovables, entre otros, por lo que es una buena oportunidad para Tamaulipas de implementar algunas de las líneas de acción planteadas en el PECC. En 2014, el Fondo recibió del PEF recursos por mil millones de pesos.

Por otro lado, existe el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), que es un fideicomiso privado constituido el 14 de agosto de 1990 a iniciativa de la CFE en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica. Su objeto es contribuir con las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en el país. Los fideicomitentes son la CONCAMIN, CANACINTRA; CANAME; CMIC, CNEC

102. Declaraciones de Beatriz Bugeda, Directora General de Políticas de Cambio Climático de la SEMARNAT en la presentación del Fondo de Cambio Climático.(s/f)

y SUTERM y la fiduciaria es NAFIN y el fideicomisario es la CFE y los consumidores de energía eléctrica que resulten beneficiarios de los servicios que proporciona el Fideicomiso. El FIDE cuenta con dos programas:<sup>103</sup>

- Programa de Eficiencia Energética, cuyo fin es promover e inducir el uso eficiente de la energía eléctrica a través de proyectos que permitan la vinculación de la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes. La población objetivo es fundamentalmente el sector productivo (micro, pequeñas y medianas empresas) y a municipios, para recibir asesoría y asistencia técnica para la modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. A través de este programa, es posible financiar la sustitución de aires acondicionados, aislamiento térmico, bombas para pozos, generadores de energía en pequeña escala (fotovoltaicas, biogás, gas natural, eólica), Luminarias con LEDs, micro-cogeneración, equipos de refrigeración, entre otros equipos orientados a elevar la eficiencia energética.
- Programa Eco-Crédito Empresarial Masivo, cuyo fin es apoyar al sector empresarial y productivo mediante financiamientos preferenciales a fin de sustituir equipos obsoletos por otros de alta eficiencia aprobados por FIDE y fomentar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, disminuir costos de operación, disminuir el consumo agregado de energía y disminuir la emisión de GEI.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), por su parte, opera el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público Municipal, derivado de un Convenio Marco de Colaboración entre la SENER, la CONUEE, la CFE y Banobras, con objeto de sustituir los sistemas ineficientes de alumbrado público municipal por otros de alta eficiencia energética. Los beneficiarios son los municipios, quienes tienen la posibilidad de obtener apoyo del Fondo de Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) por 15% de la inversión total del proyecto de sustitución autorizado, hasta un máximo de 10 millones de pesos a la conclusión del proyecto.

El Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público tiene importantes co-beneficios para el municipio como la reducción en el consumo de energía eléctrica, ahorro económico y fortalecimiento de las finanzas municipales (pues el alumbrado público es uno de los conceptos que más gasto le genera a los municipios), mejoramiento de la imagen urbana y la percepción de seguridad pública y una disminución de GEI.

Junto con el alumbrado público, otra fuente de consumo de energía y de gasto corriente para las finanzas municipales, es el bombeo de agua potable. En este caso, la CONUEE no ofrece un apoyo financiero explícito a través de algún fondo, sin embargo, proporciona información técnica y guías de mejores prácti-

103. [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=180](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180).  
Última consulta: 30 de Julio de 2015.

cas útiles, además de establecer un vínculo entre estados y municipios interesados y las instituciones que ofrecen programas focalizados para la sustitución de sistemas de bombeo.

Otra fuente de financiamiento nacional es el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), creado por Decreto el 7 de febrero de 2008. Su objetivo primordial es el de promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura a través de apoyos recuperables y a fondo perdido, que mejoren la capacidad de los proyectos para atraer financiamiento. El FONADIN es la instancia coordinadora del Gobierno de México para el desarrollo de infraestructura en los sectores de comunicaciones, transporte, agua, medio ambiente y turismo; y apoya en la planeación, diseño, construcción y transferencia de proyectos de infraestructura que tengan un impacto social y rentabilidad económica, con la participación de la iniciativa privada.<sup>104</sup>

El FONADIN es el mecanismo de financiamiento del Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo (PROTRAM), cuyo objeto es apoyar el financiamiento de proyectos de inversión en transporte urbano masivo, así como impulsar el fortalecimiento institucional de planeación, regulación y administración de los sistemas de transporte público urbano. Entre sus objetivos se encuentra impulsar el desarrollo urbano de las ciudades y zonas metropolitanas bajo un enfoque de movilidad urbana sustentable que mejore la calidad de vida de los habitantes, disminuya los tiempos de traslado de los usuarios, respalde las políticas de uso eficiente de la energía y mitigue las emisiones contaminantes.

Los proyectos que apoya el PROTRAM a través del FONADIN son trenes suburbanos, metros, trenes ligeros, autobuses rápidos troncales (BRT) y obras de integración multimodal, por lo que es la fuente idónea para el financiamiento para la elaboración de los PIMUS en las principales ciudades de Tamaulipas.

La Banca de Desarrollo en México cuenta con múltiples fondos para el sector empresarial, agropecuario, pesquero, forestal, de vivienda, e infraestructura. Destaca para el sector rural, fuentes de financiamiento como los Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA), que integra cuatro fideicomisos públicos, en los que funge como fideicomitente la SHCP y como fiduciario el Banco de México. Su fin es facilitar el acceso al crédito por medio de operaciones de crédito y descuento, así como el otorgamiento de garantías de crédito a proyectos relacionados con la agricultura, ganadería, avicultura, agroindustria, pesca y otras actividades conexas o afines que se realizan en el medio rural. Los cuatro fideicomisos son:

- Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura (FONDO)
- Fondo Especial para Financiamientos Agropecuarios (FEFA)
- Fondo Especial de Asistencia Técnica y Garantía para Créditos Agropecuarios (FEGA)
- Fondo de Garantía y Fomento para las Actividades Pesqueras (FOPECA)

104. <http://financiamiento climatico.mx/arquitectura-financiera-de-cambio-climatico/>. Última consulta 30 de Julio de 2015.

Existen opciones de financiamiento rural a través del Programa de Inversión Forestal (PIF) de Financiera Rural y el Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural. El PIF, asociado a uno de los mecanismos de financiamiento internacional comentados anteriormente (REDD+), surgió como un caso piloto en el que México fue seleccionado para recibir recursos del Programa de Inversión Forestal de los Fondos de Inversión Climática (CIF por sus siglas en inglés). El PIF se rige por un plan de inversión elaborado por el Gobierno de México en colaboración con el Banco Mundial y el BID. En su elaboración participaron organizaciones de la sociedad civil, ejidatarios y comuneros, dependencias del Gobierno Federal entre las que destacan CONAFOR y Financiera Rural, además de profesionales del sector y académicos. El PIF está dividido en cuatro proyectos, dos que financia el Banco Mundial y dos el BID (véase Tabla 10.1.).

Características de los 4 Proyectos del Programa de Inversión Forestal	
Proyecto 1	Consiste en la construcción de capacidades para el manejo sostenible de paisajes forestales. El fin es propiciar la alineación de políticas y programas para la integración de una acción multisectorial en paisajes forestales prioritarios con el apoyo de las Entidades de Gestión Territorial y mejorando los mecanismos de coordinación que promuevan el manejo sostenible de los bosques con miras a evitar la deforestación y la degradación y aumentar las reservas de carbono
Proyecto 2	Orientado a la mitigación, adaptación y rentabilidad sostenible en paisajes forestales, este proyecto promueve las inversiones de unidades productivas sostenibles, dirigidas a organizaciones locales y de comunidades indígenas, así como a pequeños propietarios en bosques prioritarios y sus cadenas de valor. Las inversiones seleccionadas deben ser capaces de llevar a cabo acciones de mitigación, aumentar la resiliencia al cambio climático, incrementar el valor económico de productos forestales y contribuir a la viabilidad económica sostenible de las unidades productivas.
Proyecto 3	Este proyecto consiste en la creación de una línea de financiamiento destinada a las estrategias de emisiones bajas en carbono en paisajes forestales. El objetivo del proyecto es crear una línea de financiamiento accesible y dirigido a las comunidades y ejidos para financiar las actividades y proyectos de emisiones bajas en carbono en paisajes forestales.
Proyecto 4	Este proyecto busca el fortalecimiento de la inclusión financiera de ejidos y comunidades a través de asistencia técnica y construcción de capacidades para realizar actividades de emisiones bajas en carbono en paisajes forestales. Este proyecto establecerá un centro de asistencia técnica que busca fomentar la capacidad de las comunidades para desarrollar propuestas técnicas y financieras viables, así como desarrollar habilidades básicas de administración y conocimiento empresarial para lograr empresas comunitarias solventes y cumplir con los objetivos de REDD+.

**Tabla 10.1.**  
Características de los 4 proyectos que financia el Programa de Inversión Forestal.

Fuente: Obtenido de <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/bycc/proyecto-bosques-y-cambio-climatico/programa-de-inversion-forestal-fip/>. Última consulta: 30 de julio de 2015.

La Banca de Desarrollo también cuenta con mecanismos de financiamiento de otros sectores como la Vivienda a través de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) quien ofrece financiamiento a los Desarrollos Certificados (antes “Desarro-

Ilos Urbanos Integrales Sustentables o DUIS). En materia de financiamiento para infraestructura, Banobras cuenta con programas específicos de financiamiento para fortalecer o ampliar la infraestructura urbana básica (incluido el FONADIN comentado más adelante), entre la que se encuentra, infraestructura hidráulica y sanitaria, rellenos sanitarios y alumbrado público.

Las dependencias del Gobierno Federal cuentan con Programas sujetos a Reglas de Operación que si bien no están vinculados de manera explícita con la atención de objetivos y metas sobre mitigación de GEI y adaptación al cambio climático, generan sinergias y múltiples co-beneficios. Entre los que vale la pena señalar son los siguientes:

**Tabla 10.2.**  
Algunos programas sujetos a Reglas de Operación que contribuyen con la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático.

Programas que proporcionan apoyos y subsidios	Objetivo
Fomento para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre	Incentivar la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa y su hábitat, mediante proyectos que incorporen criterios de sustentabilidad que favorezcan el desarrollo social y económico en las UMA establecidas en las zonas y comunidades rurales de la República Mexicana.
Prevenición y Gestión Integral de Residuos	Fomentar el manejo y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el país, a través del financiamiento de estudios o programas de prevención y gestión integral y proyectos para incrementar la capacidad instalada para la recolección, el aprovechamiento y la disposición final adecuada de dichos residuos.
SEMARNAT Programa de Fortalecimiento Ambiental de las Entidades Federativas	Contribuye al logro de los cumplimientos de los objetivos relacionados con el cuidado del medio ambiente y el logro de metas vinculadas al desarrollo sustentable y crecimiento verde como meta fundamental de los gobiernos en sus tres órdenes, entre los que destacan la gestión integral de residuos, la educación ambiental, la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático así como la reducción de gases de efecto invernadero y el uso de energías limpias.
Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva	Establecer áreas demostrativas de Manejo Sustentable de Tierras en las áreas con uso agropecuario que son limítrofes a la vegetación natural, en terrenos preferentemente forestales, con la finalidad de poner en práctica acciones con un enfoque integral, que permita la conservación in situ y el uso sustentable de ecosistemas y especies que proporcionen servicios ecosistémicos.
SEDATU Programa de Prevención de Riesgos	El Programa de Prevención de Riesgos (PPR) atiende a las personas que habitan en los municipios y las delegaciones en el Distrito Federal susceptibles al efecto destructivo de fenómenos hidrometeorológicos y geológico.

SEDATU	Programa de Ordenamiento Territorial y Esquemas de Reubicación de la Población en Zonas de Riesgo	Contribuir a promover el ordenamiento y la planeación territorial como articuladores del bienestar de las personas y el uso eficiente del suelo mediante el apoyo para la elaboración de programas de Ordenamiento Territorial, y de Mitigación y Reubicación de la Población en Zonas de Riesgo.
	Programa de Reubicación de la Población en Zonas de Riesgo	Definir y elaborar estudios y proyectos integrales de viabilidad y de costo - beneficio para la reubicación de población en zonas de riesgos, para brindar seguridad jurídica y social a la población.
SAGARPA	Programa Integral de Desarrollo Rural	Incrementar la producción de alimentos mediante incentivos para la adquisición de insumos, construcción de infraestructura, adquisición de equipamiento productivo; realización de obras y practicas para el aprovechamiento sustentable de suelo y agua; proyectos integrales de desarrollo productivo; desarrollo de capacidades y servicios profesionales de extensión e innovación rural; fortalecimiento de las organizaciones rurales y esquemas de aseguramiento para atender afectaciones provocadas por desastres naturales.
	Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola	El objetivo específico es incrementar la producción de las unidades económicas pesqueras y acuícolas a través de incentivos a la producción, al valor agregado, a la comercialización y fomento al consumo; así como para el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas.
	Programa de Fomento Ganadero	El objetivo específico es que los productores pecuarios incrementen la producción de alimentos de origen animal de las Unidades Económicas Pecuarías. Sin embargo, existen componentes dentro de sus Reglas de Operación que permiten obtener financiamiento para el establecimiento de prácticas tecnológicas de producción sustentable.

La primera fuente de recursos que Tamaulipas debe buscar, es el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF). El PEF de 2015, previó recursos por más de 40 mil 663 millones de pesos en el Anexo 16. El papel de los diputados locales en la asignación de recursos para cambio climático es fundamental, así como el respaldo explícito del Gobernador del Estado. Es legítimo considerar en la búsqueda de financiamiento, las negociaciones que hagan diputadas locales ante la Comisión de Hacienda de la Cámara de Diputados para exponer la Agenda Climática del Estado y asegurar una asignación de recursos para su implementación en los años subsecuentes. Muchos de los recursos con los que cuenta el PEF en materia de cambio climático, provienen precisamente de mecanismos financieros internacionales como préstamos del BID, Banco Mundial, etc. y que se encuentran etiquetados para proyectos de reducción de emisiones, adaptación y fortalecimiento de capacidades; recursos que habrán de ser ejercidos a través del PEF.

### 10.3. Mecanismos estatales de financiamiento

La otra fuente de financiamiento que pueden movilizar, tanto el Estado como los Municipios, son instrumentos económicos que también tienen su fundamento en el Capítulo IX de la LGCC, entre los que destacan normas de carácter administrativo, fiscales, financieros o de mercado. Un ejemplo que se propone en el PECC es la reingeniería de la tenencia vehicular para eliminar el subsidio a la misma y con ello integrar un fondo estatal para la promoción y el mejoramiento del transporte público en zonas urbanas del Estado, además de inducir un cambio en los consumidores a favor de vehículos de menor cilindraje y más eficientes en su consumo de gasolina o diésel.

Otro de los mecanismos que controlan los Estados, son los Fondos Metropolitanos, establecidos desde 2006, cuyo objeto es el financiamiento de estudios, planes, evaluaciones, programas, proyectos, acciones, obras de infraestructura y su equipamiento, que demuestren ser viables y sustentables, orientados a promover la adecuada planeación del desarrollo regional, urbano y del ordenamiento territorial, la competitividad y que acrecienten las capacidades productivas de las zonas metropolitanas. Estos recursos se asignan desde el PEF. En 2015, se le asignaron más de 10 mil 381 millones de pesos a 47 de las 59 zonas metropolitanas (ZM) que forman parte del Sistema Urbano Nacional (PEF, 2015). De ese Fondo, la ZM de Reynosa – Río Bravo recibió 47 millones 835 mil 710 pesos, mientras que la ZM de Matamoros, recibió 41 millones 856 mil 247 pesos; recursos que pueden ser canalizados para financiar o co-financiar las estrategias de mitigación y adaptación para estas dos zonas metropolitanas, de las cuáles se planean varios proyectos como el aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios, la ampliación de las capacidades para el tratamiento biológico de aguas residuales, un PIMUS, etc. Estos fondos se depositan en la cuenta de un Fideicomiso Estatal que debe crearse para tal efecto, el cuál, es administrado por la Secretaría de Finanzas del Estado.

Otra fuente de financiamiento estatal son los impuestos, derechos, productos y aprovechamientos de los que disponen las entidades federativas y los municipios. A excepción del Impuesto sobre la Renta (ISR), Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto Especial sobre Productos y Servicios (IEPS), Impuesto sobre Depósitos en Efectivo (IED) y el Impuesto Empresarial a Tasa Única (IETU), cada entidad federativa está facultada para diseñar sus propios impuestos, derechos, productos y aprovechamiento. Es común que lo hagan sobre la nómina de empresas, sobre honorarios de actividades profesionales, por prestación de servicios de hospedaje, por actos, contratos e instrumentos notariales, entre otros.

El Libro de Cambio Climático en el Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas, actualmente en discusión en el Congreso Local, es una oportunidad para dejar asentado en el mismo, el mandato del Estado para constituir un Fondo Ambiental Estatal, mismo que debiera alimentarse a través de impuestos y contribuciones asociadas al consumo de combustibles fósiles, tal como se planteó en el Capítulo 9 sobre gobernanza y fortalecimiento institucional del cambio climático en el Estado.

Dicho Fondo deberá recibir adicionalmente recursos del Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos, en cumplimiento al Artículo 57 de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos,<sup>105</sup> que establece que el 100% de los recursos recaudados por la exploración y extracción de hidrocarburos, deberán destinarse a entidades federativas en cuya región se localicen áreas contractuales o de asignación en regiones marítimas o terrestres. El mismo artículo señala en su Fracción IV que la totalidad de los recursos (que reciba el Estado) deberá destinarse a inversión en infraestructura para resarcir, entre otros fines, las afectaciones al entorno social y ecológico.

El Capítulo III, Artículos Décimo Tercero y Décimo Cuarto del Acuerdo por el que se emiten las *Reglas de Operación para la distribución y aplicación de los recursos del Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos*,<sup>106</sup> es muy claro al señalar que “...para que las entidades federativas reciban los recursos del Fondo, la Secretaría de Finanzas o equivalente creará una cuenta específica para el Fondo, que deberá registrar ante la TESOFE a través de una solicitud formal a la UPCP”. Asimismo, las Reglas establecen que los recursos del Fondo tiene por objeto resarcir las afectaciones al entorno social y ecológico derivado de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos. Las acciones para resarcir dichas afectaciones quedan establecidas en las fracciones I a la V del Artículo Decimo Cuarto y corresponden a proyectos de infraestructura que se desglosan a continuación:

- *I. Rellenos sanitarios, planta de tratamiento de agua, instalación y mantenimiento de obras de drenaje público, manejo de residuos sólidos y mejora de calidad del aire, sistemas de abastecimiento, distribución y almacenamiento de agua potable;*
- *II. Obras que preserven áreas naturales, como reforestación y rescate o rehabilitación de ríos y otros cuerpos de agua;*
- *III. Obras que afecten de manera positiva la movilidad urbana, incluyendo sistemas de trenes urbanos, metrocable de transporte o equivalentes;*
- *IV. Pavimentación y mantenimiento de calles y caminos locales, construcción de caminos rurales y alimentadores, así como la instalación y mantenimiento de alumbrado público y electrificación, y*
- *V. Obras y equipamiento de protección civil y reconstrucción de infraestructura por desastres naturales.”*

Dicha fracción establece asimismo que las entidades federativas y los municipios podrán destinar hasta el 3% de los recursos asignados provenientes de dicho Fondo, para la realización de estudios y evaluaciones de proyectos, o como contraparte estatal y en la aportación con la Federación, siempre y cuando se trate de proyectos y/o programas destinados a los rubros anteriormente citados.

Sin duda alguna, el Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos abre una ventana de oportunidad muy relevante para lograr financiar total o parcialmente algunas de las Líneas de Acción planteadas en el PECC.

**105.** Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

**106.** Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de junio de 2015.

## CONCLUSIONES

Con la elaboración del PECC, Tamaulipas sienta un precedente fundamental en la política estatal de desarrollo y competitividad. Contribuye con la política nacional de cambio climático y refrenda sus compromisos de mitigación y adaptación. El PECC debe verse como un documento dinámico con arranque al 2015 y con escenarios tanto de mitigación como de adaptación hacia el 2020 y 2030. Durante su elaboración se consultaron múltiples fuentes de información en línea, documentos técnicos, documentos programáticos a nivel federal, estatal y municipales; documentos de carácter científico nacionales e internacionales, además de haber tenido la oportunidad de desarrollar talleres con los funcionarios estatales cuya misión incide en la política climática del Estado, desde la propuesta de un eje estratégica, la construcción de las líneas de acción, hasta la asunción de compromisos de mitigación y adaptación, su seguimiento y evaluación.

Tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático y la vulnerabilidad son procesos que parten del fortalecimiento de las capacidades de todos los actores involucrados. En la medida en que más sectores y actores se involucren será posible alcanzar las metas de mitigación, reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia en el Estado.

Desde el punto de vista de la mitigación, los resultados del inventario de emisiones de GEI dieron cuenta de una emisión de aproximadamente 38,788.39 Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes en 2013 (año base), lo que corresponde a 4.96% respecto a las emisiones nacionales para ese año.

El sector que más aporta fue Energía, con una participación de 30,863.16 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente correspondiente al 79.34% de sus emisiones. Una de las fuentes clave que aporta la mayor parte de las emisiones es la Generación de Electricidad. Un dato que vale la pena destacar es que, de lo que se genera de electricidad, el Estado consume el 26% y en esa misma proporción, es responsable de las emisiones del sector energía, por lo que Tamaulipas es un exportador neto de electricidad, aunque dicha condición le representa costos ambientales importantes.

En un escenario de BaU, las tendencias apuntan a emisiones estimadas del orden de los 57,508.5 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente hacia el 2030. Para revertir esta tendencia, se plantean 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción de mitigación en sectores como las energías renovables, la eficiencia energética en el sector público y privado, el transporte público y la movilidad, el manejo sustentable del

sector ganadero y forestal, el manejo integral de RSU y las aguas residuales y el mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el Estado. Todas ellas son Ejes Estratégicos que se derivan de las fuentes clave de las categorías que más emiten.

Las líneas de acción propuestas están acotadas a las atribuciones que tiene el Estado, por lo que las metas de mitigación respecto a las emisiones totales son modestas, pero realistas y acotadas a dichas atribuciones y a las características energéticas del Estado.

Como parte de sus atribuciones, se proponen dos medidas ambiciosas: la ampliación del Programa de Verificación Vehicular y la reingeniería de la tenencia vehicular; para que no sólo sea el inventario vehicular del Estado quien esté sujeto a verificaciones, sino todos los vehículos particulares, con lo que podrían mitigarse hasta 9,435.31 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente acumulado al 2030. Sólo la reingeniería en la tenencia permitiría mitigar de manera acumulada hasta 8,405.04 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente para ese mismo año.

Otro aspecto relevante en el que el Estado tendrá que trabajar es en la coordinación con los Gobiernos Municipales para la implementación de la agenda de mitigación. Medidas como el cambio de luminarias, la puesta en operación de un programa de movilidad sustentable o de un programa de manejo y disposición final de RSU y aprovechamiento de metano, requieren una coordinación y establecimiento de sinergias y acuerdos entre el Gobierno del Estado y los Municipios; incluso con la iniciativa privada, pues es el sector privado quien en buena medida opera el transporte público a través de concesiones, y los rellenos sanitarios para la disposición final de RSU. Lo mismo puede decirse de los parques eólicos. Tan relevante como la coordinación intergubernamental, son los co-beneficios y sinergias que pueden establecerse entre algunas medidas de mitigación con la vertiente de adaptación. Tal es el caso de la introducción de sistemas agrosilvopastoriles.

Vale la pena señalar que una de las dificultades que se tuvo para integrar el inventario de GEI fue el acceso a la información, en particular para cubrir los criterios de la metodología del IPCC 2006. De ahí la importancia de mejorar las bases de datos con las que cuenta el Estado para dar seguimiento, monitorear y evaluar el avance de las metas de mitigación planteadas en el PECC.

Desde el punto de vista de la adaptación, hay que destacar cuatro temas centrales, todos ellos vinculados a desarrollar y fortalecer las capacidades de adaptación y la instrumentación de este componente del PECC: la información y el conocimiento; la participación; la coordinación y la transversalidad y finalmente la importancia del monitoreo y la evaluación para la adaptación.

La importancia de contar con información sistematizada y pertinente para las necesidades del Estado radica en que sólo así se podrán tomar las decisiones más adecuadas. Los revisores y lectores de este documento pueden constatar que hay más preguntas que respuestas en varios de los temas. En este sentido, el campo para la investigación es muy amplio, y lo que se necesita es también que los estudios se difundan; tema en el cual el Estado de Tamaulipas ya tiene avan-

ces importantes con la instrumentación del portal de cambio climático de Tamaulipas, y la elaboración de estudios e instrumentos de planeación, como el inventario previo elaborado por la COCEF, el Atlas de Riesgo del Estado o el POE de la Cuenca de Burgos.

Como en el caso de la vertiente de mitigación, una de las principales dificultades para la elaboración del componente de adaptación fueron los vacíos de información a nivel estatal y nacional. Temas como industria, comunicaciones y transportes, sector energético o comercio no cuentan a nivel nacional con bases de datos y/o con estudios específicos sobre su vulnerabilidad ante el cambio climático. Esto es un impedimento para lograr documentos que traten todos los temas de manera homogénea. Por otra parte, en temas donde sí hay análisis como el caso del agua, la biodiversidad, la salud humana, así como el sector agropecuario, pesquero y forestal, cuando se trata de analizar los datos a un nivel más local, existen también muchos vacíos de información que impiden hacer proyecciones a futuro, e incluso evaluar las condiciones actuales de vulnerabilidad; por lo que el imperativo de mejorar las bases de datos aplica tanto para mitigación como para adaptación.

En cuanto a la participación, los talleres que se realizaron durante la elaboración del PECC (tanto de mitigación, para el llenado de matrices con los factores de emisión por categoría, como aquellos realizados durante la elaboración del componente de adaptación), fueron cruciales para identificar aspectos críticos de ambos componentes y serán aun más importantes para la implementación del PECC. Los actores clave al menos son cinco grupos: En primer lugar están los funcionarios de las dependencias de la administración pública estatal que integran la CICCTAM y que participaron en los talleres, emitieron observaciones para mejorar el inventario de GEI, alimentaron de manera específica el análisis de capacidades para la adaptación, y lo más importante, son quienes adquirirán los principales compromisos para la instrumentación de este programa. En segundo lugar están los funcionarios públicos de los órdenes de gobierno federal y municipal, que en el marco de sus competencias son importantes para poder cumplir con los objetivos del PECC. En tercer lugar la sociedad civil organizada que hay en el Estado y que juega un papel no sólo en la articulación de redes sociales sino en la instrumentación, seguimiento y difusión de medidas de mitigación y adaptación como es por ejemplo el caso del Bosque Urbano de Ciudad Victoria (ANP el Refugio). El siguiente grupo lo conforma la comunidad científica con la generación y divulgación del conocimiento. Finalmente, como se mencionó anteriormente, hay que anotar al sector privado, el cual es un motor de la economía estatal y puede convertirse también en un motor de mitigación y adaptación al cambio climático desde la perspectiva del sector energético, la industria, el turismo y el comercio, temas en los que México requiere un impulso mayor del que se tiene actualmente. Ligado a la participación de los actores están la coordinación y la transversalidad. En particular la adaptación requiere mucha coordinación, horizontal (entre sectores) y vertical (entre órdenes de gobierno) porque la decisión de un sector

incide en otros. En la medida en la que se internalicen los objetivos de la adaptación en cada uno de los distintos sectores, será más fácil el proceso. Pero no sólo los objetivos, también son necesarios criterios comunes, como los criterios que marca la Estrategia Nacional de Cambio Climático, en los cuáles aspectos como la flexibilidad de las medidas y la conservación de los recursos naturales deben tener una alta prioridad de acuerdo a los actores consultados en el Estado. En este sentido, conceptos como la Adaptación basada en Ecosistemas y la sustentabilidad pueden generar un punto de partida que es necesario para enfrentar el cambio climático en el largo plazo.

Finalmente, en la medida en la que los procesos tanto de mitigación como de adaptación sean evaluados a través de un sistema de MRV y de M&E, será posible mejorar la política de cambio climático del Estado. De ahí que se hayan incluido indicadores en este sentido.

El presente documento es un testimonio del esfuerzo que el Estado de Tamaulipas está haciendo para mitigar sus emisiones y adaptarse a los efectos del cambio climático. Sin embargo, dicho documento es un corte al 2015 y los escenarios que se vislumbran hacia el 2020 y 2030 de acuerdo con supuestos y datos actuales, tendrán que ser evaluados y actualizados de acuerdo con información adicional que se vaya generando en la medida en que la misma se vaya integrando en un sistema de información específica que permita no sólo dicha integración, sino contar con información confiable, transparente, precisa y actualizada sobre las emisiones del Estado y sus condiciones de vulnerabilidad al cambio climático.

## REFERENCIAS

- Aguilar, C., E. Martínez y L. Arriaga, (2002): Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿qué tan grave es el problema en México?. *Biodiversidad*, CONABIO. 30:7-11.
- Alexander, L. V., X. Zhang, T. C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A. Klein Tank, M. Haylock, D. Collins, B. Trewin, F. Rahimzadesh, A. Tagipour, P. Ambenje, K. Rupa Kumar, J. Revadekar, G. Griffiths, L. Vincent, D. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New, Zhai, M. Rusticucci and J. L. Vazquez-Aguirre. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation", *Geophys. Res Lett.*, no. 111, D05109. Consultado el 03 de agosto de 2015. Disponible en: [http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/global\\_extremes\\_for\\_jgr.pdf](http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/global_extremes_for_jgr.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Anuario Estadístico De La Minería Mexicana 2004, Edición 2005. Capítulo II. Volumen y Valor de la producción minera por entidad federativa 2000-2004. Tamaulipas. Tabla 6.28 Tamaulipas, página 62. Disponible en: [http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2004.pdf](http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2004.pdf)
- Anuario Estadístico De La Minería Mexicana 2005, Edición 2006, En Su Capítulo II Sección 7. Volumen Y Valor De La Producción Por Producto Y Entidad Federativa 2001-2005. No Metálicos: Caliza. Tabla 7.22, Página 80. Disponible en: [http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2005.pdf](http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2005.pdf)
- Anuario Estadístico De La Minería Mexicana 2012, Edición 2013. Capítulo II. Volumen y Valor de la producción minera por entidad federativa 2008-2012. Tabla 6.28 Tamaulipas, página 80. Disponible en: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/minero/anuario\\_mineria\\_mexicana\\_2012\\_ed2013.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/anuario_mineria_mexicana_2012_ed2013.pdf)
- Arribas, P.; Abellán, P.; Velasco, J.; Bilton, D.T.; Lobo, J.M.; Millán, A.; Sánchez-Fernández, D. La vulnerabilidad de las especies frente al cambio climático, un reto urgente para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, vol. 21, núm. 3, septiembre-diciembre, 2012, pp. 79-84.
- Bajželj, B., & Richards, K. S. (2014). The Positive Feedback Loop between the Impacts of Climate Change and Agricultural Expansion and Relocation. *Land*, 3(3), 898-916.
- Banco Mundial (2015). PIB per cápita (US\$ a precios actuales), Banco Mundial. Fecha de consulta: 20 de julio de 2015. Recuperado de: <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD>
- Bass (1969). "A new product growth for model consumer durables", *Management Science*, 15(5): 215-227.
- Batres González, J.L. (2012) Crecimiento urbano e industrial, consecuencias ambientales en las lagunas urbanas y periurbanas en Tampico-Madero-Altamira del Sur de Tamaulipas (México). Análisis 1823 – 2010. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/43993>
- Bello, J., Gómez, L., Magaña, V., Graizbord, B., Hipólito, P., y colaboradores, (2009). Descripción de los sistemas piloto. En Buenfil Friedman, J. (Ed). Adaptación a los impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México. Volumen 2. INE
- BNE 2000. Balance Nacional de Energía 2000. Secretaría de Energía. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/balance2000.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/balance2000.pdf). Consulta: julio de 2014.
- BNE 2004. Balance Nacional de Energía 2004. Secretaría de Energía. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/balance2004.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/balance2004.pdf). Consulta: julio de 2014.
- BNE 2010. Balance Nacional de Energía 2011. Secretaría de Energía. Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/BNE\\_2011.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/BNE_2011.pdf). Consulta: julio de 2014.
- BNE 2012. Balance Nacional de Energía 2012. Secretaría de Energía. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20\(Vf\).pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20(Vf).pdf). Consulta: julio de 2014.
- BNE 2013. Balance Nacional de Energía 2013. Secretaría de Energía.

- Bologaro, A. (Coord) (2014). Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos. Secretaría de Turismo, Conacyt y Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C.
- Bravo J. L., E. Aspra, V. Zarraluqui, C. Gay y F. Estrada, (2012): Cluster analysis for validated climatology stations using precipitation in Mexico. *Atmósfera*, 25(4), 339-354.
- Brown, A., M. Gawith, K. Lonsdale and P. Pringle, (2011): Managing adaptation: linking theory and practice. UK Climate Impacts Programme, Oxford, UK. 47 pp. Disponible en: [http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wp-content/PDFs/UKCIP\\_Managing\\_adaptation.pdf](http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wp-content/PDFs/UKCIP_Managing_adaptation.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Buenfil Friedman, J. (Editor). (2009). Adaptación a los impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México. Volumen 2. Instituto Nacional de Ecología.
- Bunge, V., (2010): "La presión hídrica en las cuencas de México". En Cotler, A. H. (Coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. Instituto Nacional de Ecología. p. 88-91.
- CANACEM (2014) Cámara Nacional de la Industria del Cemento. Página web, sección PLANTAS. Disponible en: [http://www.canacem.org.mx/la\\_industria\\_del\\_cemento.htm](http://www.canacem.org.mx/la_industria_del_cemento.htm)
- Carrillo González, G., & Hernández Mar, R. (2011). Adaptación al cambio climático desde la industria: una visión integral. *Política y cultura*, (36), 99-123.
- Castillo, R., J. Pérez de la Rosa, G. Vargas y R. Rivera, (2004), "Coníferas", en García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (coords.), Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza—World Wildlife Fund, México, pp. 141–158.
- Cavazos, T., J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatz, O. Santiesteban and M. E. Bravo, (2013): Actualización de escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional. Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental) 2014. La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas. Montreal, Canadá, 6 pp.
- CEAT (2015a). Información de la Cuenca del Río Bravo. Región Hidrológica Núm. 24. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2012/11/Regi%C3%B3n-Hidrol%C3%B3gica-24-bis.pdf>. Última fecha de consulta 10 de noviembre de 2015.
- CEAT (2015b). Información de la Región Hidrológica Núm. 25 San Fernando-Soto la Marina. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2012/11/Regi%C3%B3n-Hidrol%C3%B3gica-25-bis.pdf>. Última fecha de consulta 10 de noviembre de 2015.
- CEAT (2015c). Información de la Región Hidrológica Núm. 26 Río Pánuco. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2014/09/Regi%C3%B3n-Hidrol%C3%B3gica-26-P%C3%A1nuco.pdf>. Última fecha de consulta 10 de noviembre de 2015.
- CEAT (2015d). Información de la Región Hidrológica 37 El Salado. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2015/11/Cuenca-hidrol%C3%B3gica-37.pdf>. Última fecha de consulta 10 de noviembre de 2015.
- CENAPRED (2001a): Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el periodo 1980-99. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 112 p.
- CENAPRED, (2001b): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2000. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 104 p.
- CENAPRED, (2002): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2001. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 174 p.
- CENAPRED, (2003): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2002. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 374 p.
- CENAPRED, (2005): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2004. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 197 p.
- CENAPRED, (2006): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2005. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 495 p.
- CENAPRED, (2007): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2006. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 263 p.
- CENAPRED, (2008): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2007. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 619 p.

- CENAPRED, (2009): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2008. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 368 p.
- CENAPRED, (2010). Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2009. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 257 p.
- CENAPRED, (2011): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2010. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 638 p.
- CENAPRED, (2012): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2011. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 403 p.
- CENAPRED, (2013): Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2012. México. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México, 296 p.
- Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), (2008): Guía para la generación de escenarios de cambio climático a escala regional. 105 pp. Disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller\\_CCA\\_INE\\_dic08/Guia\\_escenarios.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller_CCA_INE_dic08/Guia_escenarios.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Centro Mario Molina (CMM) (2014). "Atlas de peligro al Cambio Climático como instrumento de adaptación del Sector Petrolero". Disponible en: [http://centromariomolina.org/libro2/Atlas\\_peligro\\_CC\\_sector\\_petrolero.pdf](http://centromariomolina.org/libro2/Atlas_peligro_CC_sector_petrolero.pdf). Última consulta 10 de noviembre de 2015.
- Céspedes-Flores, S. y E. Moreno-Sánchez, (2010): Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. Investigación ambiental, ciencia y política pública, vol 2:2, pp 5-13.
- CFE (2012) Costos y parámetros de referencia para la formulación de proyectos de inversión del Sector eléctrico. Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=38271058>. Última consulta: 17 de diciembre de 2015.
- Chalate-Molina, Hector, *et al.*, (2010) "Características del Sistema de Producción Bovinos de Doble Propósito en el Estado de Morelos, México". En Zootecnica Tropical. Vol. 28. No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela.
- Chang, Sun Woo, Clement, T. Prabhakar, Simpson, Matthew J., & Lee, Kang-Kun (2011) Does sea-level rise have an impact on saltwater intrusion? *Advances in Water Resources*, 34(10), pp. 1283-1291.
- Climate Change. (2014). Synthesis Report Summary for Policymakers. Consultado el 24 de agosto de 2015. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- CMM (2014). Instrumentos Fiscales Ambientales Aplicados a los Vehículos de la Megalópolis del Centro de México. USAID/MEXICO.
- COCEF (2010) Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Tamaulipas y proyecciones de casos de referencia 1990 – 2025. BECC – Comisión de Cooperación Fronteriza. Ciudad Juárez.
- COFEPRI (2012). Bases para el desarrollo de indicadores sobre salud y cambio climático en México. Editado por la Comisión Federal para la protección contra riesgos sanitarios.
- COFEPRI (2012). Bases para el desarrollo de indicadores sobre salud y cambio climático en México. Editado por la Comisión Federal para la protección contra riesgos sanitarios.
- Colin, H., A. Hernández Cuevas y R. Monroy (2012). "El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad", *Etnobiología*, 10(2): 12-28.
- Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT), (2015): Descripción de regiones hidrológicas del Estado. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/informacion-sectora/regiones-hidrologicas/>
- Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT), (2015): Descripción de regiones hidrológicas del Estado. Disponible en: <http://ceat.tamaulipas.gob.mx/informacion-sectora/regiones-hidrologicas/>
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), (2014): Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 2014. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), (2003): Cambios de uso de suelo a nivel nacional de 1993- 2002. Series II y III. Gerencia de Geomática.
- CONABIO (2015) Mapoteca digital en línea de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/geoinformacion.html>. Última consulta, 18 de Octubre de 2015.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, FCF, UANL, (2007): Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestres de México: espacios y especies. Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa México, Probatara, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 128 pp.

- CONABIO. (1998). La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- CONAFOR (2003): Cambios de uso de suelo a nivel nacional de 1993-2002. Series II y III. Gerencia de Geomática.
- CONAGUA - Servicio Meteorológico Nacional (SMN), (2014): Base de datos climatológica CLICOM con información de estaciones climáticas superficiales de México. Gestionada ante la Gerencia de Meteorología y Climatología del SMN-CONAGUA.
- CONAGUA (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Lagunas de Estabilización. México: CONAGUA.
- CONAGUA (2011a). Reporte del Clima en México 2011. Documento web <http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/analisis/reporte/Anual2011.pdf> [consultado 16/11/2014].
- CONAGUA (2011b) Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de tratamiento de Aguas Residuales en Operación. México.
- CONAGUA (2012a) Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados. VI Río Bravo.
- CONAGUA (2012b) Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados. IX Golfo Norte.
- CONAGUA (2012c) Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados. VII Cuencas Centrales del Norte.
- CONAGUA (2012d) Atlas del agua en México 2012. Disponible <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SGP-36-12.pdf>. Última consulta, 10 de noviembre de 2015.
- CONAGUA (2013) Estadísticas del Agua en México. Edición 2013. México.
- CONAGUA (2014). Atlas del agua en México, Edición 2014. Editado por SEMARNAT y CONAGUA. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-17-14.pdf>
- CONAGUA, (2015). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Consultado el 14 de agosto 2015. Disponible en: [ftp://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases\\_Datos\\_Bandas](ftp://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases_Datos_Bandas)
- CONAPO (2014) Proyecciones de la Población 2010 – 2050. Consejo Nacional de Población. Documento web: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos). [Consultado 07/03/2015].
- CONOREVI (2010). "Situación en la que se encuentran algunos estados de la República sobre viviendas en zonas de riesgo hidrometeorológico, geológico y estructural", Comunicado de prensa, 9 de noviembre. Fecha de consulta: 20 de julio de 2015. Recuperado de: [http://www.conorevi.org.mx/pdf/boletin7\\_2010.pdf](http://www.conorevi.org.mx/pdf/boletin7_2010.pdf)
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), (2012): Informe de pobreza y evaluación en el estado de Tamaulipas 2012.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), (2015): Evaluación de la pobreza por ingresos. Disponible en: <http://www.coneval.gob.mx/Paginas/principal.aspx>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), (2012): Informe de pobreza y evaluación en el estado de Tamaulipas 2012.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), (2015): Evaluación de la pobreza por ingresos. Disponible en: <http://www.coneval.gob.mx/Paginas/principal.aspx>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Convention on Biological Diversity (CBD), (2009): Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second *Ad Hoc* Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical. Series No. 41. 127 pp.
- Cotler, H. (2010) (Coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte, México. 323 pp.
- Cramer W, Bondeau A, Woodward F, Prentice IC, Betts RA, Brovkin V, Cox PM, Fisher V, Foley JA, Friend AD, Kucharik C, Lomas MR, Ramankutty N, Sitch S, Smith B, White A, Young-Mollin C (2001). Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: results from six dynamic global vegetation models.
- Cressman G.P., (1959): An operative objective analysis scheme. *MonWea. Rev.*, 87, pp. 367-374.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2012) Ley General de Cambio Climático. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2015) Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidroclógico-administrativas que se indican. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2012). 26/01/2012. Secretaría de Gobernación de México. Documento web [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5231162&fecha=26/01/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5231162&fecha=26/01/2012). [Consultado 16/11/2014].
- Englehart P. J. y A. V. Douglas, (2002): Mexico's summer rainfall patterns: an analysis of regional modes and changes in their teleconnectivity. *Atmósfera* 15, 147-164.

- Engelhart P.J. y A.V. Douglas, (2001): The role of eastern north pacific tropical storms in the rainfall climatology of western Mexico. *Int. J. Climatol.* 21: 1357–1370.
- FAO (2014). Principios y Avances sobre Polinización como Servicio Ambiental para la Agricultura Sostenible en Países de Latinoamérica y el Caribe. FAO.
- FAO (2015). "Midiendo los déficits de la polinización", Sitio web de la FAO. Fecha de consulta: 21 de julio de 2015. Recuperado de: [http://www.fao.org/agriculture/crops/noticias-eventos-boletines/detail/es/item/211886/ico-de/?no\\_cache=1](http://www.fao.org/agriculture/crops/noticias-eventos-boletines/detail/es/item/211886/ico-de/?no_cache=1)
- FAO (2015a) Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia.
- FAO (2015b) Información contenida en la página sobre cambio climático. <http://www.fao.org/climatechange/es/>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Figueroa-Rangel, B.L., Willis, K.J. and Olvera-Vargas, M. (2010). Cloud forest dynamics in the Mexican neotropics during the last 1300 years. *Global Change Biology* (2010) 16: 1689–1704.
- Flores Verdugo, F.J., P. Casasola, G. de la Lanza-Espino, y C. Agraz Hernández, (2010). El manglar, otros humedales costeros y el cambio climático, p. 165-188. En: A.V. Bortello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Semarnat-ine, unam-icmyl, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p. Flores-Xolocotzi, R. (2012). Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas. *Frontera norte*, 24(48), 165-190.
- Flores-Xolocotzi, R. (2012). Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas. *Frontera norte*, 24(48), 165-190.
- FMAM (2011). Invertir en el Transporte Urbano Sostenible. La Experiencia del FMAM. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. 25p.
- Foden, W.B., Butchart, S.H.M., Stuart, S.N. Vie, J.C., Akcakaya, R., Angulo, A., DeVantier, L.M. Gutsche, A. Turak, E. Cao, L., Donner S.D., Katariya, V., Bernar, R., Holland, R.A., Hughes, A.F., O'Hanion, S.E., Garnett, S.T., Sekercioglu, C.H., Mace, G.M. 2013. Identifying the World's Most Climate Change Vulnerable Species: A Systematic Trait-Based Assessments of All Birds, Amphibians and Corals. *PLOS One*: 8(6) e65427. Foster, P. (2001). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests *Earth-Science Reviews* 55(2001):73–106.
- Frías, Sigfredo (2014) ¡Viene ya, para la vida y el trabajo! Disponible en: <http://vanguardiadelpueblo.do/2014/03/31/viene-ya-para-la-vida-y-el-trabajo/>. Última consulta: 27 de abril de 2015.
- Garza-Castillo, M. R. (2014). La conservación de recursos genéticos del maíz nativo en Tamaulipas. *Ciencia UAT*, 4(4), 22-27.
- Garza, G. (2010). La transformación urbana de México, 1970-2020. Los grandes problemas de México, 2, 31-86.
- Gasca, J. (2008). Emisiones Nacionales de Gases con Efecto Invernadero del Sector Autotransporte. México: INECC. Recuperado de: [http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/pres\\_inegei2008\\_b2\\_3\\_1\\_auto\\_trans.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/pres_inegei2008_b2_3_1_auto_trans.pdf)
- Geist, H.J. y Lambin, E.F. (2001). What Drives Tropical Deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. *LUCC Report Series 4*. Louvain-la-Neuve. Belgium.
- Geist, H.J. y Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* 52(2): 143-150.
- Gilman E. L., J. Ellison, N. C. Duke, C. Field (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options. *Aquatic Botany* 89(2):237–250.
- GIZ (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional) (2012): Adaptación basada en los ecosistemas (AbE). Un nuevo enfoque para promover soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en diferentes sectores. Disponible en: <http://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-es-adaptacion-basada-en-los-ecosistemas.pdf>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Gobierno de la República (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40. Disponible en: <http://www.enecc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Gobierno de la República (2014) Programa Nacional de Infraestructura 2014–2018. México.
- Gobierno de la República. (2014). Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 2014.
- Gobierno de la República. 2014. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 2014.
- Gobierno de Tamaulipas (2006) Programa Estratégico Forestal del Estado de Tamaulipas (PEFT) 2006 – 2025. Gobierno de Tamaulipas. SEMARNAT. México 171p.
- Gobierno del Distrito Federal (2008) Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 – 2012. Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. México. 172p.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2012). Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas. México: Gobierno del Estado de Tamaulipas-Servicio Geológico Mexicano.

- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2008): Diagnóstico Ecológico del Estado de Tamaulipas. 75 pp.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2013). Actualización del Plan Estatal de Desarrollo Tamaulipas 2011-2016. Disponible en: <http://transparencia.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/11/III-PED-TAMAULIPAS-Actualizaci%C3%B3n-2013-2016.pdf>
- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2013b) Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos en Tamaulipas. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Gobierno del Estado. 197p.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2014). Agenda Energética. México. Gobierno del Estado. 76p.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas, (2011): Atlas de riesgos del Estado de Tamaulipas. 369 p.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2015) Decreto Gubernamental por el que se declara como Área Natural Protegida con la categoría Parque Estatal, denominado "El Refugio", localizado en el municipio de Victoria, Tamaulipas. Periódico Oficial. Tomo CXL, Anexo al Número 52. Jueves 30 de abril de 2015. Pp. 146 - 155.
- Gobierno Municipal de Ciudad Madero (2013). Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Madero 2013 – 2016. México.
- Gobierno Municipal de Nuevo Laredo (2011). Plan Municipal de Desarrollo de Nuevo Laredo 2011 – 2013. México.
- Golicher, D. J., L. Cayuela, J. R. M. Alkernad, M. González-Espinosa and N. Ramírez-Marcial (2008). Applying climatic and associated species pools to the modelling of compositional change in tropical montane forests *Global Ecology and Biogeography* 17 (2008): 262–273.
- González-Rodríguez, L. E., Mora-Olivo, A., & Guerra-Pérez, A. (2014). La apicultura en Tamaulipas, una actividad muy dulce y nutritiva. *CienciaUAT*, 16 (16), 8-12.
- González Velázquez, Lilia (2010). "Tamaulipas. El Pilar Industrial". En *El Economista*. 30 de Junio de 2010. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2010/06/30/tamaulipas-pilar-industrial>. Última consulta: 26 de junio de 2015.
- González, J.M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso del municipio de Tecaltepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Pecuaria*, 17(3): 35-50.
- Gradilla-Hernández L.A. (2014) Transporte federal de personas en México: transición hacia la sustentabilidad y la resiliencia. Publicación Técnica No. 401 del Instituto Mexicano del Transporte.
- Guevara, A. y J.A. Lara (2013). "Energy subsidies in Mexico", Nota de Política para el Banco Mundial.
- Guevara, A. y J.A. Lara (2014). Mitigación del cambio climático a través de un alumbrado público eficiente en México: superando los retos políticos en aras de la eficiencia económica y el equilibrio ambiental. *Acta Universitaria*, próximo a publicar.
- Haines, A., R. S. Kovats, D. Campbell-Lendrum, and C. Corvalán, (2006): Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public health*, 120(7), 585-596.
- Hansen, M., P. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, V. Stehman, S. Goetz, T. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. Justice, C., y J. Townshend, (2013): High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change, *Science*. 342:850–853.
- Hoth Von Der Meden, J., A. Rodríguez, M. De la Maza-Benignos, A. Zapata, J. Martínez, A. Cleghorn, H. Parra, M. Briggs, J. Montes, E. Peters Recagno (2010). "Cuenca transfronteriza del río Bravo/Grande". En Cotler, H. (Coord) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–Instituto Nacional de Ecología–Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- [http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/04/urb\\_victoria.pdf](http://ceat.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/04/urb_victoria.pdf). Última consulta: 26 de abril de 2015.
- <http://expreso.press/2014/11/28/truena-cfe-las-arcas-de-municipios>. Última consulta: 26 de marzo de 2015.
- <http://rembio.org.mx/wp-content/uploads/2014/12/CT1.pdf>. "La Bioenergía en México: Estudios de Caso No. 1, 2010. Manuela Prehn e Iván Cumana. Última consulta: 28 de agosto de 2015.
- <http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/analisis/reporte/Anual2011.pdf>. [consultado 16/11/2014].
- <http://tamaulipas.gob.mx/2014/01/arrancara-en-2014-construccion-de-tres-parques-eolicos-en-tamaulipas/> "Arrancará en 2014 construcción de tres parques eólicos en Tamaulipas". Última consulta: 2 de septiembre de 2015.
- <http://www.biogemex.net/proyectos/guanajuato/>. "Proyectos Biogemex en Guanajuato. Última consulta: 28 de agosto de 2015.
- <http://www.cocof.org/proyectos/proyectos-de-frontera-2012/generacion-de-biogas-a-partir-de-estiercol-de-baja-california-y-aplicacion-en-transporte-para-beneficios-en-salud>. "Generación de Biogás a partir de Estiercol de Baja California y Aplicación en Transporte para Beneficios en Salud". Última consulta: 28 de agosto de 2015.
- <http://www.evwind.com/2015/03/12/eolica-en-mexico-tres-proyectos-eolicos-en-tamaulipas-2/>. Última consulta: 24 de abril de 2015.
- <http://www.evwind.com/2015/08/22/eolica-en-tamaulipas-construyen-tres-parques-eolicos/> "Eólica en Tamaulipas: Construyen tres parques eólicos". Última consulta: 2 de septiembre de 2015.
- <http://www.geimexico.org/factor.html>. Última consulta: 27 de abril de 2015.

- <http://www.hoytamaulipas.net/notas/79204/Pone-en-marcha-Egidio-Torre-Cantu-primer-parque-eolico-demonstrativo-en-Tamaulipas.html>. Última consulta: 27 de abril de 2015.
- <http://www.metrobus.df.gob.mx/EMISIONES.html>. "Monitoreo de Reducción de Emisiones". Última consulta: 2 de septiembre de 2015.
- [http://www.milenio.com/negocios/Elimina-Corte-amparo-autos-chocolate\\_0\\_386361374.html](http://www.milenio.com/negocios/Elimina-Corte-amparo-autos-chocolate_0_386361374.html). Última consulta: 25 de marzo de 2015.
- [http://www.milenio.com/region/parques\\_eolicos\\_Tamaulipas-reforma\\_energetica-inversion\\_Tamaulipas\\_0\\_363563712.html](http://www.milenio.com/region/parques_eolicos_Tamaulipas-reforma_energetica-inversion_Tamaulipas_0_363563712.html). Última consulta: 24 de abril de 2015.
- <http://www.noticiasdetampico.mx/columnas/trombas-desfogues-y-sus-riesgos#prettyPhoto>. Última consulta: 16 de noviembre de 2015.
- <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/EI%20Huerto%20Familiar.pdf>. "El huerto familiar", Fichas Técnicas sobre Actividades Agrícolas, Pecuarias y Traspato. México: SAGARPA.
- [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2013/Balancede\\_2013.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Balancede_2013.pdf). Consulta: julio de 2014.
- <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/TAMAULIPAS.pdf>. Panorama Minero del estado de Tamaulipas, Septiembre de 2011, sección: Volumen y Valor de la producción minera estatal 2006-2010, página 14.
- <http://www.telediario.mx/nacional/construiran-dos-parques-eolicos-en-tamaulipas>. Última consulta: 24 de abril de 2015.
- Imaz, M., N. Blazquez, V. Chao, I. Castañeda y A. Beristain (2014). Cambio climático: Miradas de Género. Editado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Universidad Nacional Autónoma de México.
- INECC - PNUD (2012). Estudio del impacto de medidas y políticas de eficiencia energética en los sectores de consumo, sobre el balance de energía y sobre los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero en el corto y mediano plazo. Reporte Final. 12 de diciembre de 2012. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012\\_estudio\\_cc\\_mitgef13.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_estudio_cc_mitgef13.pdf). Última consulta: 4 de junio de 2015.
- INECC (2015). Cambio climático en México: vulnerabilidad futura. Disponible en: <http://iecc.inecc.gob.mx/vulnerabilidad-futura.php>. Última consulta el 30 de septiembre de 2015.
- INECC-CICC. 2012. Adaptación en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. Disponible en: [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=683](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=683). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- INEGI \_ENERGIA\_ 2010. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 - 2010, para la Categoría de Energía Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) pago. 10. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/697/energia.pdf> [Consulta: julio de 2014].
- INEGI (2001). Resultados definitivos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.
- INEGI (2007). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. México: INEGI.
- INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010, México: INEGI.
- INEGI (2011). Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010. Integración territorial (ITER). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2011). Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2011. México: INEGI.
- INEGI (2012). Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares de México 2012. México: INEGI.
- INEGI (2013). Instituto Nacional de Geografía e Informática. 2013. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>
- INEGI (2014). Anuario estadístico del Estado de Tamaulipas. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- INEGI (2014). Información por entidad: Clima Tamaulipas. Fecha de consulta: [10/09/2014]: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/territorio/clima.aspx?tema=me>
- INEGI (2014a). Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas. México: INEGI. Recuperado de: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/anuario\\_14/702825066208.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/anuario_14/702825066208.pdf)
- INEGI (2014b). Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2012. Boletín de Prensa, Núm. 102/14. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2014/febrero/comunica48.pdf>
- INEGI (2014c). Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales. [Sitio electrónico]. Recuperado de: <http://mapserver.inegi.org.mx/ambiental/map/indexV3FFM.html>
- INEGI (2015). Anuario estadístico y geográfico del Estado de Tamaulipas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2015a). Banco de información económica. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI (2015b) Información contenida en el Centro distribuidor de metadatos. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/metadatos/ntm.aspx?s=geo&c=2374>

- Instituto Nacional de Ecología (INE)-SEMARNAT. 2006. México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. 208p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2011): Resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010. Integración territorial (ITER). INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2011): Resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010. Integración territorial (ITER). INEGI, México.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2001): Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report. Cambridge University Press. 1032 pp.
- IPCC (1995) The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, pp. 26.
- IPCC (2000) Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gp-gaum\\_es.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gp-gaum_es.html)
- IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.
- IPCC (2006<sup>a</sup>). Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 2 Energía .Capítulo 1 Introducción. Disponible en: [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf). Fecha de consulta: julio de 2014.
- IPCC (2006b) Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 2 Energía .Capítulo 6 Método de Referencia. Disponible en: [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_6\\_Ch6\\_Reference\\_Approach.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_6_Ch6_Reference_Approach.pdf). Fecha de consulta: julio de 2014.
- IPCC (2006c) Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 2 Energía .Capítulo 4 Emisiones fugitivas. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_4\\_Ch4\\_Fugitive\\_Emissions](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions). Fecha de consulta: julio de 2014.
- IPCC (2006d) Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 3, Procesos Industriales y Usos de productos. Capítulo 1. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3\\_Volume3/V3\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf)
- IPCC (2006e) Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 3, Capítulo 2. Industria Minera. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3\\_Volume3/V3\\_2\\_Ch2\\_Mineral\\_Industry.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_2_Ch2_Mineral_Industry.pdf)
- IPCC (2007). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 996 pp.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC (2013). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. Consultado el 24 de agosto de 2015. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1\\_AR5\\_SPM\\_ES.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1_AR5_SPM_ES.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- IPCC (2014): Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 pp.
- IPCC (2014): Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 pp.
- Islas, I., Fernández, R. e Inclán, C. (2012). “Nota técnica sobre la evolución de las emisiones de dióxido de carbono y rendimiento de combustible de los vehículos ligeros nuevos en México 2008-2011”. Documento de trabajo. INE. Re-

- cuperado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgi-pea/ine-tran-nt-01-2012.pdf>
- IUCN, (2008): Species Susceptibility to Climate Change Impacts. IUCN Red List. [www.iucn.org/redlist/](http://www.iucn.org/redlist/) Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Keith Paustian, N.H. Rabindranath, & Andre van Amstel. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Recuperado 18 de noviembre de 2014, a partir de [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_01\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_01_Ch1_Introduction.pdf)
- Khaliq, C. Hof, R. Prinzing, K. Bohning-Gaese, M. Pfenniger. Global variation in thermal tolerances and vulnerability of endotherms to climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2014; 281 (1789): 20141097 DOI: 10.1098/rspb.2014.1097.
- Kristensen, P. B., Kristensen, E. A., Riis, T., Baisner, A. J., Larsen, S. E., Verdonchot, P. F. M., Baattrup-Pedersen, A. 2013. Riparian forest as a management tool for moderating future thermal conditions of lowland temperate streams. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10, 6081–6106.
- La Red, Corporación OSSO y UNISDR, (2014): DesInventar. Disponible en: [http://online.desinventar.org/desinventar/#MEX-1250695136-mexico\\_inventario\\_historico\\_de\\_desastres](http://online.desinventar.org/desinventar/#MEX-1250695136-mexico_inventario_historico_de_desastres)
- Laines Canepa J.R. y Sosa Oliver (2013) "Degradación anaerobia del contenido gástrico ruminal bovino para la obtención de biogás, en un biodigestor tipo cúpula". En *Ingeniería. Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Yucatán*. No. 17-1. Pp. 57-65.
- Lara Vega, J. Ezequiel (s/f) Sistema Silvopastoril, una nueva Alternativa de la Ganadería Sustentable y Amigable con el Medio Ambiente. (mimeo).
- Led Lumina Leasing (2014). Propuesta de Eficiencia Energética y Modernización del Alumbrado Público con Tecnología de LEDs en el Municipio de Tecalitlán, Jal. [Presentación]. Recuperado de: <http://www.tecalitlan.gob.mx/agreements/agenda/evidences/4/8/4/PresentacionTecalitlan.pdf>
- Lhumeau, A. y D. Cordero, (2012): Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Limas, E. D. C. A., Ramírez, M. E., & Díaz, M. A. R. (2009). Acciones de lucha contra la desertificación en ambientes semiáridos en el noroeste de Tamaulipas, México. *Papeles de geografía*, (49), 15-26.
- Linares, C., and J. Díaz, (2008): Temperaturas extremadamente elevadas y su impacto sobre la mortalidad diaria según diferentes grupos de edad. *Gaceta Sanitaria*, 22(2), 115-119.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda, (2008): Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322.
- Locatelli, B., Brockhaus, M., Buck, A., Thompson, I., Bahamondez, C., Murdock, T., Roberts, G. y Webbe, J. (2010). Forests and Adaptation to Climate Change: Challenges and Opportunities. En Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R.I. and Kanninen, M. *Forests and Society-Responding to Global Drivers of Change*. IUFRO World Series Volume 25. Vienna. pp. 21-43.
- Loreau, M., (2008): Biodiversity and Ecosystem Functioning: The Mystery of the Deep Sea. *Current Biology*, 18 (3): 126.
- Magaña, V. y C. Gay. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta ecológica*, (65), 7-23.
- Magaña, V., Gómez, L., Neri, C., Landa, R., León, C., y Ávila, B. 2011. Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Humedales del Golfo de México. INE-SEMARNAT.
- Maldonado O., 2013. Plan Rector del Sistema producto arroz en Tamaulipas. SAGARPA, Secretaría de desarrollo rural del estado de Tamaulipas. Documento digital [http://www.campotamaulipas.gob.mx/oeidrus/pdfs/sistema\\_producto/sistema\\_producto\\_arroz\\_2013.pdf](http://www.campotamaulipas.gob.mx/oeidrus/pdfs/sistema_producto/sistema_producto_arroz_2013.pdf) [consulta 2 de septiembre 2014].
- Martínez, M. y A. Novelo, (1993): La vegetación acuática del estado de Tamaulipas, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*, 64(2), 59-86.
- Masera, O., (1996): Deforestación y degradación forestal en México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA). Documento de trabajo Núm. 19. México.
- Mayhan, V., E. Muller y F. Bass (1995). "Diffusion of new products: empirical generalizations and managerial uses", *Marketing Science*, 14(3):79-88.
- McKee, K. L. y J. E. Rooth (2008). Where temperate meets tropical: multi-factorial effects of elevated CO<sub>2</sub>, nitrogen enrichment, and competition on a mangrove-salt marsh community. *Global Change Biology* 14: 971–984.
- Medina Ramírez, S. (2012). La importancia de reducción del uso del automóvil en México: Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos. México: ITDP-Embajada Británica.
- Milenio (2014). "Costará hasta 8.78 pesos el metro cúbico del agua", *Milenio Diario*, 4 de enero de 2014.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. Washington. 100 pp. Disponible en: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Monterroso R. A., A. Fernández E., R. I. Trejo V., A. C. Conde A., J. Escandón C., L. Villers R. y C. Gay G, (2013): Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático

- en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA>
- Moss, R.H., J.A. Edmons, K. A. Hibbard, M. R. Manning, S. K. Rose, D. P. van Vuuren, T. R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G. A. Meehl, J. F. B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S. J. Smith, R. J. Stouffer, A. M. Thomson, J. P. Weyant and T. J. Wilbanks, (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, Vol. 463. Pp. 747-755.
- Ojeda, W. y A. Terán (2014) La adaptación del sector agrícola ante el cambio climático en México: de la propuesta a la acción. Presentación hecha en el marco del XXXIV Seminario de Economía Agrícola 9 de octubre de 2014.
- OMS (2014). Cambio Climático y Salud. Nota Descriptiva No.266 de la Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/> Última consulta el 4 de octubre de 2015.
- Ortega I., R. Ulloa, M.J. Ramos R., J.A., (2013): Evaluación y monitoreo de la vulnerabilidad al cambio climático de las costas de Tamaulipas. Análisis de anomalías del nivel mar para el golfo de México y localidades costeras de Tamaulipas. Informe técnico parcial. CICATA-IPN.
- Ortiz-Pérez, M. O., y A. Mendez-Linares, (2004). Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar y sus implicaciones en las costas bajas del Golfo de México y Mar Caribe. El Manejo Costero en México, Centro EPOMEX Universidad A. De Campeche, Campeche, México, 307-320.
- Pando-Moreno, M. (2013): Germinación de especies del matorral espinoso Tamaulipeco en un gradiente de altitud. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 4, núm. 17, mayo-junio, 2013, pp. 156-163.
- Pannier, F. (1992). El ecosistema de manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical. *Ciencia (43) Número especial*: 111-113.
- Parnesan C., (2006): Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637.
- Parnesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918), 37-42.
- Parry, M. and T. Carter, (1998): Climate impact and adaptation assessment. A guide to the IPCC approach. Earthscan Publication, London, 166 pp.
- PEMEX (2013a) Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios. México. 77p.
- PEMEX (2013b) Programa de Reducción de Emisiones (NAMA) en el Sistema de Procesamiento, transporte y Distribución de Gas Natural a través de la Reducción de Emisiones Fugitivas. México. 115p.
- PEMEX (2014a). Indicadores petroleros: Precio al público de productos petrolíferos. México: PEMEX. Recuperado de: [http://ri.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico\\_esp.pdf](http://ri.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf)
- PEMEX (2014b). (<http://www.ref.pemex.com/octanaje/21ref.htm>). Consulta: 04/07/2014.
- Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas (2011). Decreto Gubernamental mediante el cual se establece el Sistema Transversal "Todos por Tamaulipas". Publicado el 30 de agosto de 2011.
- Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas (2015). Decreto Gubernamental por el que se declara como Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal, denominado "El Refugio", localizado en el municipio de Victoria, Tamaulipas. Publicado el 30 de abril de 2015.
- PNUD (2014). Indicadores de desarrollo humano y género en México: nueva Metodología. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible en: <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/indicadores-de-desarrollo-humano-y-genero-en-mexico-nueva-metod.html> Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- PNUMA (2003) Perspectivas del medio ambiente. Geo Andino. 2003. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ponce, Víctor; Cobos, R.; Gómez, P. (2015) Manejo del Sistema de Captación de Agua Potable de la Ciudad de Tampico y Zona Metropolitana. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Disponible en: [http://ponce.sdsu.edu/vaso\\_chairel.html](http://ponce.sdsu.edu/vaso_chairel.html). Última consulta: 4 de marzo de 2016.
- Quintero, Soto María Luisa y Amelia Reyes Martínez "Problema del agua en los distritos de riego por bombeo del Estado de Sonora". *Revista Digital Universitaria [en línea]*. 10 de agosto de 2009, Vol. 10, No. 8 [Consultada: 11 de agosto de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.10/num8/art51/int51.htm>> ISSN: 1607-6079. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Rangel, B. L., T. G. Sánchez, C. R. Cabrera, A. J. Rolón, (2013): Disponibilidad de Agua ante Escenarios de Cambio Climático, Considerando los Incrementos de las Actividades Socioeconómicas en la Cuenca Baja del Río Guayalejo – Tamesí. Tercer Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático, Tampico Tamaulipas, del 14 al 18 de octubre del 2013.
- Recursos Forestales. Producción Forestal Maderable y No Maderable 2012. (s. f.). Gobierno del Estado de Tamaulipas. Recuperado a partir de [http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/08/Prod\\_For\\_Mad\\_2012.pdf](http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/08/Prod_For_Mad_2012.pdf)
- Recursos forestales. Volumen y Valor de producción forestal 2006 - 2012. (s. f.). Gobierno del Estado de Tamaulipas.

- lipas. Recuperado a partir de [http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/wpcontent/uploads/2013/08/Prod\\_For\\_Mad\\_2006\\_2012.pdf](http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/wpcontent/uploads/2013/08/Prod_For_Mad_2006_2012.pdf)
- Retuerto, R., Carballeira, A. (2014): Estimating plant responses to climate by direct gradient analysis and geographic distribution analysis *PLANT ECOLOGY* 170: 2.185-202.
- Riojas, H., M. Hurtado y J. I. Velandia, (2006): Estudio diagnóstico sobre los efectos del Cambio Climático en la salud humana de la población en México. Informe Final. INE-SEMARNAT y Instituto Nacional de Salud Pública. 38 pp. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/descargas/climatico/e2006h.pdf>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen and J. Foley, (2009): Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. Disponible en: [www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Rodríguez-Zúñiga M.T., C. Troche-Souza, A. D. Vázquez-Lule, J. D. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, J. L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, A. Uribe Martínez, J. Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, M.I. Cruz-López y R. Ressler, (2012): Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2ª y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GQ004. México, D.F.
- Rodríguez, H. y colaboradores (2009). Diagnóstico Hidrológico de la Zona Costera del Golfo de México. En Buenfil Friedman, J. (Ed). Adaptación a los impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México. Volumen 1. INE
- Rosete-Vergés, F.A., Pérez-Damián, J.L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E.N., Salinas-Chávez, E., Remond-Noa, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques*, vol. 20, núm. 1, 2014, pp. 21-35.
- Ruiz Cancino, E.; Kasparyan, D. R.; Coronado, M.; Myartseva, S. N.; Trjapitzin, V. A.; Hernández-Aguilar, H. y García Jiménez, J. (2010). Himenópteros de la Reserva "El Cielo", Tamaulipas, México. *Dugesiana*, 17(1), 53-71.
- SAGARPA (2014) Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) <http://www.siap.gob.mx/optestadisticas/2012parcialsiacon-zip/>
- Saldívar, A. (2014) El trasvase del río Pánuco a Monterrey: un proyecto insustentable. UNAM. Disponible en: [http://www.agua.unam.mx/vi-encuentro/assets/pdf/ponencias/saldivar\\_americo.pdf](http://www.agua.unam.mx/vi-encuentro/assets/pdf/ponencias/saldivar_americo.pdf). Última consulta 20 de octubre de 2015.
- Sánchez Rodríguez, R. (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Comisión Económica para América Latina. CEPAL. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/36622>
- Sanjurjo, E. y Lozada A. L. (2004). "Una estimación de los efectos del uso de instrumentos económicos para mejorar el rendimiento energético de los vehículos en México". Serie Documentos de Trabajo, DGIPEA/DT/20. Recuperado de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/dgipea\\_dt\\_020.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/dgipea_dt_020.pdf)
- Sarukhán, J. *et al.*, (2009): Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Volumen II Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 104 pp.
- Schattan, C., y Castilleja, L. (2004). La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente (Vol. 16). United Nations Publications.
- Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo del Estado de Tamaulipas (2015). Sistema de Información Económica (SIETAM). Disponible en: <http://sietam.tamaulipas.gob.mx/>
- Secretaría de Desarrollo Rural (2013). Principales cultivos: Lu-gares a nivel nacional, Año agrícola 2013. <http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/temas-del-sector/agricultura/> Fecha de consulta [12-02-2015].
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Tamaulipas (2015). Boletines OEIUDRUS. Disponibles en: [http://www.campotamaulipas.gob.mx/boletines\\_2007.php](http://www.campotamaulipas.gob.mx/boletines_2007.php). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Secretaría de Desarrollo Rural, Gobierno del Estado de Tamaulipas (2013). Anuario de estadísticas agropecuarias, forestales y pesqueras. [http://www.campotamaulipas.gob.mx/anuarios/anuario\\_agropecuario\\_forestal\\_pesquero\\_2013.pdf](http://www.campotamaulipas.gob.mx/anuarios/anuario_agropecuario_forestal_pesquero_2013.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Tamaulipas. (2015) Información contenida en el portal <http://seduma.tamaulipas.gob.mx/>
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Tamaulipas. (2015). Nota Informativa de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Tamaulipas sobre el Plan Estatal de Desarrollo (2011-2016) (13 de marzo de 2015). Documento entregado al equipo consultor.
- Secretaría de Energía (SENER) (2015). Plan Quinquenal de Licencias para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019. Disponible en: <http://sener.gob.mx/res/index/plan/Plan%20Quinquenal.pdf>. Última consulta: 9 de noviembre de 2015.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2012): Cambio Climático: Una Reflexión desde México, México. 159 pp.
- SECTUR (2014) Guía Local de Acciones de Alto Impacto en Materia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en Destinos Turísticos Mexicanos. Secretaría de Turismo. México. 76p.
- SEDESOL. CONAPO, 2012. Sistema Urbano Nacional. Secretaría de Desarrollo Social. Consejo Nacional de Población. Secretaría de Gobernación. México. 173p.
- SEMARNAT – INECC (2012): Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. México. 186pp.
- SEMARNAT – INECC (2014) *Elementos Mínimos para la Elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. 15p.
- SEMARNAT – Instituto Nacional de Ecología (INE), (2007): Informe final. Determinación de periodos de sequía y lluvia intensa en diferentes regiones de México ante escenarios de cambio climático. 101 pp. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2007p.pdf>. Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- SEMARNAT (2011). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT (2014). “Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015”, Diario Oficial de la Federación, 28 de diciembre de 2014, Décima y Décimo Primera Secciones.
- SEMARNAT-CONABIO, (2008): Capital natural de México, vol. I; capítulo 11 Estado del conocimiento de la biota. Octubre 27, 2014, de Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/11\\_Estado-conocimiento.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/11_Estado-conocimiento.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- SEMARNAT-INECC (2012). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México: SEMARNAT-INECC.
- SEMARNAT, (2013a): Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 382pp.
- SEMARNAT, (2013b): Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2013. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5326214](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5326214). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- SEMARNAT – INECC (2013). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. Primera edición, versión digital: [<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/new.consultaPublicacion.php>] 2010. Aplicación web. Disponible en: [http://egob2.energia.gob.mx/portal/Informacion\\_Energetica/inicioAdm.html](http://egob2.energia.gob.mx/portal/Informacion_Energetica/inicioAdm.html)
- SENER (2014) Información energética de las 32 entidades federativas. Aplicación web. Disponible en: [http://egob2.energia.gob.mx/portal/Informacion\\_Energetica/inicioAdm.html](http://egob2.energia.gob.mx/portal/Informacion_Energetica/inicioAdm.html)
- SENER (2014) Programa especial para el aprovechamiento de energías renovables 2013-2018, México.
- SGM 2014. Servicio Geológico Mexicano. Anuarios Estadísticos Mineros 2004, 2005 y 2012.
- Sheffield, J., E. F. Wood, and M. L. Roderick, (2012): Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*, 491, 435-438.
- SIE 2014. Sistema de información energética (SIE) de la Secretaría de Energía. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx>. Última fecha de consulta julio de 2014.]
- Stockhouse, M., H. Höck, F. Toussaint, and M. Lautenschlager, (2012): Quality assessment concept of the World Data Center for Climate and its application to CMIP5 data. *Geoscientific Model Development*, 5, pp.1023-1032.
- Thorneloe, S. A., Weitz, K. A., Nishtala, S. R., Yarkosky, S. y Zannes, M. (2002). The Impact of Municipal Solid Waste Management on Greenhouse Gas Emissions in the United States. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 52: 1000-1011. Recuperado de <http://gc-susa.com/pdf%20files/US%20EPA%20-%20The%20Impact%20of%20Municipal%20Solid%20Waste%20Management%20on.pdf>
- Toledo M., L. Poorter, M. Pena-Claros, A. Alarcón, J. Balcázar, C. Leaño, J. C. Licona, O. Llanque, V. Vroomans, P. Zuidema y F. Bongers (2011). Climate is a stronger driver of tree and forest growth rates than soil and disturbance. *Journal of Ecology* 2011(99): 254–264.
- Trenberth, K. E., A. Dai, G. van der Schrier, P. D. Jones, J. Barichivich, K. R. Briffa, and J. Sheffield, (2014): Global warming and changes in drought. *Nature Clim. Change*, 4, 17-22.
- Treviño, J.; Carreón, A. C.; A. Valiente y A. Mora-Olivo. (2014). Descubriendo el valor de los magueyes tamaulipecos. *CienciaUAT*, 19(1), 34-40.
- Triola, M. F. (2004). Estadística, México: Pearson Education.

- UNDP, (2010): A Toolkit for Designing Climate Change Adaptation Initiatives. Disponible en: [http://www.undp-adaptation.org/projects/websites/docs/KM/PublicationsRes-Materials/UNDP\\_Adaptation\\_Toolkit\\_FINAL\\_5-28-2010.pdf](http://www.undp-adaptation.org/projects/websites/docs/KM/PublicationsRes-Materials/UNDP_Adaptation_Toolkit_FINAL_5-28-2010.pdf). Última fecha de consulta 10 de octubre de 2015.
- United Nations Development Programme (UNDP), (2005): Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: desarrollando estrategias, políticas y medidas. Editado por Bo Lim y Erika Spanger-Siegrid. Estados Unidos. 274 pp.
- Vázquez-Botello, A. (2008) Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008\\_ev\\_regional\\_zcm.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008_ev_regional_zcm.pdf)
- Villers, R. L. e I. Trejo-Vázquez, (1997): Assessment of the vulnerability of forest ecosystems to climate change in Mexico. *Climate Research* 9: 87-93
- Villers, R. L. e I. Trejo-Vázquez, (1998): Climate change on Mexican forests and natural protected areas. *Global Environmental Change* 8: 141-157
- Villers, R. L. e I. Trejo-Vázquez (2000). "El cambio climático y la vegetación en México". En Gay García Carlos (Compilador). *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. México, 220 p. ISBN 968-36-7562-X
- Wilks, D., (2006): *Statistical Methods in Atmospheric Sciences*. Volume 911, second edition (International Geophysics Series), Academic Press, 648 pp.

COPIA