

Mensaje del Secretario



El cambio climático constituye uno de los mayores retos globales que afronta la humanidad. Este cambio se encuentra directamente relacionado al aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra así como a los efectos que este origina, tales como lluvias más severas, sequías frecuentes y pérdida de especies, entre otros.

En Querétaro estamos conscientes de los desafíos que enfrentamos en la actualidad ante el cambio climático, que hoy es una realidad e implica retos de coordinación y compromisos, tanto locales como globales. Por ello, comprometidos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, estamos en busca del equilibrio entre la prosperidad económica y el bienestar humano, que permitan la inclusión social y la protección del medio ambiente.

En este contexto, el presente Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro (PEACCEQ), se concibe en cumplimiento de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro, alineada a la política nacional de cambio climático y a los compromisos de México a nivel internacional enfocados a la adaptación y mitigación. Su objetivo es impulsar, integrar y coordinar políticas públicas para prevenir y mitigar riesgos sociales, económicos y ambientales generados por los impactos del cambio climático, así como para la disminución de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, con una visión a largo plazo de emisiones netas cero.

Para lograr su objetivo, este Programa propone metas específicas en materia de adaptación, mitigación, educación, difusión, establecimiento de políticas públicas, fortalecimiento institucional, investigación y financiamiento al corto (2024) mediano (2030) y largo plazo (2050). Para el logro de las metas propuestas se plantean 5 estrategias, 17 medidas y más de 60 acciones



concretas en materia de movilidad sustentable, eficiencia energética, mejoramiento de prácticas agrícolas y agropecuarias, incremento de la capacidad de captura de carbono, mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero por la generación de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas, salud y gestión de riesgos por desastres, seguridad alimentaria, entre otros.

Sabemos que alcanzar las metas de reducción de emisiones que nos permitan contribuir a mantener el aumento de la temperatura global cercano a los 1.5 grados, requerirá cambios transformacionales en diversos sectores de la sociedad; sin embargo, estamos convencidos que este Programa encontrará eco en la sociedad queretana para lograrlos. El cambio climático es una realidad ineludible de nuestro tiempo; es momento de actuar hoy en favor de las generaciones del futuro.

Marco A. Del Prete T.

Secretario de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro



Agradecimientos

Agradecemos la participación y aportación de las dependencias Federales, Estatales y Municipales, instituciones de investigación, iniciativa privada y organizaciones de la sociedad civil que estuvieron presentes en las reuniones y talleres que se realizaron para integrar el presente documento.

Dependencias Federales

Comisión Nacional del Agua
Comisión Nacional Forestal
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
Secretaría de Desarrollo Social
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dependencias Estatales

Comisión Estatal de Aguas
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
Coordinación Estatal de Protección Civil
Instituto Queretano del Transporte
Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano
Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Secretaría de Desarrollo Social
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
Secretaría de Educación
Secretaría de Gobierno
Secretaría de la Juventud
Secretaría de Planeación y Finanzas
Secretaría de Salud
Secretaría de Seguridad Ciudadana
Secretaría de Turismo

H. Ayuntamientos del Estado

Amealco de Bonfil
Arroyo Seco
Cadereyta de Montes
Colón
Corregidora
El Marqués
Ezequiel Montes
Huimilpan
Jalpan de Serra
Landa de Matamoros
Pedro Escobedo
Peñamiller



Pinal de Amoles
Querétaro
San Joaquín
San Juan del Río
Tequisquiapan
Tolimán

Organizaciones de la Sociedad Civil e Instituciones Educativas

Aldea Verde
Cámara Mexicana de Industria de la Construcción
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos de Querétaro
Centro Queretano de Recursos Naturales
Consejo de Concertación Ciudadana para el Mejoramiento Ambiental
Grupo Ecológico Sierra Gorda I.A.P.
Iniciativa Cultural Ciudadana
Instituto de Emprendimiento Tecnológico de Monterrey
Instituto Mexicano de Transporte
Red Queretana de Residuos
Universidad Autónoma de Querétaro
Universidad Tecnológica de San Juan del Río

Servicios Ambientales Integrales de Consultoría y Cambio Climático, S. C.



Mensaje Institucional

Querétaro es un Estado en constante desarrollo, privilegiado por su ubicación en el centro del país y no es ajeno a los problemas ambientales que hoy en día se viven. En el gobierno del estado, estamos conscientes de los desafíos que enfrentamos en la actualidad con el cambio climático, que hoy es una realidad e implica retos de coordinación y compromiso tanto locales como globales. Por ello, comprometidos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, estamos en busca del equilibrio entre la prosperidad económica y el bienestar humano, que permitan la inclusión social y la protección del medio ambiente.

En este sentido, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro, es sin duda un instrumento con un enfoque de gobernanza climática, que permitirá conjuntar esfuerzos de las diferentes instituciones del sector privado, sociedad civil y, por supuesto, el sector público, con la enorme responsabilidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos y metas definidos.

El desafío que tenemos los queretanos es, sin duda alguna, luchar día a día con unidad y entusiasmo, sumándonos a los esfuerzos mundiales y al compromiso de la Contribución Determinada Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), para hacer frente al cambio climático, asumiendo retos locales que permitan el bienestar social con armonía, respeto y uso adecuado de los recursos naturales.

Este Programa con una visión al 2050, integra estrategias transversales, tanto para la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, como para la adaptación al cambio climático. Las cuales, están enfocadas al fomento de la eficiencia energética y al uso de las energías renovables, a la promoción de estrategias de crecimiento bajas en emisiones, a la protección de los bosques, a la reducción de riesgo de desastre por fenómenos climáticos adversos, y sobre todo al desarrollo sostenible en general; considerando en todo momento tener una sociedad informada, responsable y resiliente.

Asimismo, se han comenzado a realizar acciones encaminadas al establecimiento de una economía circular, con el reto de romper el ciclo de la necesidad constante de usar más recursos para impulsar la producción y el consumo, con la convicción de que es clave para afrontar los desafíos del cambio climático.

En este contexto, es imprescindible la participación de toda la sociedad queretana, para asumir y enfrentar los compromisos que demanda la situación actual y garantizar una mejor calidad de vida a las siguientes generaciones.

“La tierra no es una herencia de nuestros padres, sino un préstamo de nuestros hijos”

Proverbio indio



Contenido

1. Resumen ejecutivo	8
2. Antecedentes	13
2.1 Marco conceptual	13
2.2 Contexto internacional	15
2.3 Política nacional de cambio climático	20
2.4 Estado de Querétaro: Diagnóstico	21
2.4.1 Medio natural	21
2.4.2 Medio social	26
2.4.3 Medio económico	29
2.5 Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible (IEDS)	30
2.6 Marco normativo	32
2.6.1 Marco normativo federal	32
2.6.2 Marco normativo estatal	36
2.6.3 Marco normativo municipal	38
2.7 Avances del Estado sobre cambio climático	39
2.7.1 Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro	39
2.7.2 Acciones que se han realizado enfocadas a mitigación y adaptación	40
3. Análisis de Vulnerabilidad	45
3.1 Vulnerabilidad y Cambio Climático	45
3.2 Descripción del sistema	45
3.3 Eventos climáticos extremos en el Estado de Querétaro	47
3.3.1 Lluvias extremas e inundaciones	47
3.3.2 Incendios	51
3.4 Vulnerabilidad presente y futura	56
3.4.1 Vulnerabilidad presente	61
3.4.2 Vulnerabilidad futura	62
3.5 Descripción de enfoques en el proceso de adaptación	90
3.5.1 Capacidad Adaptativa	90
4. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	94
4.1 Metodología para la estimación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en el Estado de Querétaro	94
4.2 Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero del Estado de Querétaro	98
4.3 Emisiones por Categoría	102
4.3.1 Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Energía	102



4.3.2	Resultados de Emisiones de GEI por la categoría de Energía	112
4.3.3	Proyección de emisiones de la categoría de energía.....	122
4.3.4	Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU).....	126
4.3.5	Proyección de emisiones Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)	130
4.3.6	Estimación de Emisiones de GEI de la categoría de Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU).....	131
4.3.7	Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Desechos.	148
4.3.8	Proyección de emisiones de GEI por la categoría de Desechos.....	151
4.4	Estimación de la incertidumbre, Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro	152
4.5	Oportunidades de Mitigación	153
5.	Agenda Climática.....	155
5.1	Percepción social	158
5.2	Propuesta de agenda climática estatal	164
6.	Estrategias y acciones	165
6.1	Objetivos del programa.....	165
6.2	Visión al 2050	165
6.3	Metas	165
6.4	Estrategias.....	166
6.5	Contribución del Estado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	168
6.6	Medidas y Acciones	169
7.	Financiamiento	197
8.	Evaluación	205
	Glosario	209
	Siglas y acrónimos	212
	Unidades	215
	Compuestos	216
	Referencias	217
	Anexo A. Incertidumbres estimadas del inventario de emisiones de GEI del Estado de Querétaro.	



Figuras

Figura 1. Cambio de la temperatura media anual 1901-2012.	14
Figura 2. Acuerdos internacionales sobre Cambio Climático.	15
Figura 3. Objetivos del Desarrollo Sostenible.	18
Figura 4. Curva anual de NDVI (fenología).	53
Figura 5. Matriz de requerimientos para Maíz.	80
Figura 6. Subcategorías de la categoría energía.	103
Figura 7. Subcategorías del sector Procesos Industriales y Uso de Productos.	127
Figura 8. Subcategorías del sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.	131
Figura 9. Subcategorías de la categoría Desechos.	148
Figura 10. Estrategias del Programa Estatal de Acción ante el Cambio climático para el Estado de Querétaro.	167
Figura 11. Contribuciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	168
Figura 12. Esquema de metodología MRV.	208

Gráficas

Gráfica 1. Comportamiento de emisiones de CO ₂ e por sector 2006-2015.	11
Gráfica 2. Proyección del Sector Energía.	11
Gráfica 3. Porcentaje de población afiliada a las instituciones de salud.	28
Gráfica 4. Escolaridad en población mayor de 15 años.	29
Gráfica 5. Porcentaje de aportación al PIB del Estado de Querétaro.	30
Gráfica 6. Comportamiento de la curva de NDVI en Jalpan de Serra 2016-2017 y Standardized Precipitation Index (SPI-3) con climatología de 1980-2015.	54
Gráfica 7. Comportamiento de la curva de NDVI en Amealco de Bonfil 2016-2018 y Standardized Precipitation Index (SPI-3), con climatología de 1980-2015.	55
Gráfica 8. Comportamiento de la curva de NDVI en Arroyo Seco 2010-2012 y Standardized Precipitation Index (SPI-3), con climatología de 2010-2012.	55
Gráfica 9. Comparación de la superficie de maíz para grano y frijol frente al total de otros cultivos en el Estado de Querétaro.	78
Gráfica 10. Comportamiento del rendimiento de maíz para grano y frijol y su relación con la superficie siniestrada para los mismos cultivos.	78
Gráfica 11. Superficie sembrada por cultivos en el Estado de Querétaro durante el periodo de 1980 a 2017.	79
Gráfica 12. Tendencia de la superficie sembrada de maíz para grano y frijol en el Estado de Querétaro.	81

Gráfica 13. Evolución de la aptitud potencial de maíz en el Estado de Querétaro con escenarios de cambio climático.	83
Gráfica 14. Distribución porcentual por categoría vehicular en el Estado de Querétaro.	107
Gráfica 15. Participación porcentual de vehículos a gasolina por año modelo.	108
Gráfica 16. Participación porcentual de vehículos a diésel por año modelo.	108
Gráfica 17. Contribución de emisiones de CO ₂ e de la categoría energía.	113
Gráfica 18. Contribución de emisiones de CO ₂ e de las subcategorías de energía.	116
Gráfica 19. Contribución de emisiones de CO ₂ e de las subcategorías Transporte.	118
Gráfica 20. Contribución de emisiones de CO ₂ e del consumo de combustible en los hogares... ..	121
Gráfica 21. Contribución de emisiones de CO ₂ e de las subcategorías IPPU.	129
Gráfica 22. Emisiones de CO ₂ e por subcategoría de Ganadería.	140
Gráfica 23. Emisiones de CO ₂ e por subcategoría Agrícola.	140
Gráfica 24. Participación porcentual de sectores en talleres regionales.	155
Gráfica 25. Participación porcentual respecto de la edad de los encuestados.	159
Gráfica 26. Percepción sobre las causas del cambio climático.	159
Gráfica 27. Percepción sobre las consecuencias del cambio climático.	160
Gráfica 28. Percepción sobre la atención gubernamental al tema del Cambio Climático.	161
Gráfica 29. Percepción sobre las consecuencias del cambio climático.	161
Gráfica 30. Conocimiento del cambio climático por género.	162
Gráfica 31. Percepción de la causa del cambio climático por género.	162
Gráfica 32. Impactos del cambio climático, percepción por género.	163

Mapas

Mapa 1. Emisiones totales de CO ₂ e por municipio.	10
Mapa 2. Estado de Querétaro.	22
Mapa 3. Uso de Suelo y Vegetación.	23
Mapa 4. Climatología.	24
Mapa 5. Población.	27
Mapa 6. Regiones del Estado de Querétaro.	46
Mapa 7. Puntos de calor, municipios con mayor superficie afectada por incendios.	52
Mapa 8. Exposición al Cambio Climático del Estado de Querétaro.	57
Mapa 9. Sensibilidad al Cambio Climático del Estado de Querétaro.	58
Mapa 10. Capacidad Adaptativa ante el Cambio Climático del Estado de Querétaro.	60
Mapa 11. Vulnerabilidad presente ante el Cambio Climático del Estado de Querétaro.	61
Mapa 12. Temperatura superficial del Estado de Querétaro utilizando MODIS.	63



Mapa 13. Áreas Naturales Protegidas y escenario base de precipitación.....	64
Mapa 14. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP4.5 al 2040.	65
Mapa 15. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP8.5 al 2040.	66
Mapa 16. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP4.5 al 2070.	67
Mapa 17. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP8.5 al 2070.	67
Mapa 18. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP4.5 al 2070.	68
Mapa 19. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP8.5 al 2040.	69
Mapa 20. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP8.5 al 2070.	70
Mapa 21. Dengue y escenario base de temperatura.	72
Mapa 22. Dengue y escenario RCP4.5 2040.	73
Mapa 23. Dengue y escenario RCP8.5 2040.	74
Mapa 24. Dengue y escenario RCP4.5 2070.	75
Mapa 25. Dengue y escenario RCP8.5 2070.	75
Mapa 26. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base.	82
Mapa 27. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP4.5 a 2040.	84
Mapa 28. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP4.5 a 2070.	84
Mapa 29. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP8.5 a 2040.	85
Mapa 30. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP8.5 a 2070.	85
Mapa 31. Inundación y escenario base.....	87
Mapa 32. Inundación y escenario RCP4.5 2040.	88
Mapa 33. Inundación y escenario RCP8.5 2040.	88
Mapa 34. Inundación y escenario RCP4.5 2070.	89
Mapa 35. Inundación y escenario RCP8.5 2070.	89
Mapa 36. Emisiones de CO ₂ e en el Estado por municipio.	101
Mapa 37. Emisiones de CO ₂ e de la categoría energía por municipio.	115
Mapa 38. Emisiones de CO ₂ e, subcategoría Transporte.	119
Mapa 39. Emisiones de CO ₂ e, categoría IPPU.	130
Mapa 40. Emisiones de CO ₂ e, de la subcategoría Cambio de Uso de Suelo.	147
Mapa 41. Emisiones de CO ₂ e, de la categoría Desechos.	151

Tablas

Tabla 1. Temperatura media anual.....	25
Tabla 2. Precipitación total anual.....	25
Tabla 3. Eventos extremos.....	26
Tabla 4. Indicadores de sustentabilidad, 2017.....	32
Tabla 5. Reportes recientes de inundaciones en la capital del Estado de Querétaro.....	47
Tabla 6. Inundaciones históricas en el Estado de Querétaro.....	50
Tabla 7. Ubicación geográfica de incendios en el Estado de Querétaro (centroides).....	51
Tabla 8. Clasificación de SPI.....	54
Tabla 9. Aptitud potencial de maíz con escenarios de cambio climático en el Estado de Querétaro. 82	
Tabla 10. Empresas manufactureras por municipio y división industrial.....	86
Tabla 11. Amenazas e impactos esperados por sector.....	92
Tabla 12. Nivel de cálculo del inventario por categoría y subcategoría.....	98
Tabla 13. Potenciales de calentamiento global.....	98
Tabla 14. Emisiones de CO ₂ e por sector para el Estado de Querétaro.....	99
Tabla 15. Emisiones de GEI por subcategoría, 2015.....	100
Tabla 16. Contribución de emisiones estatales al inventario nacional 2015.....	102
Tabla 17. Consumo energético por tipo de combustible.....	103
Tabla 18. Consumo de energía por subcategoría.....	104
Tabla 19. Consumo energético para generación de electricidad.....	104
Tabla 20. Consumo energético para generación de energía por biogás.....	105
Tabla 21. Consumo energético por sector industrial manufacturero.....	106
Tabla 22. Consumo energético del sector ferroviario por municipio.....	109
Tabla 23. Consumo energético del sector comercial por municipio.....	110
Tabla 24. Consumo energético del sector residencial por municipio.....	111
Tabla 25. Consumo energético de la subcategoría agropecuario por municipio.....	112
Tabla 26. Emisiones de GEI de la categoría energía por subcategoría.....	113
Tabla 27. Emisiones de GEI de la categoría energía por municipio.....	114
Tabla 28. Emisiones de CO ₂ e por municipio de la industria de la energía.....	116
Tabla 29. Emisiones de GEI por consumo de combustibles en diferentes sectores industriales..	117
Tabla 30. Emisiones de GEI, subcategoría Transporte.....	117
Tabla 31. Emisiones de GEI por tipo vehicular.....	120
Tabla 32. Emisiones de GEI por tipo vehicular del Parque Federal.....	120
Tabla 33. Emisiones de GEI por otras fuentes de combustión.....	121
Tabla 34. Balance de combustible SENER-LEAP, Querétaro 2015 (PJ).....	123



Tabla 35. Demanda de energía sector energía 2015-2030 (PJ).	123
Tabla 36. Información sobre generación de energía eléctrica de la Central El Sauz.	124
Tabla 37. Emisiones del sector eléctrico (Central Eléctrica El Sauz) para el horizonte 2015-2030. 124	
Tabla 38. Emisiones de CO ₂ e del sector energía para el horizonte 2015-2030.	125
Tabla 39. Proyección de emisiones de CO ₂ e del sector energía para el horizonte 2015-2030. ...	126
Tabla 40. Emisiones por municipio de la categoría IPPU.	129
Tabla 41. Distribución de la población de ganado por municipio, 2014.	132
Tabla 42. Aplicación de cal por municipio.	133
Tabla 43. Aplicación de Urea por municipio.	135
Tabla 44. Cantidad de fertilizante aplicado por municipio.	136
Tabla 45. Superficie de siembra/cosecha de trigo y maíz en el estado de Querétaro.	137
Tabla 46. Información de incendios forestales y pastizales.	138
Tabla 47. Emisiones por ganadería a nivel municipal.	139
Tabla 48. Emisiones de CO ₂ e de la subcategoría agrícola a nivel municipal.	141
Tabla 49. Contenidos de carbono de biomasa aérea y subterránea de diferentes tipos de bosques.	143
Tabla 50. Factores de remoción de forestación/reforestación.	144
Tabla 51. Valores aplicados para estimar emisiones de metano y óxido nitroso de incendios forestales por hectárea.	145
Tabla 52. Emisiones de CO ₂ e, de la subcategoría Cambio de Uso de Suelo.	146
Tabla 53. Disposición de RSU en el Estado de Querétaro.	148
Tabla 54. Plantas de tratamiento de aguas residuales en la entidad.	149
Tabla 55. Emisiones totales de la categoría de Desechos.	150
Tabla 56. Proyección de emisiones de CO ₂ e para la categoría desechos.	152

1. Resumen ejecutivo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro (PEACCEQ), es concebido en cumplimiento a lo establecido en la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro y se sustenta como parte de los compromisos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021: Eje Próspero y Eje Humano y del Programa Estatal de Protección al Ambiente, denominado “Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro”.

Este Plan está alineado a la política nacional de cambio climático y a los compromisos de México a nivel internacional para el periodo 2020-2030 enfocados a adaptación y mitigación. Su objetivo es impulsar, integrar y coordinar políticas públicas para mitigar riesgos sociales, económicos y ambientales generados por los impactos del cambio climático, así como para la disminución de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Por su parte, la Ley de Cambio Climático del Estado de Querétaro dispone que el Poder Ejecutivo del Estado, a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, elabora y promulga el PEACCEQ, considerando las recomendaciones de la Secretaría de Medio Ambiente y el INECC, así como el diagnóstico del Centro de Ecología y Cambio Climático con la participación de la sociedad civil.

En el Capítulo 2, se hace la recopilación de conceptos básicos, presentado la evolución de los acuerdos internacionales para atender el cambio climático, así como se hace mención de las políticas y acuerdos que se han realizado desde la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima hasta el Acuerdo de París. Además, se realiza un análisis del marco normativo estatal en materia de cambio climático identificando áreas de oportunidad para su fortalecimiento. También se presenta el análisis de las acciones enfocadas a mitigación y adaptación al cambio climático que se han realizado en el Estado de Querétaro en los últimos años por diferentes dependencias.

Adicionalmente se realizó una descripción del Estado que incluye las características del medio natural, social y económico, integrando algunos indicadores de sustentabilidad energética, datos de climas y eventos extremos.

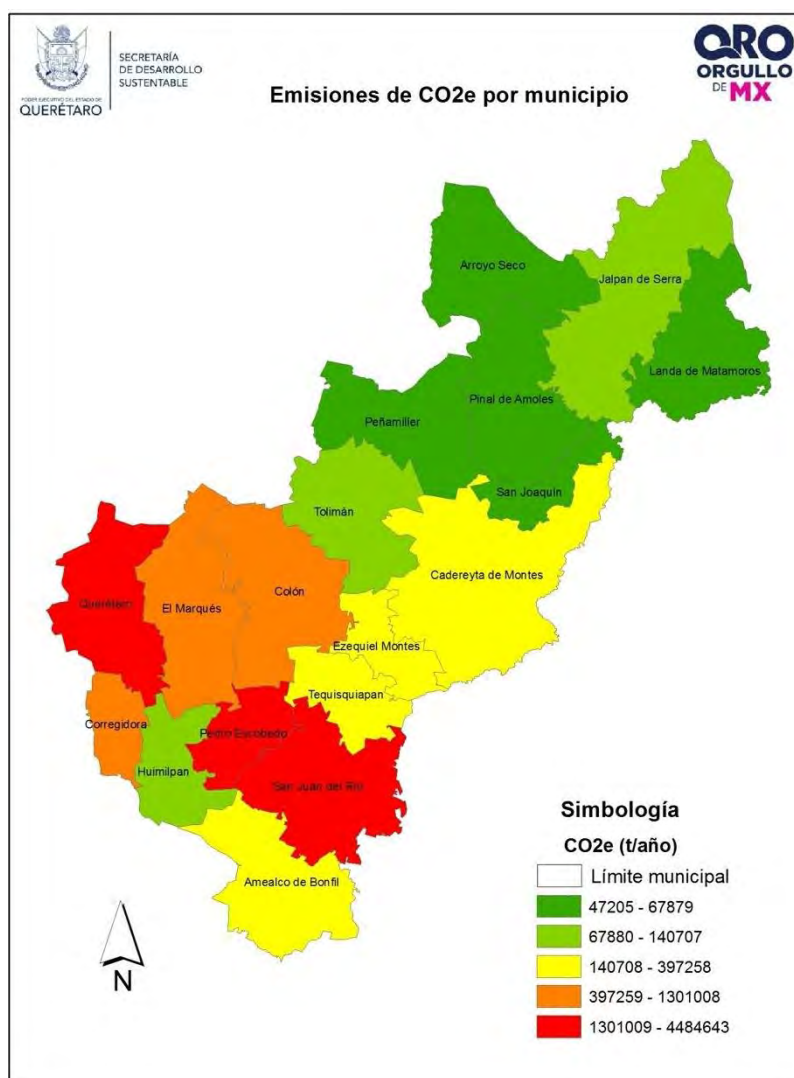
En el Capítulo 3, se integra un análisis de vulnerabilidad en el que se incluye el impacto potencial del cambio climático en regiones y sectores prioritarios del Estado; así como un análisis de la vulnerabilidad presente y futura, mostrando la situación actual en cuanto a zonas con mayores temperaturas y precipitaciones. Este análisis presenta escenarios de vulnerabilidad en el Estado con proyecciones hasta el 2070.

De acuerdo con los resultados del análisis de vulnerabilidad se resalta que los municipios con mayor índice son los que conforman la Zona Metropolitana de Querétaro, en los cuales se identificaron como principales amenazas el aumento de temperatura, inundación y poca capacidad adaptativa. Del mismo modo, se hace notar que esta zona concentra el 71.4% de la

población con mayor vulnerabilidad del Estado. Asimismo, se integra la matriz de amenazas e impactos esperados por sector y se plantean acciones de adaptación.

Dentro del Capítulo 4, se muestran los resultados del más reciente Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Estado de Querétaro. Espacialmente, la mayoría de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (67.47%), ocurre en 3 municipios del Estado: Querétaro, San Juan del Río y Pedro Escobedo, seguidos de los municipios de El Marqués y Corregidora con el 5.98% y el 3.68% respectivamente.

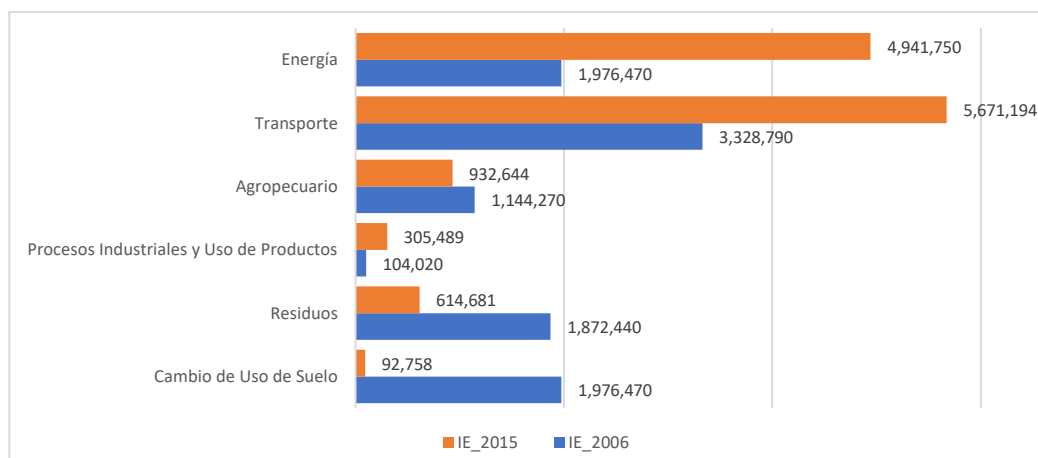
Lo anterior se explica dado que la Zona Metropolitana de Querétaro y San Juan del Río concentran la mayor cantidad de población, así como una gran parte de las actividades productivas en el Estado, por lo que resulta lógico que sean las partes de mayor contribución de GEI. Por su parte, en el municipio de Pedro Escobedo se localiza el mayor centro de generación de energía del Estado: la Planta de Generación Eléctrica "El Sauz", la cual contribuye con el 16.4% de las emisiones del sector (Mapa 1).



Mapa 1. Emisiones totales de CO₂e por municipio.

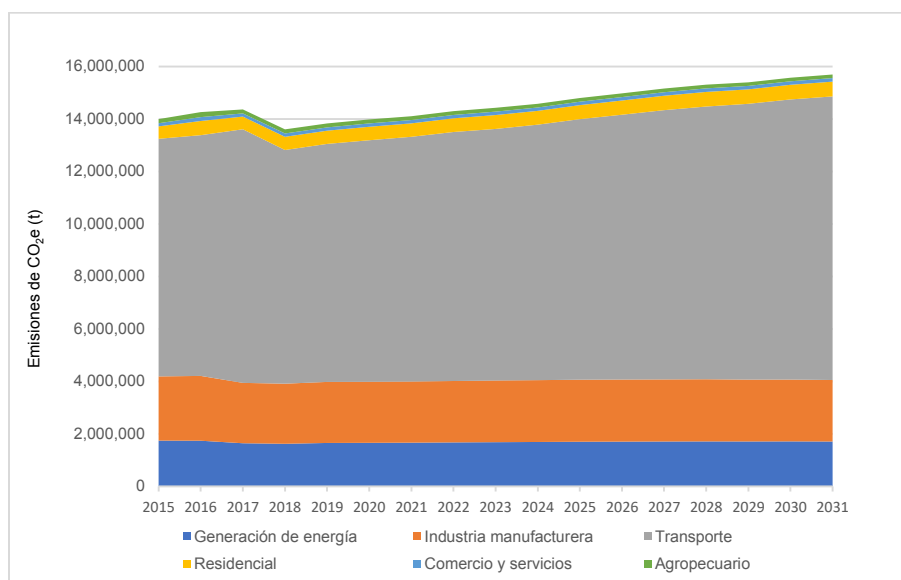
Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

El Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero estimó un total de **12,558,516.07** toneladas anuales de CO₂e, de las cuales el 84.5% corresponden a la categoría Energía, que es la que más contribuye, seguida del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) con el 8.16% y con una menor contribución, las categorías Desechos y Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) que aportan un 4.89% y 2.43%, respectivamente. Adicionalmente se realizó una comparación con los resultados obtenidos en el Inventario de Emisiones de GEI año base 2006, observando un incremento significativo en los sectores transporte y energía (Gráfica 1).



Gráfica 1. Comportamiento de emisiones de CO₂e por sector 2006-2015.
Fuente: SEDESU, Inventarios de emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Asimismo, se destaca la proyección de emisiones de las categorías Energía al año 2031 (Gráfica 2), resaltando un aumento considerable en transporte; mientras que en las otras subcategorías se estima una reducción de emisiones debido a la disminución en la demanda de los combustibles y a la tendencia del uso de energías alternativas.



Gráfica 2. Proyección del Sector Energía.
Fuente: SEDESU, Inventario de emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Las principales oportunidades de mitigación identificadas están en la subcategoría de transporte, ya que éste genera más de 9 millones de toneladas de CO₂e por año, lo que representa aproximadamente el 46.6% de las emisiones del Estado; por lo cual, la aplicación de medidas implicaría una reducción significativa de las emisiones a la atmósfera.

En el Capítulo 5, como parte de la agenda climática, se analiza la información sobre percepción social en materia de cambio climático en el Estado de Querétaro, lo que permite identificar acciones para fortalecer las propuestas de difusión, concientización y educación ambiental. Además, se hace una reseña de los talleres regionales realizados como parte de la inclusión de la sociedad en el desarrollo de estrategias y acciones en materia de cambio climático.

En el Capítulo 6, se establecen la misión, objetivos, metas y estrategias del PEACCEQ. Para cada medida y acción se presentan indicadores y responsables, así como su prioridad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá contar con un sistema previo de monitoreo, reporte y verificación que podrá ser ajustado y precisado a medida que se avance.

Las metas están enfocadas a la prevención, adaptación, mitigación y concientización de la población. Éstas se plantean para el corto, mediano y largo plazo: años 2024, 2030 y 2050. Planteando que para el 2050 se hayan realizado: 1) Acciones de adaptación al 80% de la población más vulnerable a los efectos del cambio climático respecto al año base 2015 2) Se haya mitigado el 5.7% de las emisiones de CO₂e, respecto a lo esperado conforme a la línea base y, 3) el 80% de la población de nivel básico, medio, medio superior y superior esté informada sobre el cambio climático.

Para el cumplimiento de estas metas se definieron 5 estrategias enfocadas a: I. Mitigación de GEI, II. Adaptación, III. Educación y difusión, IV. Políticas públicas y fortalecimiento institucional y V. Investigación y financiamiento. De ellas se desprenden un total de 62 medidas, de las que para cada una se especifican las acciones a realizar y los responsables de llevarlas a cabo, considerando la participación de todos los sectores de la sociedad.

Así mismo se destaca que, con la aplicación de las medidas, se atenderán 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el Capítulo 7 se presenta un listado de instituciones y organizaciones que otorgan financiamientos para medidas enfocadas a mitigación y adaptación al cambio climático, con la finalidad de que se pueda acceder a alguno de estos apoyos si se considera necesario y conveniente.

Para lograr la aplicación del Programa, en el Capítulo 8, se plantea la forma en la que se dará seguimiento a través de la Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro (ComECCEQ). Es así que, los procesos de monitoreo y verificación de manera periódica son clave para cuantificar el avance de las metas establecidas, y la ventaja de los mismos radica en la flexibilidad para redefinir acciones ante los resultados de los reportes o algún imprevisto justificable.

2. Antecedentes

2.1 Marco conceptual

El cambio climático constituye uno de los mayores retos globales que afronta la humanidad. Dicho cambio se encuentra directamente relacionado al aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra así como a los efectos que este aumento origina, tales como el derretimiento de glaciares, lluvias más severas, sequías frecuentes, entre otros.

El aumento en la temperatura de la superficie terrestre es provocado por las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) y sus concentraciones en la atmósfera, tanto naturales como de origen antropogénico, que absorben y remiten radiación infrarroja a la superficie de la Tierra, en niveles tales que generan interferencias peligrosas en el sistema climático.

El efecto invernadero es un proceso natural de la Tierra que permite mantener las condiciones necesarias para que exista vida; es decir, la Tierra retiene el calor del sol. Sin este efecto, la temperatura media del planeta sería de 18 °C bajo cero. Cuando se desequilibran las proporciones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI), se retiene más calor, provocando que la temperatura media de la Tierra se incremente, que es a lo que se le llama Calentamiento Global.

El inicio del Calentamiento Global se sitúa a partir de la Revolución Industrial; sin embargo, fue hasta 1950 que se encontró evidencia suficiente de que el dióxido de carbono permanecía en la atmósfera por 10 años. Además, se demostró que los océanos no eran sumideros de carbono para todo el CO₂ atmosférico, sino que sólo un tercio del CO₂ antropogénico puede ser retenido por los océanos¹.

En la década de 1980 a 1990, la curva de la temperatura media anual global comenzó a aumentar, mostrando incrementos tan intensos que la teoría sobre calentamiento global empezó a ganar terreno. Como consecuencia, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) medioambientales abordaron la necesidad de protección al medio ambiente, para mitigar el calentamiento global. Asimismo, se dio una cobertura importante en medios de comunicación ocupando las primeras noticias a escala global, difundiendo imágenes de desastres naturales tales como inundaciones y sequías; lo que generó un impacto importante en la población, detonando fuerte presión social que empezó a llamar la atención sobre la generación del cambio climático y sus afectaciones.

En el año de 1988 se reconoció finalmente que el clima comenzaba a ser más caliente que antes de 1880. Se aceptó la teoría del efecto invernadero y se estableció el Panel Intergubernamental

¹ Maslin, M., Global Warming, a very short introduction. Oxford University Press, Oxford 2004.

de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) creado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

La principal actividad del IPCC es publicar informes especiales, y fue en 2013 que publicó su Quinto Informe de Evaluación, en el cual se proporciona más claridad sobre el papel de la actividad humana en el cambio climático. Su conclusión categórica fue: el cambio climático es real y las actividades humanas son sus principales causantes. Dentro de los aspectos más relevantes que se establecen en el informe se encuentran:

- De 1880 a 2012 la temperatura media mundial aumentó 0.85 °C.
- De 1901 a 2010, el nivel medio del mar ascendió 19 cm por la expansión de los océanos debido al hielo derretido por el calentamiento global.
- Se estima que el aumento del nivel medio del mar será de entre 24 y 30 cm para 2065 y de 40 a 63 cm para 2100 en relación con el periodo de referencia de 1986-2005.
- La mayoría de los efectos del cambio climático persistirán durante muchos siglos, incluso si se detienen las emisiones.
- Existen pruebas alarmantes de que se pueden haber alcanzado o sobrepasado puntos de inflexión, que darían lugar a cambios irreversibles en importantes ecosistemas y en el sistema climático del planeta. Ecosistemas tan diversos como la selva amazónica y la tundra antártica, pueden estar llegando a umbrales de cambio drástico debido al calentamiento y a la pérdida de humedad.
- Los glaciares de montaña se encuentran en alarmante retroceso, y los efectos producidos por el abastecimiento reducido de agua en los meses más secos, tendrán repercusiones sobre varias generaciones.

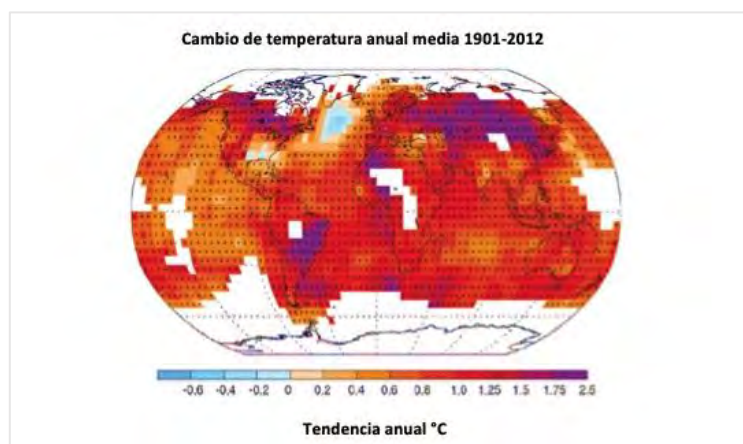


Figura 1. Cambio de la temperatura media anual 1901-2012.

Fuente: Quinto informe de evaluación del IPCC.

En octubre de 2018, el IPCC publicó un informe especial sobre los impactos del incremento de la temperatura de la Tierra a 1.5 °C, puntualizando que limitar el calentamiento global a este nivel requerirá cambios rápidos, de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos de la

sociedad. La limitación del calentamiento global a 1.5 °C comparado con 2 °C va de la mano con el compromiso de asegurar una sociedad más sostenible y equitativa.

El informe expone que limitar el calentamiento global a 1.5 °C requeriría transiciones "rápidas y de gran calado" en la tierra, la energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades. Las emisiones netas mundiales de dióxido de carbono (CO₂) de origen humano tendrían que reducirse en un 45% para 2030 con respecto a los niveles de 2010, y seguir disminuyendo hasta alcanzar el "cero neto" aproximadamente en 2050. Esto significa que se debería compensar cualquier emisión remanente eliminando el CO₂ de la atmósfera (IPCC, 2018).

2.2 Contexto internacional

Conforme a los avances a nivel internacional en materia de cambio climático, se presenta la secuencia de la creación de acuerdos y organizaciones más importantes hasta el 2015 (Figura 2).

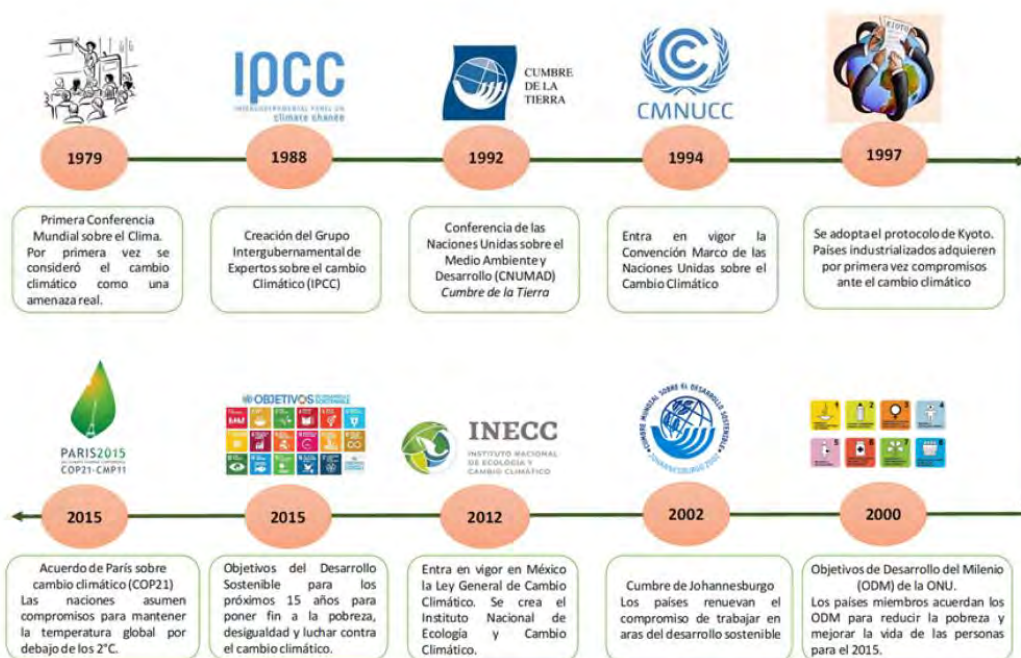


Figura 2. Acuerdos internacionales sobre Cambio Climático.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen algunas de las acciones más importantes llevadas a cabo:

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue adoptada en Nueva York el 9 de Mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de Marzo de 1994. Tiene

por objetivo “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.

La CMNUCC cuenta con un número de miembros denominados “Partes en la Convención”, que a partir de 2014 ascendió a 196 países.

Además, existe la denominada “Conferencia de las Partes” (CP o COP en sus siglas en inglés), que es una asociación de todos los países que son Partes en la Convención, encargada de mantener los esfuerzos internacionales por resolver los problemas del cambio climático.

Una labor fundamental de la CP es examinar las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisiones presentados por las Partes. Tomando como base esta información, evalúa los efectos de las medidas adoptadas por las Partes y los progresos realizados en el logro del objetivo último de la Convención. La CP se reúne todos los años desde 1995 en Bonn, Alemania, sede de la Secretaría, salvo cuando una Parte se ofrece como anfitrión de la sesión.

Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, junio 1992)

La Cumbre de Río de Janeiro realizada el 2 de junio de 1992, estableció un momento importante en el deseo de lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales. Los acuerdos adoptados en la Cumbre de la Tierra fueron los siguientes:

Agenda 21. Plan de acción que elabora estrategias y medidas integradas para detener los efectos de la degradación ambiental y para promover un desarrollo compatible con el medio ambiente y sostenible en todos los países.

La Declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: documento que integra 27 principios interrelacionados entre sí, en el que se establecen por primera vez las bases para llegar al desarrollo sostenible fijando, asimismo, el marco para todos los derechos y obligaciones individuales y colectivas en el campo del medio ambiente y el desarrollo.

La Declaración de Principios Forestales: un conjunto de 15 principios, no vinculantes, que rigen la política nacional e internacional para la protección, la administración y el uso más sostenible de los recursos forestales mundiales. Estos principios son importantes porque representan el primer y principal consenso internacional sobre un mejor uso y conservación de toda clase de bosques.

El Convenio Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático: acuerdo legalmente vinculante, firmado por 154 gobiernos en la Cumbre de Río, que reconoce por primera vez en términos políticos y jurídicos la existencia del problema del cambio climático y la contribución que hacen al mismo las actividades humanas. Establece como objetivo último alcanzar la estabilización

de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida transferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

El Convenio de la Biodiversidad: acuerdo legalmente vinculante, que representa un paso importante hacia la conservación de la diversidad biológica del uso sostenible de sus componentes y del reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de recursos genéticos.

Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto precisa las acciones, políticas y medidas para la reducción de emisiones de los gases de efecto invernadero. Fue adoptado inicialmente el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, y entró en vigor el 16 de febrero de 2005 para las naciones que lo ratificaron; entre ellas México, que lo hizo en el año 2000.

En diciembre de 2012, en la decimoctava Conferencia de las Partes sobre cambio climático (COP18) se ratificó el segundo periodo de vigencia del Protocolo de Kioto desde enero de 2013 hasta diciembre de 2020.

Los logros que se han obtenido con el protocolo de Kioto son:

- Que los gobiernos suscribientes establezcan leyes y políticas para cumplir con sus compromisos ambientales.
- Que las empresas tengan al medio ambiente en cuenta al tomar decisiones de inversión.
- Fomentar la creación del mercado del carbono, cuyo fin es lograr la reducción de emisiones al menor costo.

Cumbre de Johannesburgo

En la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo realizada en 2002, se incidió en la necesidad de dar un paso más en el proceso de construcción de la Agenda 21, estableciendo que los retos del Desarrollo Sostenible se incorporen transversalmente en la acción gubernamental. El Plan de Aplicación de Johannesburgo, establece que cada país tiene que asumir la responsabilidad principal de su propio desarrollo e impulsar estrategias basadas en los principios de Río, la aplicación de la Agenda 21, la Declaración del Milenio y el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

Objetivos de Desarrollo del Milenio

En 2010 los Estados Miembros en la Cumbre del Milenio crearon como una hoja de ruta para poner en marcha la Declaración del Milenio, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), los cuales han servido de marco mundial para la acción colectiva orientada a la reducción de la pobreza y a la mejora de las vidas de las personas de pocos recursos.

Los ODM se estructuraron en 8 objetivos claros y 21 objetivos para medir los progresos en materia de reducción del hambre y la pobreza, así como en mejoras de salud, educación, condiciones de vida, sostenibilidad ambiental e igualdad de género. El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU mide el progreso de estos, y ayuda en su control y responsabilidad.

Agenda 2030

En septiembre del 2015, fue aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta agenda establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron. Para lograr el cambio se determinaron 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) integrados por 169 metas (Figura 3).

Los ODS son una herramienta de planificación tanto para los países, de manera mundial, como de manera local. Determinan el camino hacia el desarrollo sostenible y requieren la participación de todos los sectores de la sociedad para su implementación.



Figura 3. Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Fuente: Naciones Unidas, 2016.

1. **Fin de la pobreza.** La pobreza va más allá de la falta de ingresos y recursos para garantizar medios de vida sostenibles. El crecimiento económico debe ser inclusivo con el fin de crear empleos sostenibles y promover la igualdad.
2. **Hambre cero.** Si se llevan a cabo de manera adecuada, la agricultura, la silvicultura y las piscifactorías pueden suministrarnos comida nutritiva para todos y generar ingresos decentes, mientras se apoya el desarrollo de las gentes del campo y la protección del medio ambiente. Pero ahora mismo, nuestros suelos, agua, océanos, bosques y nuestra biodiversidad están siendo rápidamente degradados. El cambio climático está poniendo mayor presión sobre los recursos de los que dependemos y aumentan los riesgos asociados a desastres, tales como sequías e inundaciones.

3. **Salud y bienestar.** Para lograr el desarrollo sostenible es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos a cualquier edad. Se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud.
4. **Educación de Calidad.** La consecución de una educación de calidad es la base para mejorar la vida de las personas y el desarrollo sostenible.
5. **Igualdad de género.** La igualdad entre los géneros no es solo un derecho humano fundamental, sino la base necesaria para conseguir un mundo pacífico, próspero y sostenible.
6. **Agua limpia y saneamiento.** La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo.
7. **Energía asequible y no contaminante.** La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial.
8. **Trabajo decente y crecimiento económico.** Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán crear las condiciones necesarias para que las personas accedan a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente. También tendrá que haber oportunidades laborales para toda la población en edad de trabajar, con condiciones de trabajo decentes.
9. **Industria, innovación e infraestructura.** Las inversiones en infraestructura (transporte, riego, energía y tecnología de la información y las comunicaciones) son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades en numerosos países.
10. **Reducción de las desigualdades.** Con el fin de reducir la desigualdad, se ha recomendado la aplicación de políticas universales que presten especial atención a las necesidades de las poblaciones desfavorecidas y marginadas.
11. **Ciudades y comunidades sostenibles.** Los problemas que enfrentan las ciudades se pueden vencer de manera que se les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. El futuro que queremos incluye a ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.
12. **Producción y consumo responsables.** El objetivo del consumo y la producción sostenible es hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida.
13. **Acción por el clima.** Las personas viven en su propia piel las consecuencias del cambio climático. Es un problema que requiere que la comunidad internacional trabaje de forma coordinada y precisa para que los países en desarrollo avancen hacia una economía baja en carbono.
14. **Vida submarina.** Los océanos del mundo (su temperatura, química, corrientes y vida) mueven sistemas mundiales que hacen que la Tierra sea habitable para la humanidad. La gestión prudente de este recurso mundial esencial es una característica clave del futuro sostenible.

15. **Vida de ecosistemas terrestres.** La deforestación y la desertificación (provocadas por las actividades humanas y el cambio climático) suponen grandes retos para el desarrollo sostenible y han afectado las vidas y los medios de vida de millones de personas en la lucha contra la pobreza.
16. **Paz, justicia e instituciones sólidas.** Este objetivo se centra en la promoción de sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, la provisión de acceso a la justicia para todos y la construcción de instituciones responsables y eficaces a todos los niveles.
17. **Alianzas para lograr los objetivos.** Para que una agenda de desarrollo sostenible sea eficaz se necesitan alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Estas alianzas inclusivas se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y objetivos comunes que otorgan prioridad a las personas y al planeta, y son necesarias a nivel mundial, regional, nacional y local.

Acuerdo de París (COP 21)

En diciembre de 2015, se realizó la Conferencia de París sobre el Clima (COP21), en la cual 195 países firmaron el primer acuerdo vinculante mundial sobre el clima, para evitar un cambio climático peligroso. El principal objetivo de este acuerdo fue reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1.5 °C.

En el Día de la Tierra, el 22 de abril de 2016, 175 líderes mundiales firmaron el Acuerdo de París en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York. Este fue, con diferencia, el acuerdo internacional que más países firmaron en un solo día. Otros también lo han firmado desde entonces. Actualmente hay 184 países que se han sumado al Acuerdo de París.

El Acuerdo permitió establecer acciones enfocadas a mitigación (reducción de emisiones), adaptación, transparencia y balance global, daños y perjuicios (se resalta la importancia de evitar, reducir al mínimo y atender a los daños y perjuicios debidos a los efectos adversos del cambio climático), y se reconoce además el papel que juegan las ciudades, regiones y administraciones locales, la sociedad civil y el sector privado.

2.3 Política nacional de cambio climático

En el año 2005, México comenzó con acciones institucionales sobre cambio climático, creándose la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), principal organismo para la toma de decisiones de cambio climático a nivel nacional, la cual está constituida por catorce Secretarías de Estado, y tiene como principales atribuciones:

- Formular e instrumentar políticas nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación a los programas y acciones sectoriales correspondientes;

- Impulsar las acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos y compromisos contenidos en la Convención y demás instrumentos derivados de ella;
- Participar en la instrumentación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC);
- Difundir sus trabajos y resultados, así como publicar un informe anual de actividades.

En 2007 se establecieron los primeros objetivos de cambio climático en México, enfocados a reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) e impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático. En 2009 se emitió el primer Programa Especial de Cambio Climático; y en junio de 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual distribuye competencias, define los principios y los instrumentos básicos para la política de cambio climático, y plantea los objetivos de la política de adaptación y de mitigación.

Con este contexto, en 2015 México participó en la 21ª sesión de la Conferencia de las Partes (COP 21) en París, la cual concluyó con la adopción de un acuerdo histórico para combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible. En esta Conferencia, México estableció compromisos para el periodo 2020-2030 (Contribución Determinada Nacional NDC) enfocados a adaptación y mitigación, los cuales van alineados con los instrumentos desarrollados con anterioridad; en las que se identifican los siguientes compromisos.

Mitigación:

Reducir las emisiones de carbón negro en un 51% hacia el 2030.

Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), el hexafluoruro de azufre (SF₆) y carbono negro (CN), en un 22% al 2030.

Adaptación:

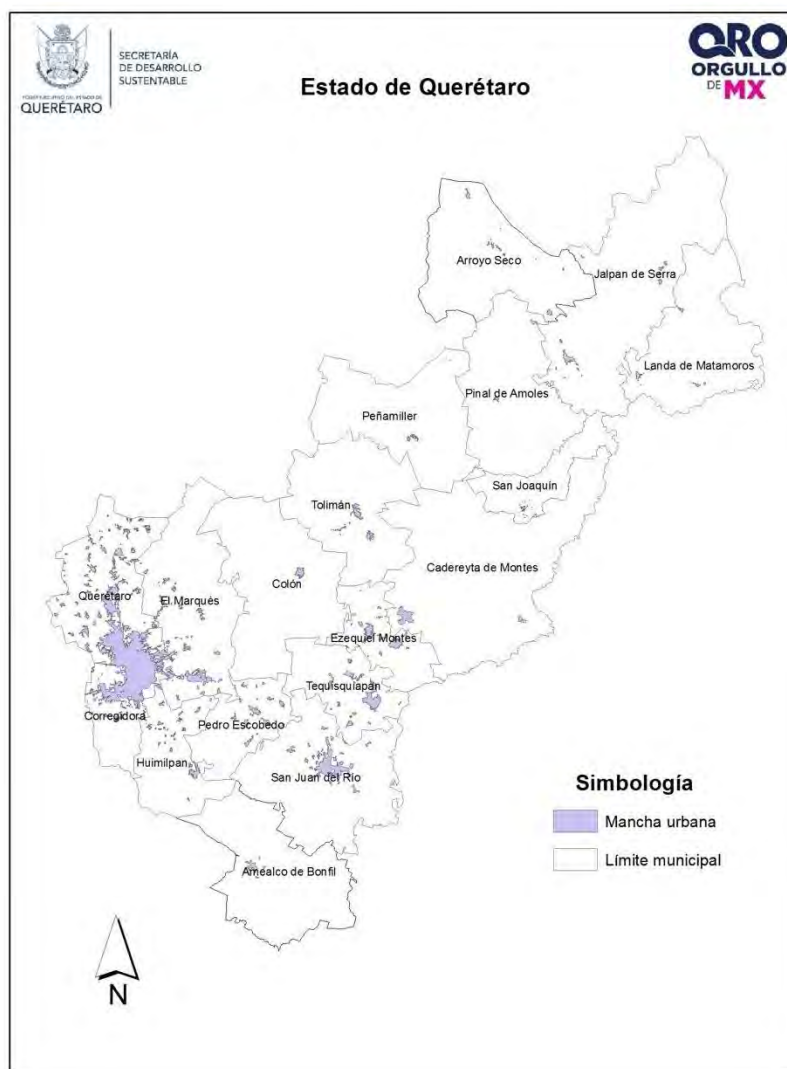
- Incrementar la capacidad adaptativa de la población ante el cambio climático.
- Disminuir la alta vulnerabilidad a los efectos de éste en 160 municipios.
- Alcanzar la tasa cero de deforestación en 2030.
- Generar sistemas de alerta temprana ante eventos climatológicos extremos.

2.4 Estado de Querétaro: Diagnóstico

2.4.1 Medio natural

El Estado de Querétaro se localiza en el centro del territorio nacional y tiene una extensión territorial de 11,687.69 km², abarcando el 0.6% de la superficie del país. Cuenta con 18 municipios y su capital es la ciudad de Querétaro (Mapa 2).

Sus coordenadas geográficas son: al norte 21°40'12", al sur 20°00'54" de latitud norte; al este 99°02'35", al oeste 100°35'48" de longitud oeste. Al norte colinda con Guanajuato y San Luis Potosí; al este con San Luis Potosí e Hidalgo; al sur con Hidalgo, Estado de México y Michoacán de Ocampo; al oeste con Guanajuato (INEGI, 2015).



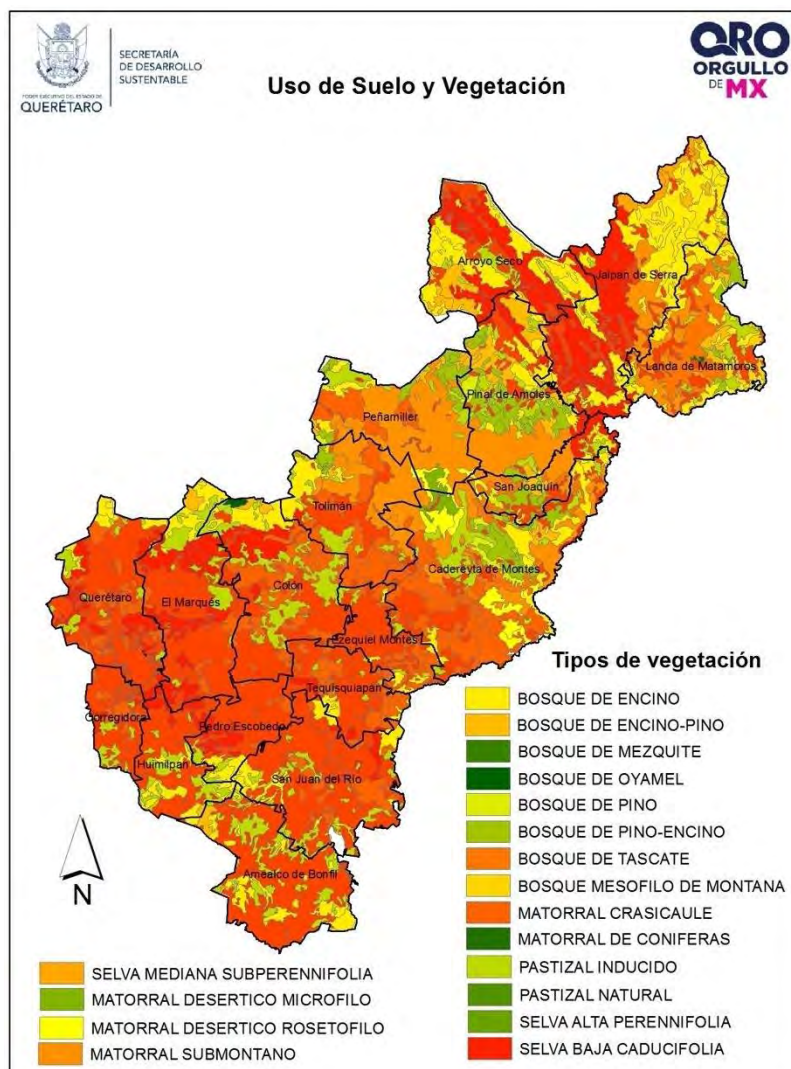
Mapa 2. Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de áreas geoestadísticas de CONABIO, 2012.

El Estado se encuentra ubicado en una zona que se caracteriza por una topografía abrupta, configurada por cordilleras alargadas y valles con una alineación preponderante noreste al suroeste y elevaciones superiores a los 3 mil metros de altitud, con depresiones de 900 msnm.

Las diferencias de altitud y clima permiten el desarrollo de zonas boscosas y selva mediana (Mapa 3). Conforme a las cartas de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VI, el Estado presenta una

gran extensión de territorio de uso agrícola (27.58%), con amplias áreas con vegetación de matorral xerófilo (27.29%), bosques (19.28%), vegetación secundaria (15.23%), pastizales (6.70%), cuerpos de agua (0.18%) y áreas urbanas (3.73%).



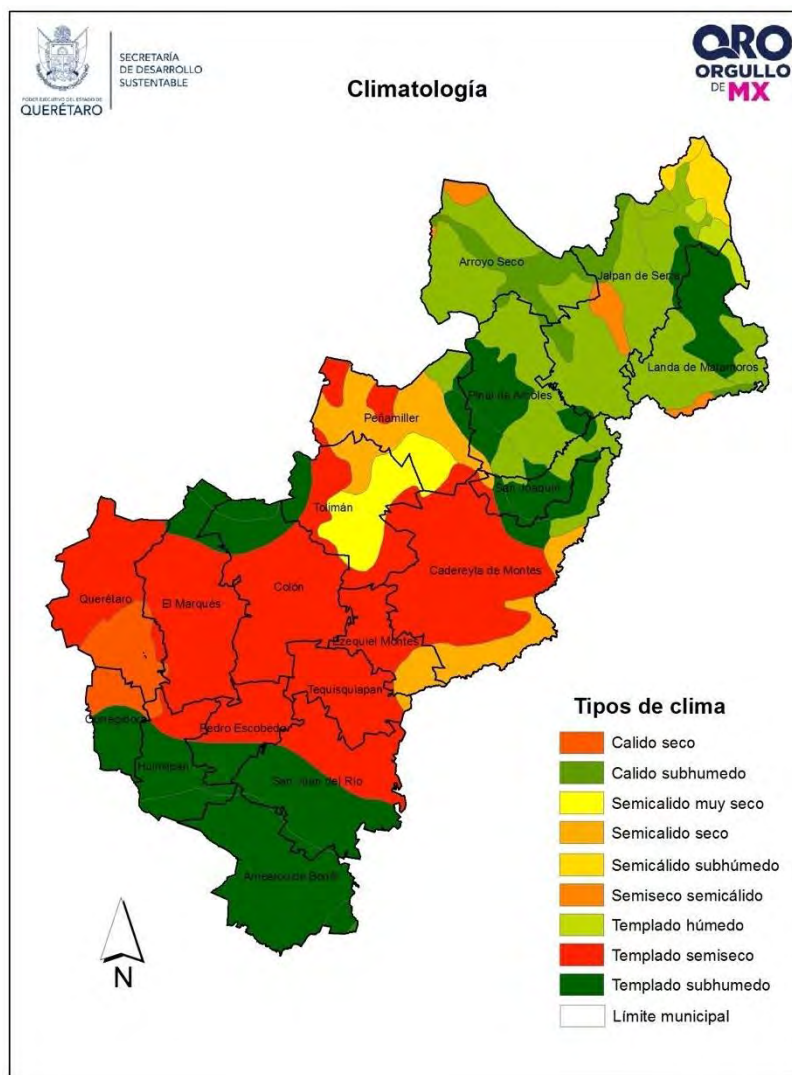
Mapa 3. Uso de Suelo y Vegetación.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, serie VI.

Climatología

El Estado de Querétaro es muy montañoso, notablemente en la Sierra Gorda Queretana, que pertenece a la Sierra Madre Oriental. El área entre los Valles y el Semidesierto está compuesta por numerosos valles y usualmente cerros pequeños. Las localidades con más de 100 mil

habitantes son Querétaro y San Juan del Río, y están situadas a 1,820 y 1,920 msnm respectivamente. El Estado tiene una altitud media de 1,900 msnm.



Mapa 4. Climatología.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

El Estado de Querétaro cuenta con una variedad de climas, de acuerdo al INEGI (2013) los dos principales tipos de clima son el Templado semiseco con el 36.6% de la superficie estatal, seguido del Templado subhúmedo con el 25.7% (Mapa 4).

Temperatura media anual

Para el Estado de Querétaro se tiene registrada una temperatura promedio máxima de 24 °C (estación Ayutla), con temperaturas mínimas que oscilan entre 9.2 °C y 17.6 °C y máximas que van de 15.9 °C a 28.9 °C (Tabla 1).

Estación	Periodo	Temperatura promedio (°C)	Temperatura del año más frío (°C)	Temperatura del año más caluroso (°C)
Jalpan	De 1961 a 2014	23.4	17.6	25.1
Ayutla	De 1966 a 2013	24	18.2	28.9
Presa El Capulín	De 1981 a 2014	14.5	9.2	15.9
Querétaro	De 1921 a 2014	18.8	13.9	20.7
San Juan del Río	De 1954 a 2013	17.4	11.7	19.6
Tolimán	De 1928 a 2014	19.7	12	22.2

Tabla 1. Temperatura media anual.

Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Querétaro, INEGI, 2017.

La temperatura tiene una distribución asimétrica aumentando durante los meses de mayo a junio y disminuyendo gradualmente durante el periodo de agosto a enero. La estación Ayutla registra durante los meses de mayo a junio una temperatura media mensual que oscila entre los 27.8 y 28.2 °C. Sin embargo, las estaciones de Tolimán, Querétaro y San Juan del Río para el mismo periodo registran temperaturas medias de 20.1 hasta 23.3 °C.

Precipitación total anual

La precipitación promedio para el Estado oscila entre los 335.1 mm y los 873 mm, con precipitaciones mínimas que van de 8.0 a 514.9 mm y máximas de 663 a 1,503.4 mm (Tabla 2).

Estación	Periodo	Precipitación promedio (mm)	Precipitación del año más seco (mm)	Precipitación del año más lluvioso (mm)
Jalpan	De 1942 a 2014	873.8	447.6	1 503.4
Ayutla	De 1944 a 2014	680.2	207.5	1 322.5
Presa El Capulín	De 1981 a 2014	849.9	514.9	1 274.1
Querétaro	De 1921 a 2013	550.8	187.7	999.2
San Juan del Río	De 1954 a 2014	540.1	222.7	853.5
Tolimán	De 1928 a 2014	335.1	8.0	663.5

Tabla 2. Precipitación total anual.

Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Querétaro, INEGI, 2017.

Los meses con las mayores precipitaciones se presentan de junio a septiembre. La estación Presa El Capulín registra para el mes de julio una precipitación de 191.6 mm y la estación Jalpan para el mes de septiembre una precipitación promedio mensual de 197.9 mm. Durante el periodo de noviembre a marzo se presentan las precipitaciones más bajas que van de 17.7 mm en noviembre hasta 3.4 mm en el mes de febrero.

Eventos extremos

Para el Estado de Querétaro se tiene registrado que la mayor cantidad de días con heladas se da en el periodo de diciembre-febrero, habiéndose registrado en la estación de la Presa El Capulín un máximo de 203 días de heladas en el mes de enero durante el periodo de 1981 a 2016. Información más completa puede revisarse en la Tabla 3.

Estación		Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Presa El Capulín													
Total	De 1981 a 2016	203	94	45	3	0	0	0	1	0	14	92	179
Año con menos	1993	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Año con más	2010	13	9	2	0	0	0	0	0	0	3	11	28
Querétaro													
Total	De 1990 a 2016	30	34	6	0	0	0	0	0	0	2	18	29
Año con menos	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año con más	2010	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11
San Juan del Río													
Total	De 1954 a 2015	267	142	55	3	0	0	0	0	0	20	88	148
Año con menos	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año con más	1955	11	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9
Tolimán													
Total	De 1988 a 2016	68	35	15	1	0	0	0	0	0	1	8	47
Año con menos	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año con más	1996	14	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3. Eventos extremos.

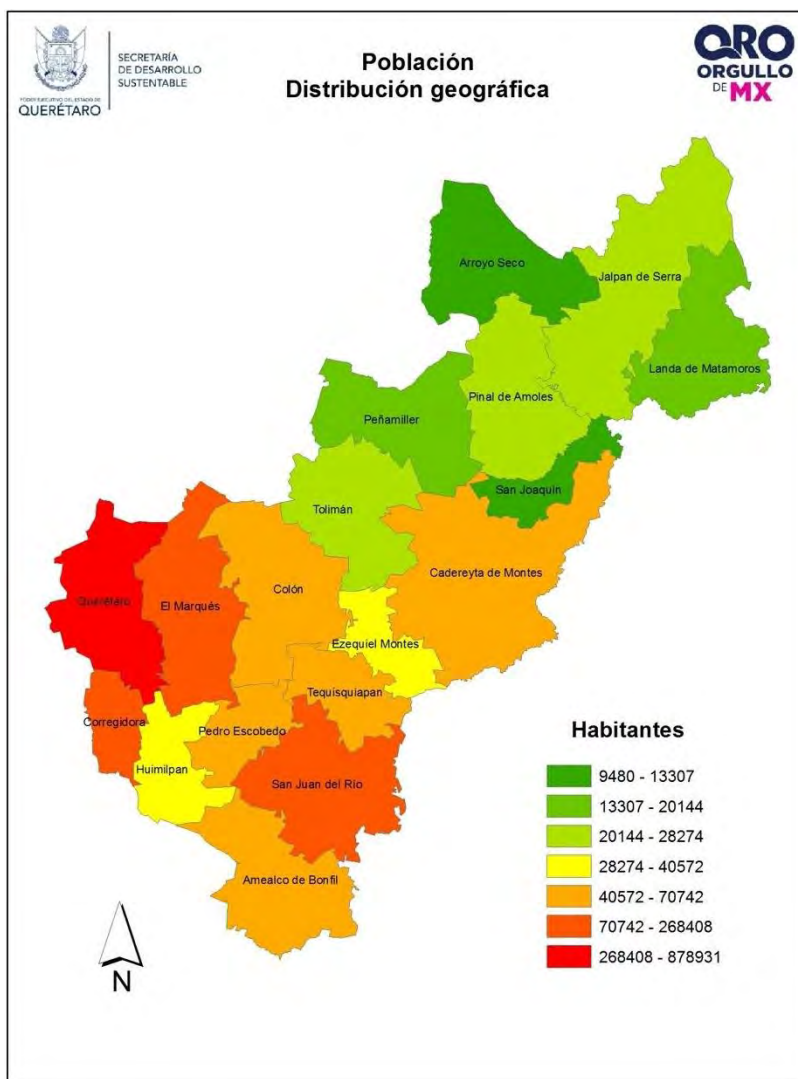
Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Querétaro, INEGI, 2017.

2.4.2 Medio social

Población

De acuerdo al Consejo Nacional de Población (CONAPO), la proyección de la población del Estado de Querétaro para el año 2020 es de 2,147,765 habitantes; que equivale al 1.7% del total

de la población del país (Mapa 5). El 72% de la misma se ubica en 4 municipios: Querétaro, San Juan del Río, Corregidora y El Marqués.



Mapa 5. Población.

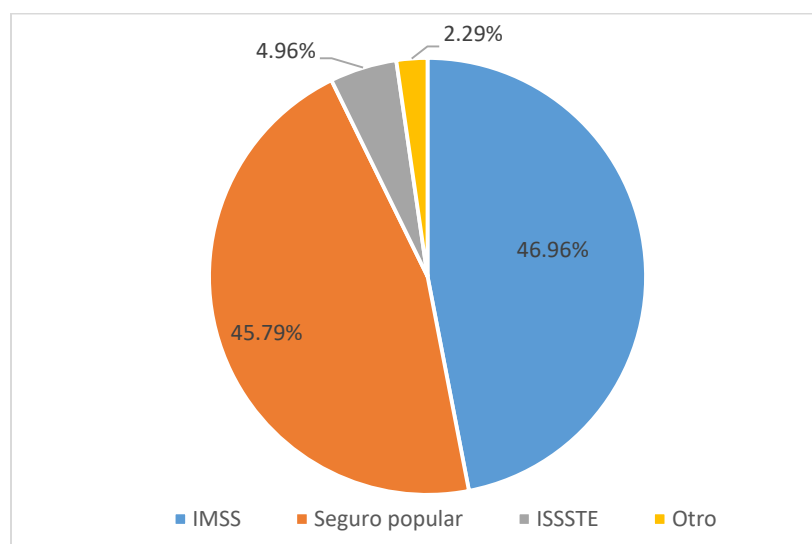
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

Vivienda

En el 2015 de acuerdo al INEGI, en el Estado se contaba con 533,596 viviendas particulares; de las que el 80.4% disponían de agua entubada dentro de la vivienda, el 99.1% de las viviendas contaban con energía eléctrica y el 95.2% de los ocupantes disponían de drenaje conectado a la red pública. Asimismo, la Encuesta Intercensal 2015 indica que el 8.5% de las viviendas en el Estado usaban leña o carbón como combustible para cocinar (INEGI, 2016).

Salud

Conforme a lo reportado por INEGI, 2015, el Estado de Querétaro cuenta con 255 unidades médicas públicas distribuidas para atender a la población. El 85.7% de la población se encuentra afiliada a alguna institución pública o privada de salud. Las principales instituciones de salud en el Estado de Querétaro son el IMSS, Seguro Popular e ISSSTE (Gráfica 3).



Gráfica 3. Porcentaje de población afiliada a las instituciones de salud.

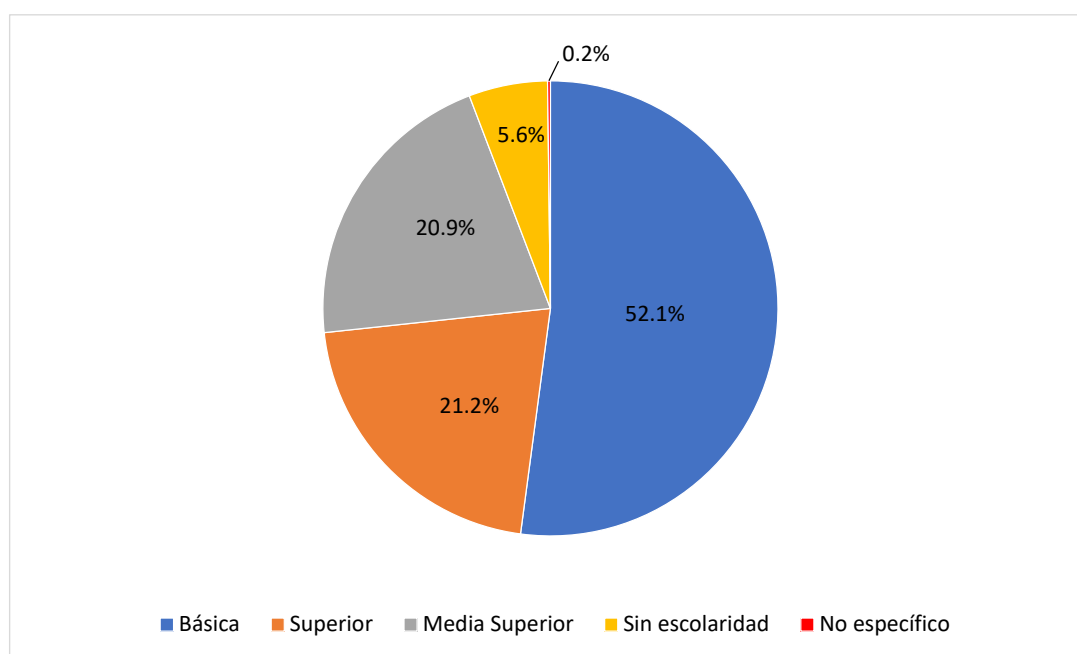
Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Querétaro, INEGI, 2017.

Educación

El Estado de Querétaro cuenta con diversas instituciones educativas para sostener la demanda de alumnos en distintos niveles escolares. Un 52.1% tiene la primaria concluida, el 21.2% concluyó los estudios superiores, un 20.9% terminó el nivel medio superior y 5.6% de la población no cuenta con ninguna escolaridad (Gráfica 4).

Conforme a los indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México del 2015, el Estado de Querétaro cuenta con una población de 63,265 personas indígenas (CDI, 2015).

Los municipios donde hay mayor porcentaje de población indígena son Querétaro, Tolimán y Amealco de Bonfil; en estos dos últimos más del 40% de la población es indígena. Los principales grupos indígenas son: el otomí con 45,342 personas, seguido del náhuatl con 5,271. Las principales actividades en las que se desarrollan las comunidades indígenas son las pecuarias con ganado bovino, caprino y ovino, la alfarería, la minería, la piscicultura, la producción de maíz y manzana y la elaboración de artesanías (CDI, 2015).



Gráfica 4. Escolaridad en población mayor de 15 años.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta intercensal INEGI, 2015.

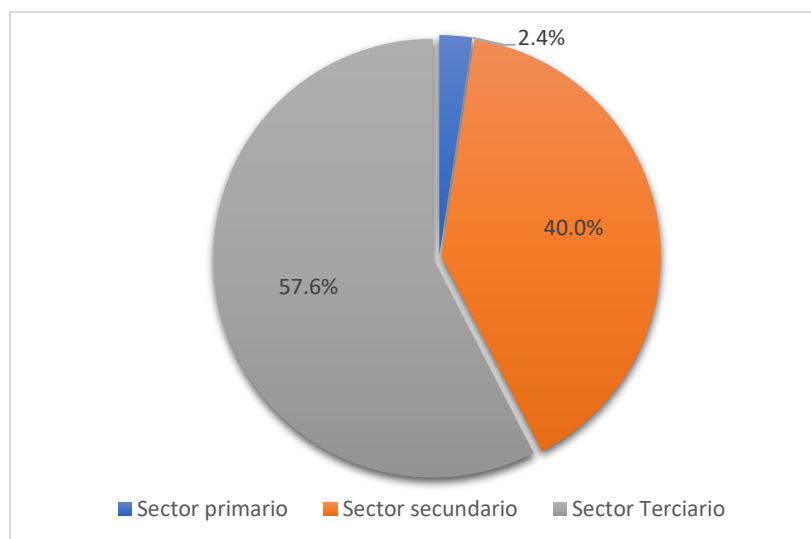
En cuanto al acceso a los servicios de salud, el 87.8% de la población indígena está inscrita a algún servicio de salud, ya sea del público o privado: 74.2% está afiliada al Seguro Popular, 21.1% al IMSS; 4.1% al ISSSTE; 1.9% a instituciones privadas y el 1% a otra institución.

2.4.3 Medio económico

El Producto Interno Bruto (PIB) de Querétaro en 2016 representó el 2.3% y ocupó el lugar 15, con respecto al total nacional. El valor ascendió a 385,621.6 millones de pesos constantes, cantidad que superó en 13,575.2 millones a lo registrado en 2015.

En el Estado de Querétaro el sector que aporta en mayor medida al PIB estatal es el sector terciario con una contribución del 57.6%, le sigue el secundario con el 40% y, finalmente, el primario con 2.4% (Gráfica 5).

La aportación del PIB del sector terciario es un 64.3% por los servicios y un 35.6% por el comercio.



Gráfica 5. Porcentaje de aportación al PIB del Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Económico Querétaro Competitivo, 2018.

2.5 Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible (IEDS)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su Artículo 3, al Desarrollo Sustentable como “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las generaciones futuras”.

El crecimiento constante de la población provoca un aumento en la demanda de productos y servicios, que requieren uso de energía. La energía es indispensable para propiciar el bienestar y desarrollo de la sociedad, además de generar capital industrial y comercial.

En México, la principal fuente de energía usada proviene de los combustibles fósiles, que son los principales aportantes de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Por ello, es importante la selección de fuentes alternativas de energía y tecnologías que permitan su producción, suministro y utilización considerando las afectaciones económicas, sociales y ambientales.

A través de indicadores energéticos de desarrollo sostenible es posible determinar si el uso de la energía es sostenible y evaluar el avance hacia el desarrollo sustentable. Los indicadores son propios de cada área de estudio y dependerán de factores como el desarrollo, economía, recursos, entre otros.

Una vez generados los indicadores, a mediano plazo se logrará puntualizar el avance que se va teniendo con el paso del tiempo para de esta manera tener un punto de referencia para elaborar y evaluar políticas.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), las Naciones Unidas y la Agencia Internacional de Energía (AIE) definieron Indicadores para el Desarrollo Energético Sostenible (IDES). En total son 30 indicadores, clasificados en 3 dimensiones: social, económico y ambiental; subdivididos en 7 temas:

Sociales: equidad, salud;

Económicos: patrones de uso y producción, seguridad y

Medio Ambiente: atmósfera, agua y tierra.

Conforme a la información disponible del Sistema de Información Energética de SENER y del Inventario de Emisiones de GEI del Estado año base 2015, se definieron nueve indicadores para el Estado de Querétaro, los cuales están relacionados con el consumo de energía eléctrica y emisiones de CO₂, respectivamente (Tabla 4).

La mayoría de los indicadores sociales y ambientales son un instrumento innegable para medir los progresos realizados, sirven para detectar los avances o retrocesos. Sin embargo, deben ser interpretados en su contexto de acuerdo con los cambios específicos en la economía, uso de tecnologías y nuevas opciones de energía alterna, los cuales pueden modificar de manera importante su valor. Los IEDS son propios y particulares de cada país, estado o municipio; sin embargo, es importante que para lograr una buena interpretación, se realicen comparaciones de datos a través del tiempo y determinar si un indicador refleja un avance hacia el desarrollo sostenible o no. A medida que los indicadores vayan evolucionando con el tiempo, se convertirán en buenos marcadores del progreso y de los cambios subyacentes.

En este contexto, para tener elementos que permitan evaluar y emitir una opinión sobre los IEDS del Estado de Querétaro, es necesario que se comience con su generación anual, con la cual se pueda determinar el avance del Estado en el tiempo.

Tema	Subtema	Indicador		Valor	Unidad
Social					
Equidad	Accesibilidad	SOC1	Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales.	0.9	Porcentaje
Económico					
Patrones de uso y producción	Uso	ECO1	Uso energía eléctrica per cápita	6.15	GJ/hab
	Productividad	ECO2	Uso energía eléctrica por unidad de PIB	32.88	kJ/\$ producido
	Uso final	ECO6	Intensidad energía eléctrica de industria	61.1	kJ/\$ producido
		ECO7	Intensidad energía eléctrica sector agrícola	60.05	kJ/\$ producido
		ECO8	Intensidad energía eléctrica sector comercios y servicios	3.6	kJ/\$ producido
		ECO9	Intensidad energía eléctrica sector residencial	3.73	GJ/Hogar
Medio Ambiente					
Atmósfera	Cambio climático	ENV1	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ² por la producción y uso de energía per cápita	3.49	t CO ₂ e/hab
			Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ² por la producción y uso de energía por unidad de PIB	18.72	gr CO ₂ e/\$ producido

Tabla 4. Indicadores de sustentabilidad, 2017.

Fuente: Elaboración propia con la metodología especificada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

2.6 Marco normativo

2.6.1 Marco normativo federal

Ley General de Cambio Climático

Esta Ley fue publicada en el 2012 y se reformó en el 2018; sus objetivos principales son: garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático y establecer las bases para la concertación con la sociedad.

² Con proyecciones del sector eléctrico al 2017.

Sistema Nacional de Cambio Climático

En México existe un Sistema Nacional de Cambio Climático orientado a propiciar sinergias para enfrentar de manera conjunta la vulnerabilidad y los riesgos del país, y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación al cambio climático.

El Sistema Nacional de Cambio Climático está conformado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, la cual permite la coordinación entre dependencias de la Administración Pública Federal en materia de cambio climático, teniendo como principales funciones las siguientes:

- Promover la coordinación de acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal en materia de cambio climático.
- Formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas para que los apliquen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal centralizada y paraestatal.

Además, para llevar un control adecuado de la aplicación y desarrollo de las medidas y acciones se crearon grupos de trabajo:

- Grupo de Trabajo para el Programa Especial de Cambio Climático (GT-PECC).
- Grupo de Trabajo de Políticas de Adaptación (GT-ADAPT).
- Grupo de Trabajo sobre Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (GT-REDD).
- Grupo de Trabajo de Negociaciones Internacionales en Materia de Cambio Climático (GT-INT).
- Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI).
- Grupo de Trabajo de Vinculación con la Sociedad Civil (GT-VINC).
- Grupo de Trabajo de Financiamiento (GT-FIN).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley establece los presupuestos mínimos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Asimismo, establece un marco general sobre información y participación en asuntos ambientales, la responsabilidad por daño ambiental y otras formas para recurrir.

En el Artículo 2, se menciona la facultad de la federación, estados y municipios para la formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

En el Artículo 41, se detalla que el Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios con arreglo a lo que dispongan las legislaturas locales, fomentarán la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Asimismo, promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservar, proteger y restaurar los ecosistemas para prevenir desequilibrios ecológicos y daños ambientales; determinar la vulnerabilidad, así como las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas en la materia.

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El objetivo general del PND es transformar la vida pública del país para lograr un desarrollo incluyente.

En su Eje 1, Justicia y Estado se tiene por objetivo: garantizar la construcción de la paz, el pleno ejercicio de los derechos humanos, la gobernabilidad democrática y el fortalecimiento de las instituciones del Estado mexicano.

Objetivo 1.9 Construir un país más resiliente, sostenible y seguro.

El Eje 2, Bienestar, tiene por objetivo garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.

Objetivo 2.5 Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.

Objetivo 2.6 Promover y garantizar el acceso incluyente al agua potable en calidad y cantidad y al saneamiento, priorizando a los grupos históricamente discriminados, procurando la salud de los ecosistemas y cuencas.

Objetivo 2.7 Promover y apoyar el acceso a una vivienda adecuada y accesible, en un entorno ordenado y sostenible.

Objetivo 2.8 Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente.

El Eje 3, Desarrollo Económico, tiene por objetivo el incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

Objetivo 3.1 Propiciar un desarrollo incluyente del sistema financiero priorizando la atención al rezago de la población no atendida y la asignación más eficiente de los recursos a las actividades con mayor beneficio económico, social y ambiental.

Objetivo 3.3 Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.

Objetivo 3.5 Establecer una política energética soberana, sostenible, baja en emisiones y eficiente para garantizar la accesibilidad, calidad y seguridad energética.

Objetivo 3.8 Desarrollar de manera sostenible e incluyente los sectores agropecuario y acuícola-pesquero en los territorios rurales, y en los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas.

Objetivo 3.9 Posicionar a México como un destino turístico competitivo, de vanguardia, sostenible e incluyente.

Objetivo 3.10 Fomentar un desarrollo económico que promueva la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de la población.

Reforma Energética

La Reforma Energética aprobada por el Congreso de la Unión constituye un paso decidido rumbo a la modernización del sector energético de nuestro país, sin privatizar las empresas públicas dedicadas a los hidrocarburos y a la electricidad y manteniendo la rectoría del Estado. Con la Reforma se ratifica que los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo seguirán siendo de la Nación.

La Reforma Energética busca los siguientes objetivos y premisas fundamentales:

- Mantener la propiedad de la Nación sobre los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo.
- Modernizar y fortalecer, sin privatizar, a Pemex y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como Empresas Productivas del Estado 100% mexicanas.
- Reducir la exposición del país a los riesgos financieros, geológicos y ambientales en las actividades de exploración y extracción de petróleo y gas.
- Permitir que la Nación ejerza, de manera exclusiva, la planeación y control del sistema eléctrico nacional, en beneficio de un sistema competitivo que permita reducir los precios de la luz.
- Atraer mayor inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país.
- Contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios.

- Garantizar estándares internacionales de eficiencia, calidad y confiabilidad de suministro, transparencia y rendición de cuentas.
- Combatir de manera efectiva la corrupción en el sector energético.
- Fortalecer la administración de los ingresos petroleros e impulsar el ahorro de largo plazo en beneficio de las generaciones futuras.
- Impulsar el desarrollo con responsabilidad social y proteger al medio ambiente.

Ley de Transición Energética

La Ley de Transición Energética está orientada a las dos grandes transformaciones. La primera es la transformación de una estructura basada en dos monopolios estatales a una estructura basada en mercados competitivos. La segunda es el cambio de un sistema basado en energéticos primarios y tecnologías que generan una gran cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), que ocasionan el cambio climático, a uno de baja emisión de estos gases.

La Ley tiene por objetivo “[...] regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica [...]”.

Se establecen tres instrumentos de planeación: la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, el Programa Especial de la Transición Energética y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE).

2.6.2 Marco normativo estatal

Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro

El 31 de enero del 2018 se publicó la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro, la cual tiene como principal función formular, proponer y coordinar políticas públicas, planes, metas y estrategias en las diferentes dependencias de la administración pública estatal en materia de adaptación y mitigación sobre el cambio climático en concordancia con la Estrategia Nacional y el Programa Estatal.

Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro

De manera específica, la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro, en su Artículo 133, establece que al Poder Ejecutivo del Estado a través de la Comisión Estatal de Acción ante Cambio Climático, le corresponde el diseño, formulación e instrumentación de las políticas estatales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos de cambio climático y la promoción del desarrollo de programas y estrategias estatales de acción climática.

Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021.

Dentro del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Querétaro 2016-2021, se establecen en sus diferentes ejes, estrategias enfocadas a la atención del cambio climático; destacando las siguientes:

Eje Querétaro Próspero.

Estrategia II.4 Fortalecimiento de la competitividad agropecuaria en el Estado.

Líneas de acción: Fomentar la innovación y transferencia de tecnología en los procesos productivos en el campo; implementar programas y proyectos para el desarrollo rural sustentable de la entidad y fomentar la administración de riesgos agropecuarios en el Estado.

Estrategia II.5 Conservación y aprovechamiento sustentable del Patrimonio natural del Estado.

Línea de acción: Implementar acciones para disminuir los efectos generados por el cambio climático, estableciendo como acciones las siguientes:

- Implementar acciones para disminuir los efectos generados por el cambio climático.
- Fortalecer y aplicar el marco regulatorio en materia ambiental en el Estado de Querétaro.
- Fomentar la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.
- Gestionar eficientemente los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado.
- Impulsar el ordenamiento ecológico en los municipios de la entidad.
- Implementar programas enfocados a la conservación y aprovechamiento del patrimonio natural de Querétaro.
- Fomentar el saneamiento, reúso e intercambio de las aguas residuales en el Estado.

Eje Querétaro Humano.

Estrategia I.1 Protección de la salud de manera efectiva, oportuna y con calidad para la población del Estado.

Línea de acción: reducir y vigilar los riesgos epidemiológicos que afectan la salud de la población.

Estrategia I.5 Promoción de vivienda digna sustentable y ordenada para los segmentos de la población más desfavorecidos.

Línea de acción: Promover el ordenamiento territorial sustentable en la entidad, que incluya a los habitantes de las zonas rural y urbana.

Programa Estatal de Protección al Ambiente, denominado “Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro”

De igual forma dentro del Programa Estatal de Protección al Ambiente, denominado Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro, menciona en su Artículo 3. Estrategias y acciones prioritarias: a) Implementar acciones para disminuir los efectos generados por el cambio climático.

Del análisis realizado al marco normativo estatal se considera conveniente realizar adecuaciones a los siguientes dispositivos legales:

- Ley de Salud del Estado de Querétaro. La actualización sería para que se enfatice el impacto que causan en la salud de la población los efectos derivados del cambio climático, esto tomando en consideración que en los Artículos 3, 96, 101 y 102 se regula la relación existente entre daños a la salud producidos por contaminación ambiental, siendo necesario incorporar de manera específica el tema de cambio climático, así como incluir el impacto a la salud generado por éste.
- Ley de Fomento a la Investigación Científica del Estado de Querétaro. Se considera necesaria su actualización para impulsar investigaciones relacionadas con el cambio climático, gases de efecto invernadero, desarrollo de tecnologías, etc. Esto, en virtud de que no contemplan estos temas, que deben formar parte de la agenda de investigación local.
- Ley de Protección Animal del Estado de Querétaro. Se considera necesario actualizar para incluir el impacto que tiene el cambio climático en los ecosistemas, en los hábitats de los animales y en el desarrollo natural de los mismos, al provocar una variación en los ecosistemas que definitivamente trae como consecuencia una afectación a las especies que se desarrollan dentro de ellos.
- Reformar la Ley de Educación para el Estado de Querétaro, con la finalidad de incluir dentro de los programas de educación en el Estado de Querétaro información sobre educación ambiental, para que la comunidad adquiera conciencia de la importancia del medio ambiente.
- Código Urbano del Estado de Querétaro, el cual tiene como objetivo regular la adecuada distribución de la población y sus actividades en el territorio estatal, así como la planeación, fundación y consolidación de los centros de población y asentamientos humanos. Por lo anterior, se sugiere mantener una actualización constante de este Código para estar acorde con los lineamientos que en materia ambiental se vayan generando.
- Ley Forestal Sustentable del Estado de Querétaro. Es necesario actualizar esta Ley de conformidad con la reciente modificación de la Ley General en la materia, toda vez que el cuidado y conservación de los bosques del Estado de Querétaro son parte fundamental de una estrategia en materia de Cambio Climático.

2.6.3 Marco normativo municipal

De los 18 municipios del Estado, 11 cuentan con Reglamento de Medio Ambiente o Ecología, de los cuales solo 5 hacen referencia al tema de cambio climático (Cadereyta de Montes, Corregidora, Ezequiel Montes, Pedro Escobedo y Querétaro). Los 7 municipios que no cuentan con Reglamento de Medio Ambiente o Ecología son: Arroyo Seco, Huimilpan, Landa de Matamoros, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín y Tolimán.

En cuanto a Programas Municipales de Atención ante el Cambio Climático, solo el municipio de Querétaro cuenta con programa, mismo que estuvo vigente de 2017-2018.

Lo anterior resalta la necesidad de impulsar acciones para que se actualicen los reglamentos de los municipios en los cuales se incluya el tema de cambio climático, así como el impulso de programas municipales de atención al mismo dentro de sus ámbitos de competencia.

2.7 Avances del Estado sobre cambio climático

2.7.1 Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro

Uno de los avances más importantes del Estado de Querétaro en materia de cambio climático es la publicación en enero de 2018 de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro, la cual en su Artículo 10, establece la creación de la **Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro** (ComeCCEQ).

La ComeCCEQ tendrá carácter permanente y será presidida por el titular del Ejecutivo del Estado de Querétaro y en su caso a quien se designe como su representante, quien deberá contar con experiencia en la materia.

Dentro de las atribuciones que se establecen para la ComeCCEQ definidas en el Artículo 12 de la Ley referida, se encuentran las siguientes:

- Impulsar los programas para fomentar el desarrollo y aprovechamiento sustentable de las energías renovables en el Estado.
- Promover la investigación, desarrollo y actualización de tecnologías relacionadas con el aprovechamiento sustentable de las energías renovables en el Estado.
- Opinar sobre las acciones y los programas de gobierno en la materia, así como proponer líneas para la conducción eficiente de los mismos.
- Formular, proponer y coordinar políticas públicas, planes, metas y estrategias en las diferentes dependencias de la administración pública estatal en materia de prevención, adaptación y mitigación del cambio climático, eficiencia energética y el uso de energías renovables; así como su incorporación en los programas y acciones, de conformidad con lo previsto en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático.
- Definir acciones y proyectos en materia de cambio climático que sean estratégicos, así como proponer y encargar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y utilización de fuentes de energía renovables, con la participación del Centro de Ecología y Cambio Climático del Estado de Querétaro (CECC).
- Gestionar recursos para ejecutar el PEACCEQ y dar seguimiento al presupuesto anual en materia con el apoyo de la Secretaría de Planeación y Finanzas.

Todas las dependencias estatales tienen voz y voto. En el caso del consejo consultivo, municipios, sociedad civil y gobierno federal podrán asistir a las sesiones que se les convoque conforme a lo que se establezca en el reglamento interno, teniendo únicamente voz y no voto.

Las atribuciones de los funcionarios de la ComECCEQ están establecidas en el Artículo 14 de la Ley; en las que destacan las del Presidente, Coordinador General y Secretario Técnico, siendo entre otras las siguientes:

El Presidente es el encargado de presentar la propuesta de Reglamento Interno; así como de instruir al Secretario Técnico para que emita las convocatorias para las sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ. El Coordinador General, que es el titular de la SEDESU, y es quien presidirá la sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ, en ausencia del Presidente; instruirá al Secretario Técnico para que emita las convocatorias para las sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ y, coordinará, dirigirá y supervisará los trabajos de la ComECCEQ, y asumirá su representación en eventos relacionados con las actividades de la misma.

Asimismo, el Artículo 17 establece que el CECC será una unidad administrativa adscrita a la SEDESU y tendrá por objeto el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y energías renovables, en el ámbito de competencia estatal. Esto, además de las atribuciones conferidas en el Artículo 14 de la Ley, que establece que por su parte el *Secretario Técnico, que será el titular del CECC tiene como atribución:* elaborar la propuesta de Reglamento Interno de la ComECCEQ; emitir las convocatorias para las sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ, por instrucciones del Presidente o Coordinador General; proponer el orden del día de las sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ; proponer la agenda anual de trabajo de la ComECCEQ y presentar un informe anual de sus actividades; preparar las sesiones ordinarias y extraordinarias de la ComECCEQ, verificar el quórum y levantar las actas de cada una de ellas; llevar un registro y control de las actas, acuerdos y demás documentos relativos al funcionamiento de la ComECCEQ y; dar seguimiento a los acuerdos de la ComECCEQ, vigilar su cumplimiento e informar periódicamente al Presidente sobre los avances de los trabajos de la misma, entre otras que le confiera su Reglamento Interno.

2.7.2 Acciones que se han realizado enfocadas a mitigación y adaptación

No obstante que hasta el 2018, se publicó la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro, dependencias estatales, municipales y organizaciones de la sociedad civil del Estado de Querétaro ya contaban con acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. El interés de los municipios se ha visto reflejado en actividades dirigidas a distintos sectores como: agrícola, protección civil, residuos, entre otros. Dentro de estas acciones se encuentran las siguientes:

- **Agrícola**

En 2015, arrancó en el municipio de Jalpan de Serra el proyecto sobre **“Mecanismo de Compensación a Productores Agropecuarios por captura de carbono en el suelo”** a fin de mitigar los efectos por el cambio climático. Los tres componentes que se impulsaron con el proyecto son: sensibilizar, capacitar y proporcionar asistencia técnica a los productores agropecuarios. Lo anterior mediante talleres, posteriormente el diseño de un sistema de medición, reporte y verificación, para promover la transparencia de las acciones en mitigación.

- **Gestión de Riesgos**

La Gerencia Estatal CONAFOR de Querétaro ha destinado recursos anualmente para la restauración integral de áreas además de desarrollar y coordinar “Brigadas rurales” para la prevención de incendios forestales.

Para el caso de los fenómenos hidrometeorológicos, la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Querétaro y la Comisión Estatal de Infraestructura destinan presupuesto anual para la adquisición de combustibles, materiales y equipo de seguridad para evitar inundaciones y atender posibles contingencias.

Por otra parte, la SEDESOL Querétaro ha entregado apoyos a aquellas personas afectadas por las lluvias intensas. Del 2017 al 2018 se han beneficiado 1,469 personas con distintos artículos para el hogar.

- **Protección Civil**

En 2015, la Coordinación Estatal de Protección Civil de Querétaro (CEPCQ), implementó el **“Programa 1,2,3 por mí y mi seguridad en Educación Preescolar”**, el cual buscó desarrollar en los alumnos de nivel preescolar, las competencias para emprender acciones preventivas y de autocuidado, así como una cultura de protección civil y que puedan ser capaces de responder ante la presencia de fenómenos de origen natural y antropogénicos. Como parte de la implementación del programa se entregó material didáctico a alumnos, padres de familia y educadores. Todo esto, además del desarrollo de talleres sobre la aplicación del material didáctico, obras de teatro, concursos artísticos, ferias familiares de protección civil y stands en eventos de prevención.

En 2016, arrancó el programa **Brigadista Comunitario: hacia una comunidad resiliente** en el municipio de San Juan del Río, y tuvo por objetivo crear grupos de vecinos o voluntarios capacitados en protección civil para saber cómo actuar en caso de algún fenómeno natural. Se trabajó además en recuperar los valores de solidaridad y unidad en las colonias y comunidades, para que aquellas personas que reciban alguna capacitación compartan sus conocimientos y los apliquen cuando consideren necesario.

En 2018, se creó la **muestra interactiva de Protección Civil**, que es una museografía itinerante e interactiva que tiene por objeto acercar la cultura de la protección civil a las escuelas de educación básica y que genere un efecto multiplicador entre los asistentes y sus familiares y en su comunidad. Entre los temas tratados están los fenómenos hidrometeorológicos.

En 2018, la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y la Secretaría de Gobierno a través de la Coordinación Estatal de Protección Civil de Querétaro (CEPCQ), llevaron a cabo la **Jornada de Prevención y Mitigación de Riesgos de Desastres** desde la perspectiva de la ingeniería en las instalaciones de dicha Facultad, dirigida a la comunidad universitaria y profesionales de protección civil. En ella se incluyeron las ponencias: "Peligro de subsidencia en la zona Bajío, caso particular Querétaro", "Riesgo y peligro sísmico, situación actual y avances para Querétaro", "Riesgo geológico en Querétaro" y "¿Qué hacer ante emergencias ambientales?"

- **Salud**

En junio de 2017, la Secretaría de Salud del Estado de Querétaro, a través de la Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios, lanzó la **revista electrónica "Asertividad"**. El objetivo fue llegar a toda la población de una manera más rápida y efectiva, para tener a su alcance información sobre medidas, avances y acciones de prevención de riesgos para la salud, a su vez se difundió información acerca del cambio climático, sus consecuencias y alteraciones en la salud de la población. La revista es bimestral y se publica en la página de la Secretaría de Salud del Estado de Querétaro.

- **Movilidad Metropolitana**

Desde el 2012, se ha promovido el **Uso del gas natural como combustible en vehículos de transporte público**. Con recursos estatales y federales ejecutados por SEDESU se ha subsidiado la adaptación de 1749 taxis para utilizar gas natural como combustible alternativo y se ha detectado que algunos concesionarios han realizado adaptaciones cien por ciento con recursos propios, estimando que al menos 2500 unidades usan gas natural.

En 2017, fue implementado el **Sistema Integrado de transporte público del Estado (Qrobús)** por el Instituto Queretano del Transporte (IQT). El proyecto involucró a los cuatro municipios de la Zona Metropolitana de Querétaro: Corregidora, El Marqués, Huimilpan y Querétaro. Como parte del proyecto se adquirieron nuevas unidades y se implementó el uso de gas natural, contribuyendo a la mitigación de emisiones.

- **Gestión Integral de Residuos**

En 2018, iniciaron los trabajos para la integración del **Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Querétaro**, el cual tiene como objetivo que los residuos no constituyan un riesgo sanitario ni ambiental, al ser gestionados conforme a la normatividad aplicable, fomentando la valorización y aprovechamiento,

de manera que se minimice su generación. El programa está estructurado con un enfoque hacia una economía circular.

- **Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana Querétaro-San Juan del Río 2014-2023 (ProAire)**

En 2014 se inició la implementación del ProAire, que establece acciones para reducir emisiones de contaminantes, en el cual se considera la Zona Metropolitana de Querétaro (Querétaro, El Marqués, Corregidora y Huimilpan) y el corredor de San Juan del Río y Tequisquiapan, lo que contribuirá a la mitigación de emisiones de GEI, además de mejorar la calidad de vida de la población por la exposición de contaminantes atmosféricos.

- **Agua**

La Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA) anualmente realiza obras de distribución de agua potable e instalación de drenaje para agua residual, así como su saneamiento, incrementando paulatinamente el área de cobertura que recibe estos servicios.

De igual manera, la CEA ha participado en eventos como: **Expo Ambiental, Día del niño DIF, Feria del agua, pláticas escolares, visitas a CEA**, entre otros. En los cuales desde el 2014 se han beneficiados 360,050 personas con pláticas y talleres referentes al cuidado del agua.

- **Acciones en Sierra Gorda**

La organización civil Grupo Ecológico Sierra Gorda de Querétaro tiene como objetivo formar una cultura sustentable con nuevos valores cívicos, diversificando oportunidades alrededor de los servicios ecosistémicos y desarrollando nuevas capacidades para construir una economía de la conservación.

Algunas de las actividades realizadas por esta organización es el **Desarrollo de capacitaciones y acompañamiento a grupos comunitarios para adoptar mejores prácticas y fortalecer el emprendimiento social**. Actualmente, están implementando acciones para el manejo adecuado de los residuos que se generan en los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller y Pinal de Amoles, a través de la aplicación de la economía circular, la cual se fundamenta en el ciclo de vida de los recursos naturales, productos y servicios.

Además, se realizan acciones para la restauración de bosques degradados mediante la protección y conservación de masas forestales en la Reserva de la Sierra Gorda. En los municipios de Cadereyta de Montes, Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Peñamiller, Colón y Amealco de Bonfil han implementado una estrategia para la captura de carbono en beneficio de dueños de terrenos forestales (ejidos, comunidades y pequeños propietarios). A través del pago por servicios ambientales se crean incentivos para los dueños de estos terrenos forestales para apoyar la práctica de conservación y evitar el cambio de uso de suelo. El mecanismo de pago es por medio de fondos concurrentes mediante un convenio en coordinación entre SEDESU y CONAFOR.

Asimismo, se fomentan prácticas regenerativas en tierras de pastoreo, teniendo como meta aumentar la implementación del manejo holístico a 40,000 hectáreas de tierra de pastoreo en el Estado. Esto con el apoyo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) que participa en el componente del manejo holístico a través del apoyo financiero a las actividades del Grupo Ecológico Sierra Gorda.

En ese contexto, se tiene registrada una Acción de Mitigación Nacional Apropiada (NAMA, por sus siglas en inglés) de **"Acciones subnacionales de mitigación para la restauración de bosques y la implementación de pastoreo planificado"**. Dicha NAMA contribuye a los objetivos de mitigación y adaptación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) de México bajo el Acuerdo de París.

La NAMA se basará en el exitoso mecanismo estatal de compensación de carbono de Querétaro. Como parte de la NAMA, se desarrollarán mecanismos similares de compensación estatal de otros estados, tales como: la implementación del componente de pastoreo planificado y el componente de restauración forestal de la NAMA, que implica la regeneración de bosques naturales con incentivos de pagos por los servicios ambientales y resulta en una reducción significativa de las emisiones de CO₂.

- **Plan Municipal de Atención al Cambio Climático del municipio de Querétaro (PMACCO)**

En el municipio de Querétaro se presentó y aplicó el Plan Municipal de Atención al Cambio Climático 2017-2018, el cual planteó como estrategias:

- ✓ Gobernanza ambiental.
- ✓ Incremento del arbolado en el territorio.
- ✓ Fortalecer las capacidades de la ciudad en materia de prevención de riesgos.
- ✓ Promover una producción pecuaria con prácticas y obras de manejo sustentable.
- ✓ Implementar proyectos de eficiencia energética.
- ✓ Mejorar la movilidad y conectividad urbana para disminuir la emisión de GEI.
- ✓ Promover manejo apropiado de RSU.
- ✓ Construcción sustentable.
- ✓ Programa Estratégico Territorial de Desarrollo Integral y Sostenible de la ciudad.
- ✓ Difusión de acciones y concientización.

3. Análisis de Vulnerabilidad

3.1 Vulnerabilidad y Cambio Climático

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro define a la vulnerabilidad como el *“Nivel a 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. La vulnerabilidad 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”*.

Así mismo, esta Ley define a la adaptación como las *“Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos”*. Cuando los sistemas cuentan con el potencial o habilidad para ajustarse satisfactoriamente a los cambios en el clima, ya sea a la variabilidad climática o a los extremos climáticos, y cuando pueden tomar ventajas de las oportunidades o hacer frente a las consecuencias para reducir los daños del riesgo, se reconoce su capacidad adaptativa.

La amenaza se identifica en este contexto, como los cambios en el clima actual; y el riesgo como la probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales, o pérdidas de vidas, heridos, destrucción de medios de vida y daños a la actividad económica o al medio ambiente debido a la interacción entre las amenazas (naturales o antropogénicas), las condiciones de vulnerabilidad y la exposición.

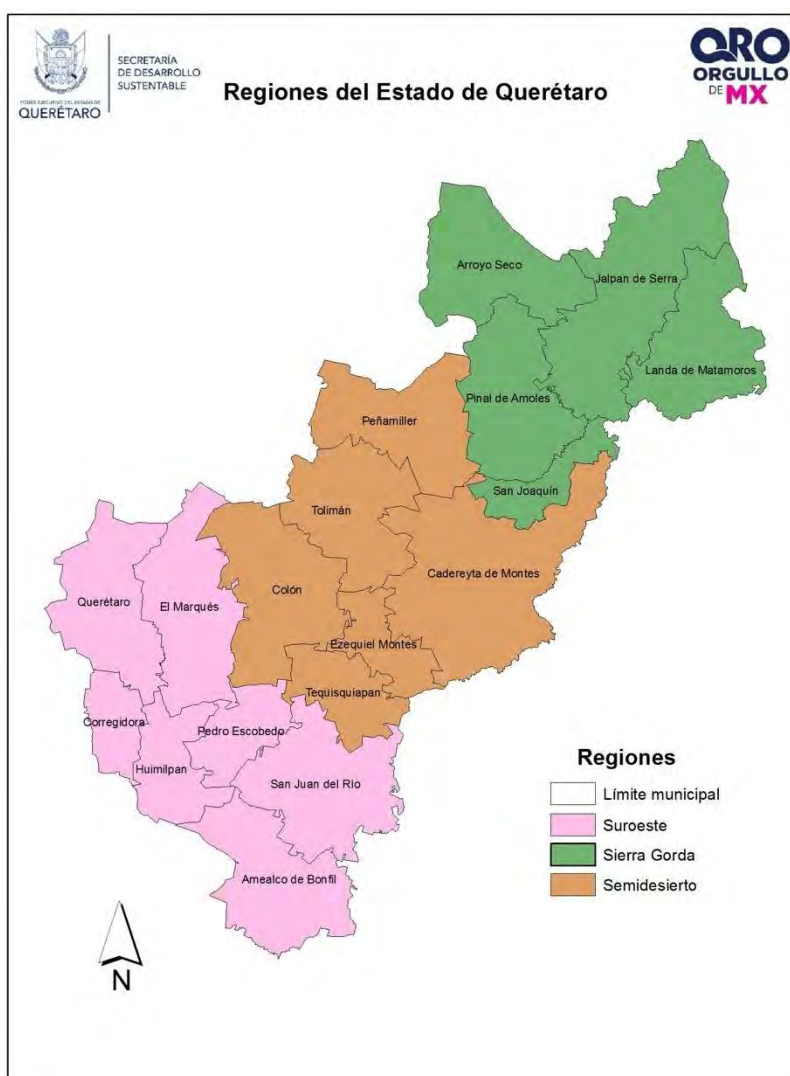
Con el objetivo de analizar los factores que condicionan la vulnerabilidad actual y futura se realizó un análisis del estado actual del clima y sus respectivos escenarios en las regiones del Estado de Querétaro, de modo que se puedan generar estrategias y acciones que aumenten la resiliencia y fortalezcan la capacidad de respuesta ante los efectos adversos del cambio climático en las poblaciones de las regiones de la entidad. De manera preliminar se consideró al sector agrícola, la biodiversidad, salud e infraestructura como sectores vulnerables, sin excluir el ámbito urbano.

3.2 Descripción del sistema

El clima de la Tierra se entiende en términos de un sistema de varias esferas interactivas y los ciclos de energía, agua y biogeoquímicos que unen estas esferas. Los principales componentes son: la atmósfera (aire), hidrósfera (agua), criósfera (porción congelada de la Tierra), biosfera (organismos vivos), pedosfera (suelo) y la antropósfera (humanos). Las personas son agentes importantes del cambio ambiental mediante el uso de la tierra y el cambio de la cobertura del suelo, ciclo hidrológico y los ciclos biogeoquímicos.

Numerosos procesos físicos, químicos y biológicos dentro del sistema terrestre se retroalimentan para acentuar o mitigar el cambio climático. Una mayor comprensión de la Tierra y su clima

requiere que todos los componentes del sistema de la Tierra (físico, químico, biológico, socioeconómico) sean considerados (Bonan, 2002). La SEMARNAT define al sistema ambiental como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) en una región específica. Dados los cambios en las diferentes esferas que interactúan dentro del sistema climático, según los escenarios de cambio climático, tendremos diferentes impactos en el sistema ambiental, social y económico. Estos diferentes sectores están interactuando y dependen entre sí, por lo cual se deberían analizar como parte de un todo.



Mapa 6. Regiones del Estado de Querétaro.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

De acuerdo a lo anterior, el Estado de Querétaro en sí puede ser considerado y tratado como un sistema. El Estado de Querétaro se clasifica en tres regiones: Sierra Gorda, Semidesierto y Suroeste. Para cada región se seleccionó un sector prioritario. Estas tres regiones se identifican en el Mapa 6.

3.3 Eventos climáticos extremos en el Estado de Querétaro

Como acercamiento al diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático, se realizó una búsqueda de los impactos actuales ante eventos hidrometeorológicos que se han reportado en el Estado de Querétaro, por medio de la consulta de notas periodísticas y la plataforma DesInventar. Considérese que, bajo escenario de cambio climático, estos fenómenos podrían intensificarse. Si evaluamos la vulnerabilidad actual, podemos hacer un ejercicio para reconocer los posibles cambios en la vulnerabilidad futura y tratar de identificar las medidas para reducirla.

3.3.1 Lluvias extremas e inundaciones

Fecha del evento de lluvia	Impacto
06 de junio de 2010	Inundaciones
01 de agosto de 2011	Inundaciones
26 de mayo de 2014	Inundaciones
28 de mayo de 2016	Inundaciones
16 de junio de 2016	Inundaciones
04 de julio de 2016	Inundaciones
17 de julio de 2016	Inundaciones
08 de agosto de 2016	Inundaciones
04 de julio de 2017	Inundaciones
27 de septiembre de 2017	Inundaciones
13 de junio de 2018	Deslizamiento
28 de junio de 2018	Afectaciones a 150 viviendas
17 de julio de 2018	Inundaciones
09 de agosto de 2018	Inundaciones
16 de septiembre de 2018	Inundaciones
16 de octubre de 2018	Inundación

Tabla 5. Reportes recientes de inundaciones en la capital del Estado de Querétaro.
Fuente: Elaboración propia con recopilación de notas periodísticas.

Es importante el esfuerzo para integrar un inventario dinámico de los impactos observados en el escenario base (actual), debido a la falta de información oficial sobre fenómenos naturales que acontecen, asociados con condiciones de vulnerabilidad que en conjunto pueden generar riesgo climático para los socio ecosistemas.

Con base en los datos reportados en medios de comunicación, se encontró información sobre las inundaciones que afectaron a la capital del Estado a partir de 2010. Estos eventos van desde dejar incomunicadas a localidades, hasta la aparición de socavones y viviendas dañadas. A continuación, se muestran algunos de los reportes de inundaciones en el municipio de Querétaro Tabla 5.

Los municipios con mayor frecuencia de inundaciones en el periodo 1970 al 2013 son Querétaro y San Juan del Río. La región Sierra Gorda aparece como la de menor afectación. Los datos reportados por DesInventar muestran que las inundaciones tienen un origen en eventos de lluvias extremas por ciclones tropicales, frentes fríos o lluvias extremas (Tabla 6).

Fecha	Municipio	Causa	Observaciones
7/2/1970	Querétaro	L	-
6/26/1971	Querétaro	D	Desborda la presa La Soledad
6/26/1971	Tolimán	D	Desborda la presa La Soledad
6/30/1973	Querétaro	L	-
7/6/1973	Corregidora	L	-
8/10/1975	Tequisquiapan	L	-
7/15/1983	San Joaquín	L	-
6/5/1985	Querétaro	L	Desbordó río por falta de desazolve
7/2/1991	Querétaro	L	-
7/31/1991	Amealco de Bonfil	L	Ruptura de borde presa El Capulín
7/6/1999	Querétaro	L	DT 2
7/9/1999	Peñamiller	L	Desbordamiento del Río Extoraz
7/16/2002	Querétaro	L	-
7/31/2002	Querétaro	L	El agua alcanzó 80 cm. en algunos puntos
9/18/2002	Querétaro	L	70% de ríos pequeños se desbordaron
9/19/2002	Querétaro	L	Desbordamiento de 4 presas, vasos de captación y canales
11/15/2002	Querétaro	L	-
8/23/2003	Querétaro	L	-
9/6/2003	Querétaro	L	Desbordamiento de tres drenes
9/7/2003	Corregidora	L	Se desbordan dos drenes más

Fecha	Municipio	Causa	Observaciones
9/7/2003	El Marqués	L	Se desbordan dos drenes más
9/7/2003	Pedro Escobedo	L	Se desbordan dos drenes más
9/7/2003	Querétaro	L	Se desbordan dos drenes más
9/7/2003	San Juan del Río	L	Se desbordan dos drenes más
9/7/2003	Tequisquiapan	L	Se desbordan dos drenes más
10/15/2003	Tequisquiapan	L	Desbordamiento del río San Juan
6/3/2004	Querétaro	L	-
6/7/2004	Querétaro	T	-
6/7/2004	San Juan del Río	T	-
7/21/2004	Querétaro	L	-
8/4/2004	Querétaro	L	-
9/27/2004	Querétaro	T	-
9/30/2004	Querétaro	L	-
10/7/2004	Querétaro	L	-
8/13/2005	Querétaro	L	Falla de un dren y lluvias
9/3/2005	San Juan del Río	L	Ondas tropicales 32 y 33 (desbordamiento de ríos)
11/9/2005	Jalpan de Serra	L	Remanentes Wilma
6/1/2006	Querétaro	L	-
5/1/2007	Querétaro	L	-
5/21/2007	Corregidora	L	-
7/6/2007	Ezequiel Montes	L	OT. No. 9.
7/6/2007	Pedro Escobedo	L	OT. No. 9.
7/29/2007	El Marqués	L	-
7/30/2007	El Marqués	L	O.T. 14 y 15.
7/30/2007	Querétaro	L	O.T. 14 y 15.
8/26/2007	Arroyo Seco	H	Dean. Desborda el Río Carrizal.
8/26/2007	Landa de Matamoros	H	Dean.
8/26/2007	Pinal de Amoles	H	Dean.
9/3/2007	Corregidora	TT	Henriette. El agua alcanzó 1.5 m de altura.
10/11/2007	Pinal de Amoles	OF	F.F. No. 2. Desborda el río Ahuacatlán.
6/12/2008	Tequisquiapan	L	Onda tropical No. 5.
8/21/2008	Tequisquiapan	L	Desfogue de la presa Centenario.
8/24/2008	San Juan del Río	D	Desborda el río San Juan.
8/25/2008	Tequisquiapan	D	Onda tropical No. 25. Desborda de nuevo la presa Centenario.

Fecha	Municipio	Causa	Observaciones
9/12/2008	Querétaro	TT	Lowell.
9/15/2009	Querétaro	L	-
9/16/2009	Querétaro	L	-
2/4/2010	Ezequiel Montes	L	Frente frío no. 28.
2/4/2010	Querétaro	L	Frente frío no. 28.
2/4/2010	San Juan del Río	L	Frente frío no. 28. El agua alcanzó 50 cm.
2/5/2010	El Marqués	D	FF No. 29. Desborda el río Amazcala
2/5/2010	Querétaro	D	FF No. 29. Desbordamiento de varias presas y ríos
2/9/2010	Tolimán	L	FF No. 30
2/19/2010	Querétaro	L	FF. No. 32. Desfogue de presa Santa Catarina
7/8/2010	San Juan del Río	L	Inundación e incendio. OT No. 12
7/26/2010	Arroyo Seco	L	Onda tropical no. 17.
7/26/2010	Jalpan de Serra	L	OT No. 17
7/26/2010	Landa de Matamoros	L	Onda tropical no. 17
7/26/2010	Pinal de Amoles	L	Onda tropical no. 17.
7/30/2010	Arroyo Seco	D	OT No. 18. Desbordan los ríos Ayutla y Moctezuma
9/22/2010	San Juan del Río	H	Remanentes Karl
4/17/2011	Querétaro	E	Fuga de agua por fractura en las red de distribución
7/28/2011	San Juan del Río	L	-
7/30/2011	Querétaro	L	-
9/5/2011	Querétaro	T	-
6/11/2013	San Juan del Río	L	El agua alcanzó 1.20 m en algunas zonas
6/11/2013	Tequisquiapan	L	-
L: Lluvias, D: Desbordamiento, T: Tempestad (lluvias extremas), H: Huracán, TT: Tormenta tropical, OF: Onda fría, E: Escape.			

Tabla 6. Inundaciones históricas en el Estado de Querétaro.

Fuente: DesInventar, 2018.

Para poder incidir en este problema, es necesario hacer un estudio más detallado a nivel cuenca y con datos completos de reportes. Cada reporte se puede asociar con las condiciones climáticas y así determinar, además del clima, qué factores influyen en las inundaciones; por ejemplo el cambio de uso de suelo y la urbanización que generan más escurrimientos. La entrada de lluvia al sistema es un tema importante y no modificable; sin embargo, la gestión de aguas (drenaje, sistemas de captación de agua de lluvia y pozos de absorción) incrementa la capacidad

adaptativa, y bajo el escenario actual puede ayudar a disminuir el número de inundaciones así como sus impactos.

Es relevante mencionar que los puntos de inundación coinciden con la ubicación de industrias, uno de los sectores de mayor importancia económica para el Estado.

3.3.2 Incendios

Los incendios forestales en nuestro país suelen estar relacionados con actividades agropecuarias; el sistema de roza-tumba-quema (actualmente sólo quema) se preserva en algunas comunidades agrícolas. Para la ocurrencia de un incendio son necesarias ciertas condiciones de peligro, es decir, circunstancias climáticas de nula o baja precipitación, bajo nivel de humedad en el suelo y estrés hídrico en la vegetación y, por otro lado, factores relacionados a la vulnerabilidad y exposición, como la cercanía a carreteras o a la frontera agrícola. Para que se genere un incendio se necesitan tres elementos: oxígeno, combustible y temperatura, que constituyen el triángulo del fuego (CENAPRED, 2008).

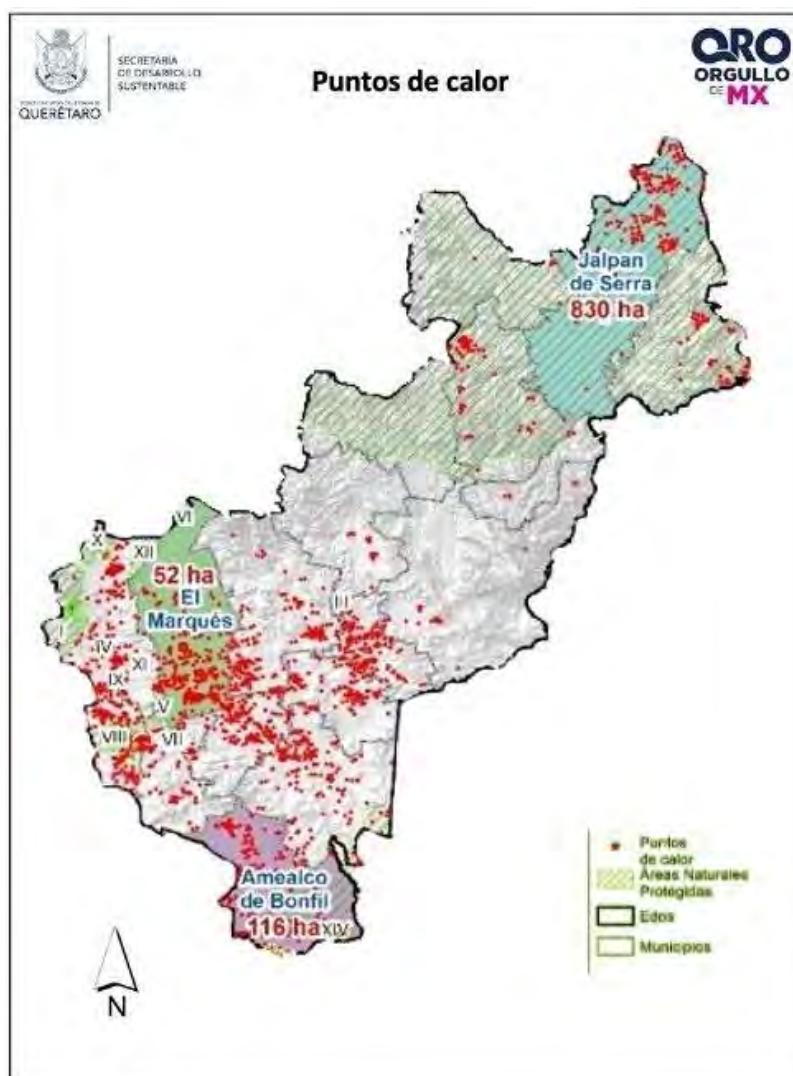
Aunque la mayor parte de los incendios son producidos por causas antropogénicas, las condiciones de humedad y temperatura pueden favorecer su propagación. La preocupación bajo los escenarios de cambio climático radica en el aumento de temperatura y sus impactos en la humedad en suelo y vegetación, es decir, podrían favorecerse estos dos elementos del triángulo del fuego. Actualmente los municipios más afectados por incendios forestales se encuentran en Jalpan de Serra, con 830 ha; El Marqués, con 116 ha; y Amealco de Bonfil, con 52 ha (CONAFOR, 2016), ver Tabla 7.

Ubicación	NDVI	SPI
Jalpan de Serra	99.47W 1.23N	99.75W 21.25N
Amealco de Bonfil	100.10W 20.174N	100.25W 20.25N
Arroyo Seco	99.59W 21.33N	99.59W 21.43N

Tabla 7. Ubicación geográfica de incendios en el Estado de Querétaro (centroides).

Las variaciones en los patrones espaciales y temporales de los incendios están relacionadas con la vegetación, teniendo como forzante principal la distribución de la precipitación. Por tanto, se caracterizó la dinámica espacio-temporal del Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) como un indicador del funcionamiento de la vegetación (fenología) y se relacionó la precipitación mediante el *Standardized Precipitation Index* (SPI-3) en áreas del Estado donde se documentaron incendios con el objeto de mostrar que las condiciones anómalas del clima afectan la salud de la vegetación. Por ejemplo, las sequías (lluvias por debajo del promedio y temperaturas anómalamente altas) se manifiestan como estrés hídrico en las plantas y las hace más vulnerables al fuego.

La metodología consistió en ubicar los reportes de incendio dentro del Estado de Querétaro (Mapa 7). Los incendios ocupan un área, no un punto, por lo cual se eligió el punto central o centroide del incendio, y se usó como referencia para analizar el valor tanto de NDVI como de SPI de ese mismo punto. La finalidad era verificar si se podía atribuir a los incendios las condiciones climáticas, o si existían otros factores más relevantes.



Mapa 7. Puntos de calor, municipios con mayor superficie afectada por incendios.

Fuente: Elaboración propia con datos de MODIS.

El NDVI es un índice de vegetación que mide el estado de salud de la vegetación en función de cómo las estructuras vegetales reflejan la luz en las frecuencias del infrarrojo cercano (NIR) y rojo (R). Se calcula a partir de la diferencia en las intensidades del NIR y R, dividida por la suma de las mismas intensidades; por lo tanto, el índice está normalizado entre -1.0 a 1.0. La fórmula es:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R).$$

La clorofila (un indicador de salud) absorbe fuertemente la luz visible, y la estructura celular de las hojas refleja fuertemente la luz del infrarrojo cercano. Cuando la planta se deshidrata, se enferma: la capa esponjosa se deteriora y la planta absorbe más luz del infrarrojo cercano, en lugar de reflejarla. Por lo tanto, se observa cómo cambia NIR en comparación con la luz roja que proporciona una indicación precisa de la presencia de clorofila, misma que se correlaciona con la salud de la planta.

Los valores negativos corresponden principalmente a nubes, cuerpos de agua y sombras; los valores cercanos a cero indican suelo desnudo o cubierto por materiales permeables (construcciones), y los valores superiores a 0.35 indican formaciones vegetativas saludables. Los datos de NDVI se obtuvieron en compuestos de 16 días del sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) con una resolución espacial de 250 m (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod13.php>) y se obtuvo el promedio de los píxeles que cubrían el área quemada (Figura 4).

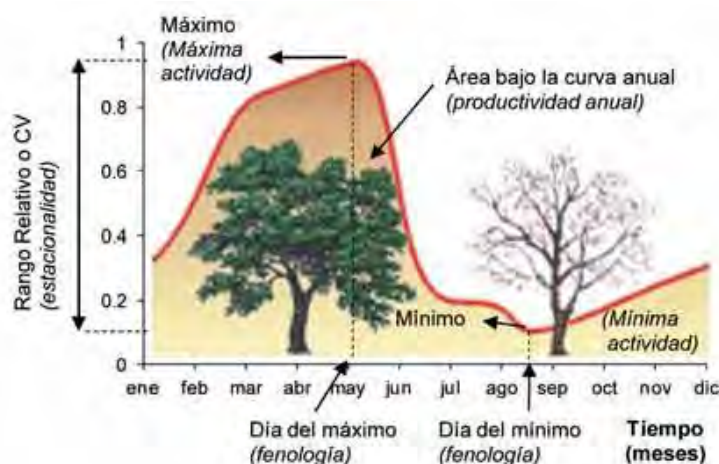


Figura 4. Curva anual de NDVI (fenología).

Fuente: Alcaraz-Segura y col., 2006, modificada de G. Baldi.

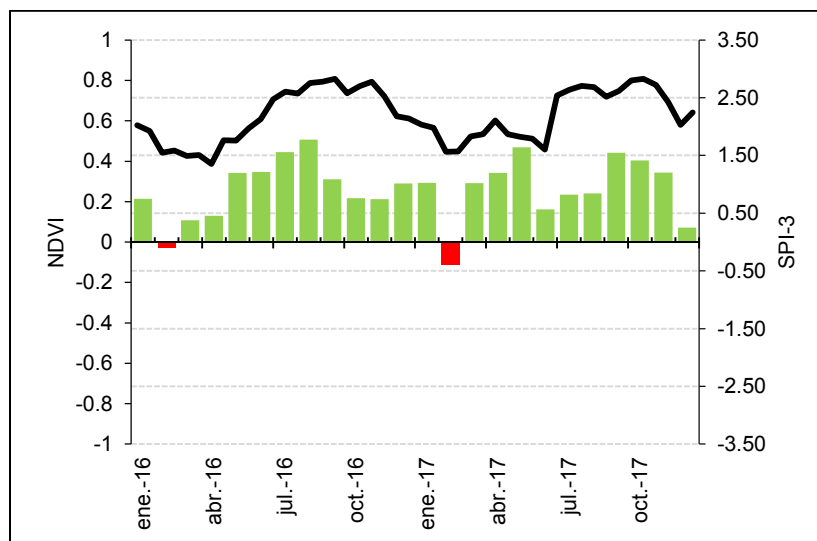
El SPI es un índice ampliamente utilizado para caracterizar la sequía meteorológica en intensidad, magnitud, frecuencia, duración y cobertura espacial en diferentes escalas de tiempo (1 a 36 meses). A escalas cortas se relaciona con la humedad del suelo, y a escalas más largas se relaciona con el almacenamiento de agua subterránea, embalses y sequía agrícola. El SPI se presenta como el número de desviaciones estándar que cada dato de precipitación se desvía en relación con la climatología de precipitación (1980 a 2015). La magnitud de los periodos húmedos y secos detectados con SPI se clasificó con base en su distribución en la curva normal (Tabla 8). La categoría neutra tiene la mayor probabilidad de ocurrencia, le siguen las categorías húmedo y seco, moderadamente húmedo y seco, y las de menor probabilidad son extremadamente húmedo y extremadamente seco. Los datos de SPI se obtuvieron del International Research Institute for Climate and Society (IRI) con una resolución espacial de 0.5 grados (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/>).

SPI	Categoría	Probabilidad de ocurrencia (%)
< -2.0	Extremadamente seco	2
-2.0 a -1.5	Moderadamente seco	4
-1.5 a -1.0	Seco	9
-1.0 a 1.0	Neutral	68
1.0 a 1.5	Húmedo	9
1.5 a 2	Moderadamente húmedo	4
> 2.0	Extremadamente húmedo	2

Tabla 8. Clasificación de SPI.

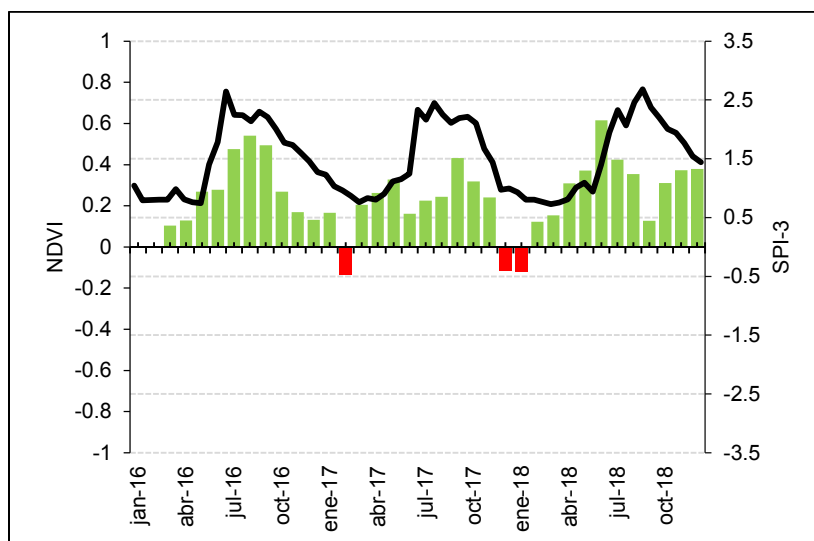
Fuente: Elaboración propia con datos de International Research Institute for Climate and Society.

La respuesta de la curva de NDVI a las anomalías de precipitación (derivadas de SPI-3) es el forzante más importante del vigor de la vegetación en los casos analizados para el Estado de Querétaro. Por ejemplo, en Jalpan de Serra (Gráfica 6) y Amealco de Bonfil (Gráfica 7) se observan dos máximos de verdor en función de la canícula, y aun cuando en la zona se presentaron anomalías negativas de precipitación, la respuesta de la vegetación no se vio afectada por el déficit de precipitación.



Gráfica 6. Comportamiento de la curva de NDVI en Jalpan de Serra 2016-2017 y Standardized Precipitation Index (SPI-3) con climatología de 1980-2015.

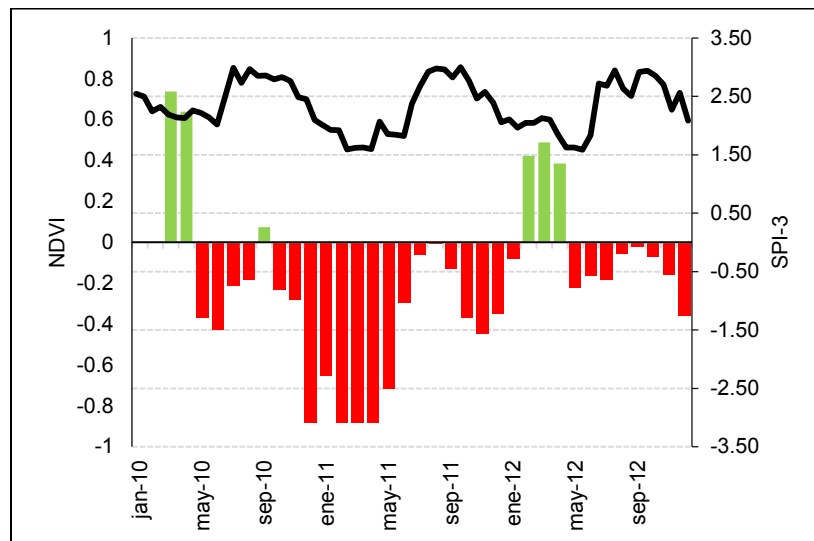
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 7. Comportamiento de la curva de NDVI en Amealco de Bonfil 2016-2018 y Standardized Precipitation Index (SPI-3), con climatología de 1980-2015.

Fuente: Elaboración propia.

En ambas gráficas, la línea en color negro representa la curva de NDVI; las barras verdes y rojas representan el Standardized Precipitation Index.



Gráfica 8. Comportamiento de la curva de NDVI en Arroyo Seco 2010-2012 y Standardized Precipitation Index (SPI-3), con climatología de 2010-2012.

Fuente: Elaboración propia.

La curva de NDVI de Amealco de Bonfil presenta una anomalía negativa en agosto de 2017 asociada a un incendio, que no se explica en función del déficit de precipitación sino como un caso de incendio provocado. Caso contrario, en Arroyo Seco (Gráfica 8) se observan durante el

periodo de 2010 a 2011 meses extremadamente secos a secos; sin embargo, no se presentan incendios durante los meses más críticos, probablemente por las eficientes políticas de manejo de la zona de reserva, y es hasta 2012, en condiciones secas, que se presenta un incendio que puede observarse en la curva de NDVI.

Este análisis presenta eventos relacionados en mayor medida por el clima y otros, cuyos factores más importantes están relacionados con la actividad antrópica. El clima no es el culpable de los desastres, sino un elemento muy importante que puede favorecer o no a que estos ocurran. El factor determinante en la intensidad de los desastres es la vulnerabilidad; considerando además que podemos disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático fortaleciendo la resistencia y resiliencia.

3.4 Vulnerabilidad presente y futura

En este apartado se muestra el análisis de la vulnerabilidad actual, considerando las capas de vulnerabilidad generadas por Monterroso y colaboradores (2014). Para la vulnerabilidad futura, se evalúan escenarios de posibles impactos. Ambos análisis se realizan por sectores y regiones.

Las variables de exposición y de sensibilidad aumentan el puntaje final de la vulnerabilidad, representando el impacto del cambio climático en los municipios. Por su parte, la capacidad adaptativa, que representa el potencial humano y económico de implementar acciones, resta puntaje a la evaluación global de la vulnerabilidad de un municipio (Monterroso y colaboradores 2014). Lo anterior se expresa en la siguiente fórmula.

$$\text{Vulnerabilidad} = f[(\text{exposición} + \text{sensibilidad}) - \text{capacidad de adaptación}]$$

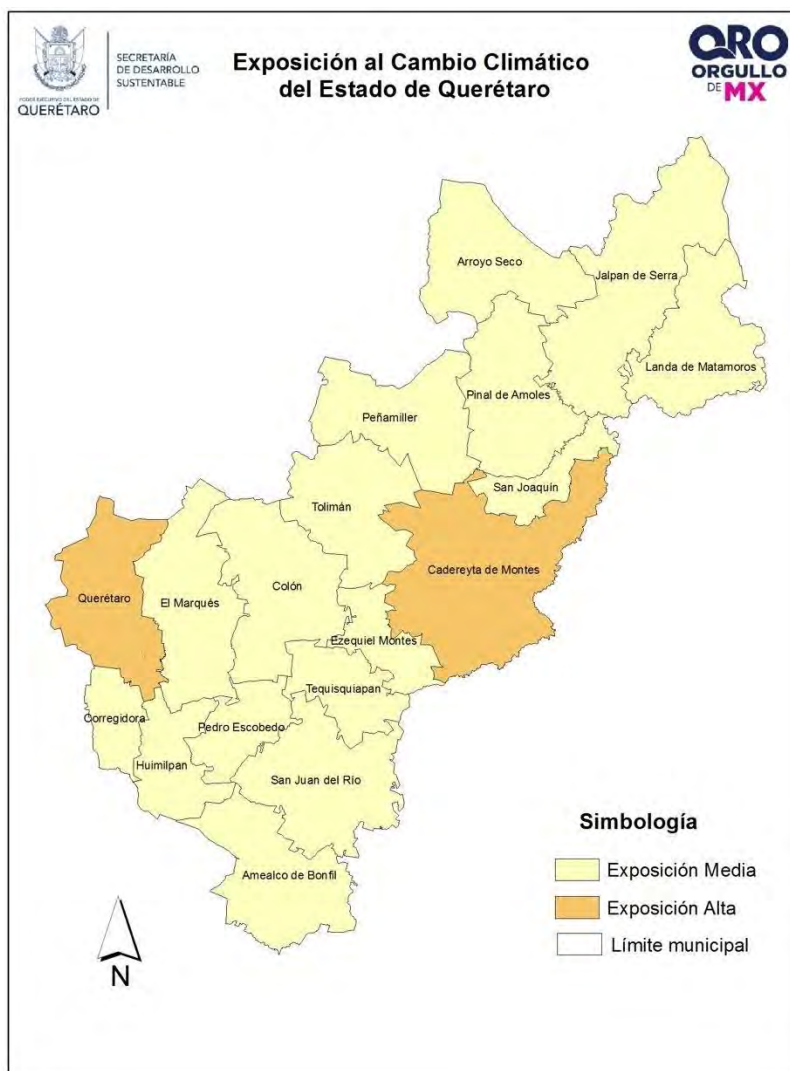
Exposición

La exposición en términos de cambio climático se refiere al grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis, y puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos (Mapa 8).

Las variables utilizadas para el escenario de exposición en términos de cambio climático son:

- Frecuencia de eventos extremos: total de inundaciones reportadas en el periodo 1980-2005, total de heladas reportadas en el periodo 1980-2005, total de lluvias intensas reportadas en el periodo 1980-2005, total de deslizamientos reportados en el periodo 1980-2005, total de otros problemas reportados en el periodo 1980-2005.
- Problemática ambiental: total de problemas ambientales reportados, superficie municipal sin vegetación (porcentaje), unidades de producción (porcentaje) en un municipio que reportaron pérdidas por cuestiones climáticas, unidades de producción (porcentaje) en un municipio que reportaron pérdidas por falta de fertilidad.

- Clima y cambio climático. Representan los cambios modelados por cambio climático, entre más adversos sean los cambios, mayor dificultad se experimentará para poder ajustarse, estando así más expuestos.



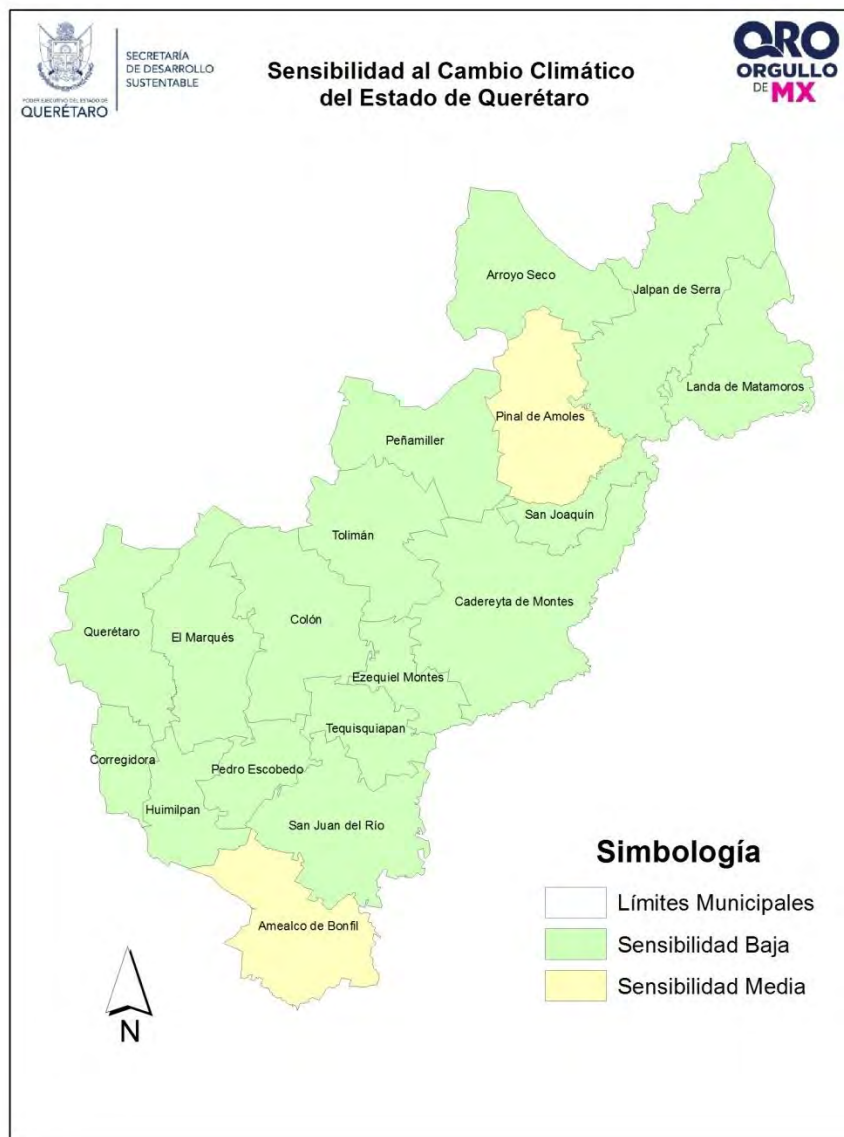
Mapa 8. Exposición al Cambio Climático del Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de Monterroso, 2014.

Sensibilidad

La sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos. Esta medida determina el grado en el que un municipio se puede ver afectado por estrés, son las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por el cambio climático. La evaluación de la

sensibilidad se realizó a partir de 9 variables agrupadas en tres componentes: población, salud y sector productivo (Mapa 9).



Mapa 9. Sensibilidad al Cambio Climático del Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de Monterroso, 2014.

Para el Estado de Querétaro, a excepción de los municipios de Amealco de Bonfil y Pinal de Amoles que presentan un nivel medio, el resto de la entidad presenta un nivel bajo.

Las variables usadas para conocer el grado de sensibilidad climática son:

- Población: porcentaje de población municipal con jefe de familia femenino, porcentaje de población municipal indígena, porcentaje de población municipal en pobreza alimentaria.
- Salud: porcentaje municipal de niños con baja talla al nacer, porcentaje municipal de niños con bajo peso al nacer, porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud.
- Productivo: porcentaje de superficie municipal en actividades primarias, porcentaje de superficie municipal que no cuenta con riego, porcentaje de población municipal dedicada a actividades primarias.

Capacidad de adaptación

Se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, al potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados. La capacidad adaptativa de una sociedad refleja su capacidad de modificar sus características o comportamientos para enfrentar de una mejor manera o anticiparse a los factores que impulsan el cambio. Se consideraron 16 variables en cuatro dimensiones aquí llamadas capitales: Humano, Social, Financiero y Natural (Mapa 10).

Las variables utilizadas para conocer la capacidad adaptativa son:

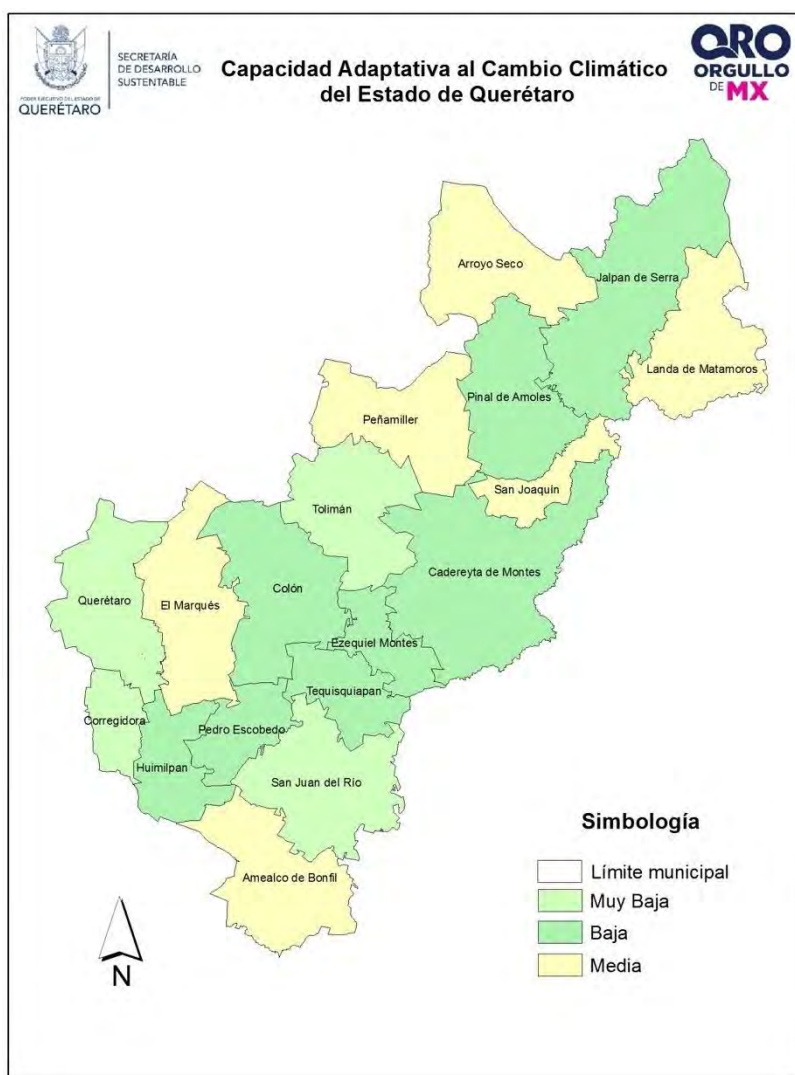
- Capital Humano: porcentaje cambio en población al 2030, porcentaje de población en el municipio que sabe leer, porcentaje de población de 5 a 14 años que asiste a la escuela, porcentaje de población total alfabeta en el municipio.
- Capital Social: porcentaje de unidades de producción en un municipio que están organizadas, porcentaje de unidades de producción en un municipio que no tienen litigio por la tierra, porcentaje de unidades de producción en un municipio que señalaron no tener falta de capacitación, porcentaje de unidades de producción en un municipio que señalaron no tener problemas para producir.
- Capital Financiero: porcentaje de unidades de producción en un municipio que señalaron no tener dificultad para acceder a créditos, porcentaje de unidades de producción en un municipio que reciben remesas de país extranjero, porcentaje de unidades de producción en un municipio que señalaron tener ahorros, porcentaje de unidades de producción en un municipio que señalaron tener crédito, porcentaje de población que recibe más de 2 salarios mínimos mensuales de ingreso, cambio porcentual en el PIB del 2000 al proyectado en 2030.
- Capital Natural: relación de superficie municipal con bosque o selva, relación de hectáreas reforestadas en el municipio en el 2005.

La capacidad adaptativa es uno de los elementos que resta peso a la vulnerabilidad, ya que tiene implicaciones en las capacidades humanas para responder ante un disturbio. Los municipios con mayor capacidad adaptativa son Amealco de Bonfil, El Marqués, Peñamiller, San Joaquín, Landa de Matamoros y Arroyo Seco.

Como un primer resultado se tiene que los municipios Landa de Matamoros y San Joaquín presentan la mayor vulnerabilidad actual ante el cambio climático con un nivel medio, según la fórmula descrita. Ambos municipios pertenecen a la región Sierra Gorda.

En la evaluación de sensibilidad, Amealco de Bonfil presentó un nivel medio, al igual que en la capacidad adaptativa. Es decir, que pese a ser sensible a un disturbio en término de las características de la población, también tiene la capacidad de adaptarse a estos.

Los municipios San Juan del Río, Tolimán, Corregidora y Querétaro, con un nivel muy bajo, son los de menor capacidad actualmente para enfrentar los efectos del cambio climático según Monterroso (2014). El resto de los municipios presentan un nivel bajo.



Mapa 10. Capacidad Adaptativa ante el Cambio Climático del Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de Monterroso, 2014.

3.4.1 Vulnerabilidad presente

Como un primer resultado se tiene que los municipios Landa de Matamoros y San Joaquín presentan la mayor vulnerabilidad actual ante el cambio climático, con un nivel medio. Ambos municipios pertenecen a la Región Sierra Gorda. Para determinar esta vulnerabilidad actual se utilizó la fórmula indicada anteriormente.



Mapa 11. Vulnerabilidad presente ante el Cambio Climático del Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de Monterroso, 2014.

Este apartado se suma a los trabajos sobre vulnerabilidad climática que se han venido realizando en el Estado, a partir de lo cual se contextualizan otras vulnerabilidades (institucional, social, económica, ambiental, entre otros) y con base en ello se plantean propuestas que van desde

políticas públicas por sector y región, hasta mejores prácticas de manejo y conservación de los bosques como los bonos verdes (Mapa 11).

3.4.2 Vulnerabilidad futura

Como resultado de los talleres y de consulta a expertos, se definieron los sectores de interés para realizar un diagnóstico de los posibles impactos del cambio climático, como una aproximación a la vulnerabilidad futura. Los sectores que se abordarán son biodiversidad, salud, agrícola y urbano.

Para el sector salud se propone un análisis relacionado a los reportes en años recientes sobre dengue, por lo cual se analizan las implicaciones actuales y los posibles impactos del cambio en los patrones de lluvia y temperaturas máximas, que generen condiciones adecuadas para la proliferación del dengue, por ejemplo. El trabajo interdisciplinario y en especial, el intergubernamental, permitiría obtener más información respecto a este sector, por cada región o a nivel municipal. El sector salud resulta imprescindible, pues los impactos directos e indirectos afectarían al ser humano.

Para el sector agrícola, se realizó una zonificación agroecológica del maíz por ser uno de los principales cultivos en el estado. Se analizaron los cambios en zonas potenciales para la producción de maíz en función de los diferentes escenarios de cambio climático.

Como parte de los resultados del sector urbano, se reconoce la presencia de una **isla de calor** en la capital del estado; sin embargo, se profundiza poco respecto a los escenarios de crecimiento poblacional y urbano respectivamente. Este fenómeno de aumento de la temperatura por el crecimiento urbano es de gran importancia al proyectar la evolución de las ciudades. Es claro que, se ha identificado la importancia de la isla de calor, por lo que se sugiere a futuro proyectar los **cambios de uso de suelo**, prioritariamente el cambio hacia lo urbano, y sus posibles impactos. Si se sobrepone la capa de isla urbana de calor y los escenarios de cambio climático, el resultado es una sinergia, es decir, que el efecto de aumento de la temperatura se vería intensificado. Esta condición podría afectar a los procesos dinámicos atmosféricos y en consecuencia, afectar a otros sectores, en particular al sector salud y biodiversidad; entre ellos los impactos en la población vulnerable, y alterando las aptitudes climáticas de algunas especies agrícolas. Además, se evaluaron los potenciales impactos en términos de inundaciones y daños al sector industrial.

Los escenarios de cambio climático son proyecciones climáticas bajo los diferentes escenarios de forzamiento radiativo (expresado en W/m^2), denominado Trayectorias Representativas de Concentraciones (RCP por sus siglas en inglés), y que pueden tomar valores de 4.5, y 8.5 (RCP4.5, RCP8.5). RCP4.5 considera emisiones bajas y RCP8.5 considera emisiones altas, 2070 es el futuro lejano y 2040 el futuro próximo.

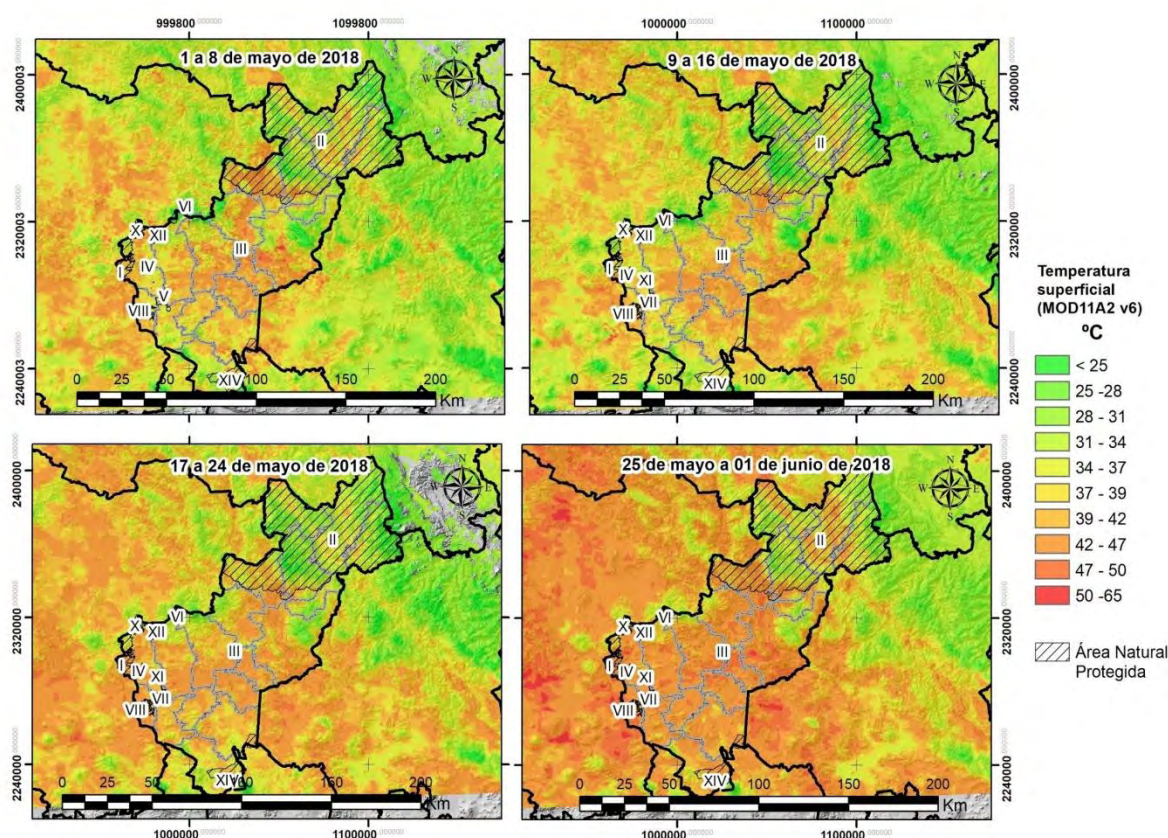
Sector biodiversidad

Se analizaron los escenarios de cambio climático y las ANP del Estado con relación a la temperatura de superficie, procesos de deforestación y cambios en los patrones de deforestación, y se decidió enfocarse en las ANP's que contiene el Estado. La Sierra Gorda es una

ANP característica, lo que da pie a usarla como una herramienta contra el cambio climático a través de la disminución de la vulnerabilidad.

Ecosistemas como reguladores climáticos (Enfoque de Adaptación por Ecosistemas)

Durante el mes de mayo de 2018 hubo un reporte de una onda de calor que duró más de 3 días. Este fenómeno se consideró como una anomalía. Utilizando una imagen MODIS (el producto MOD11 versión 6, recupera los datos diarios de temperatura de la superficie terrestre (LST) con una resolución espacial de 1 km) para tener la cobertura total del Estado se puede observar cómo la región Sierra Gorda, caracterizada por poseer la ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, reporta temperaturas de superficie menor a otras regiones. Una explicación a esta respuesta es que, por la existencia de vegetación, la energía solar se utiliza en mayor medida para evaporar (calor latente) y no para calentar la superficie (calor sensible). Aunque la zona se caracteriza por tener un clima cálido, es claro que los ecosistemas naturales y la cobertura vegetal de la zona cumplen una función como reguladores climáticos. No debe confundirse la temperatura del aire con la de la superficie. En este caso se evalúa la temperatura de la superficie (Mapa 12).



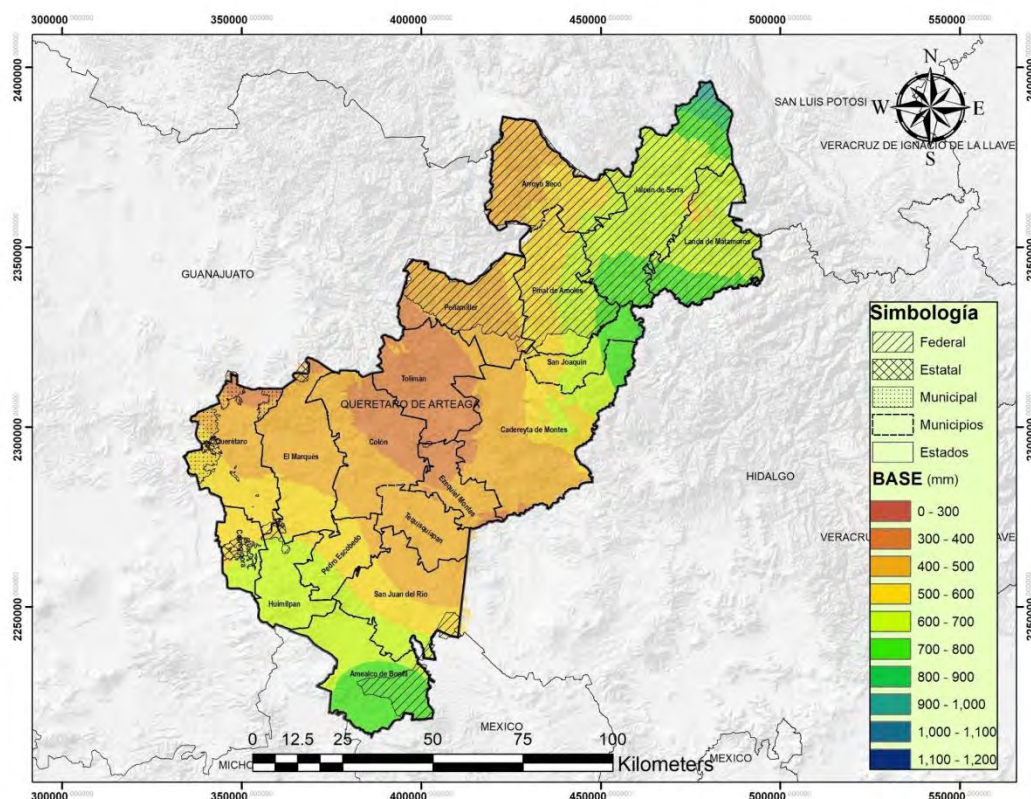
Mapa 12. Temperatura superficial del Estado de Querétaro utilizando MODIS.

Fuente: Elaboración propia.

La importancia de las ANP frente a la deforestación se evaluó a través del producto Forest Loss de la plataforma Global Forest Change (Hansen, et al 2013). Este producto fue creado en el año 2013 y utiliza imágenes LANDSAT para detectar la pérdida de cobertura arbórea de más de 5 metros de altura. Fue posible detectar un patrón particular en la distribución de la zona deforestada, parece seguir un límite casi administrativo. Las ANP sirven como una barrera física para proteger a los ecosistemas y evitar procesos de deforestación. Esta respuesta es clave para utilizarse a favor e incrementar la capacidad adaptativa de los socioecosistemas y, en consecuencia, disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Lluvia-ecosistemas y escenarios de cambio climático

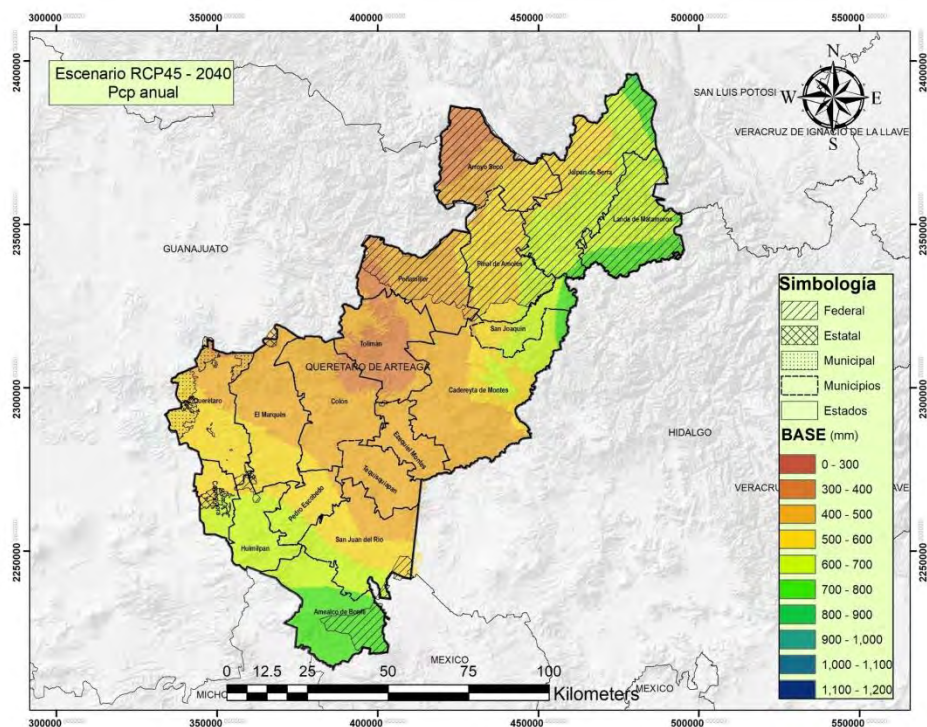
Si bien las temperaturas máximas representan un peligro en términos de sequías e inclusive incendios, los patrones de precipitación son de mayor interés para el crecimiento de la vegetación. En el Mapa 13 se puede observar que el área con menor precipitación corresponde a la región Semidesierto, mientras que la región Suroeste y Sierra Gorda muestran un patrón similar; sin embargo, tiene diferentes impactos, derivados en gran medida de los usos de suelo (urbano, natural).



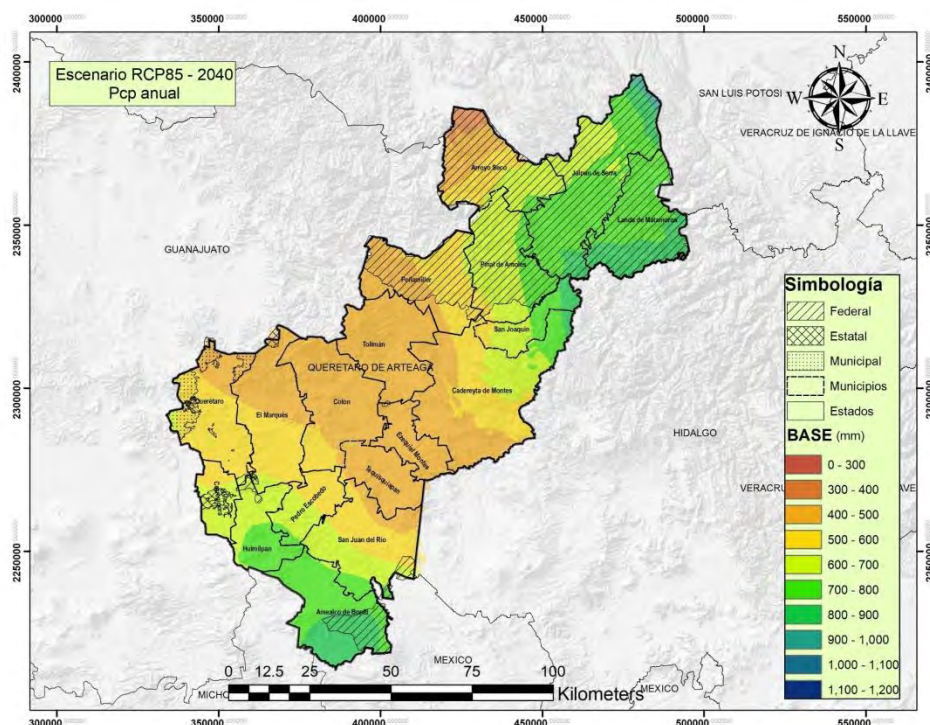
Mapa 13. Áreas Naturales Protegidas y escenario base de precipitación.
Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de escenarios por parte de IPCC se han establecido las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), un RCP más alto describe un escenario más crítico.

El escenario RCP4.5 muestra una disminución en las lluvias anuales. Bajo este escenario es importante plantear estrategias que resistan periodos de sequías e incendios. La diversificación y restauración del paisaje es una de las medidas que contribuye a disminuir la pérdida de humedad y la cobertura en los suelos es fundamental en este fin (Mapa 14).



Mientras, el escenario RCP8.5 para el año 2040 muestra un aumento en el patrón espacial de la precipitación mayor a 700 mm, lo que sería una respuesta positiva para la región Sierra Gorda. De manera contraria, el aumento en Amealco de Bonfil podría no ser tan favorable para las actividades económicas que en este municipio se llevan a cabo (industria) (Mapa 15).

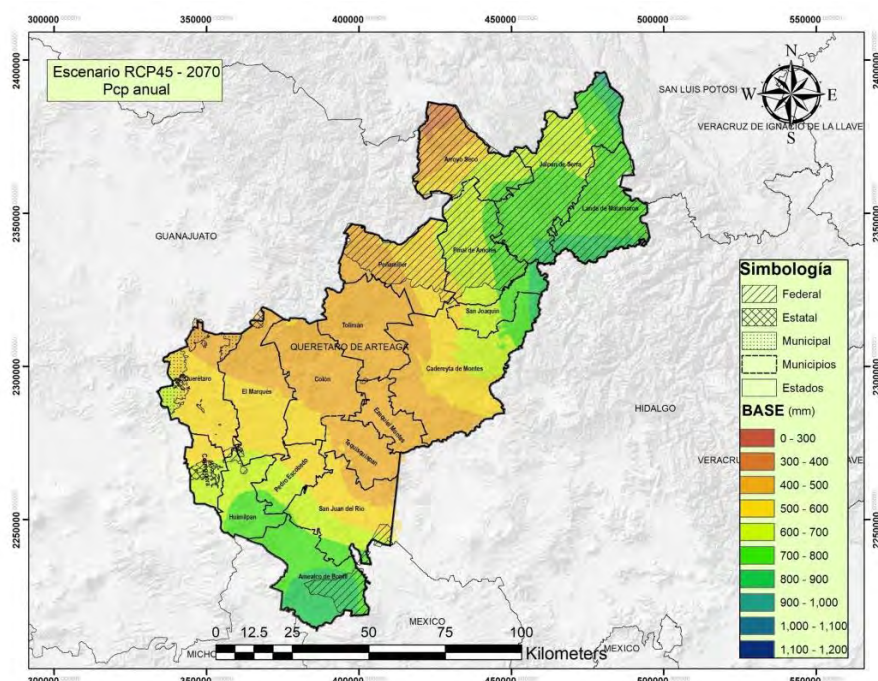


Mapa 15. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP8.5 al 2040.

Fuente: Elaboración propia.

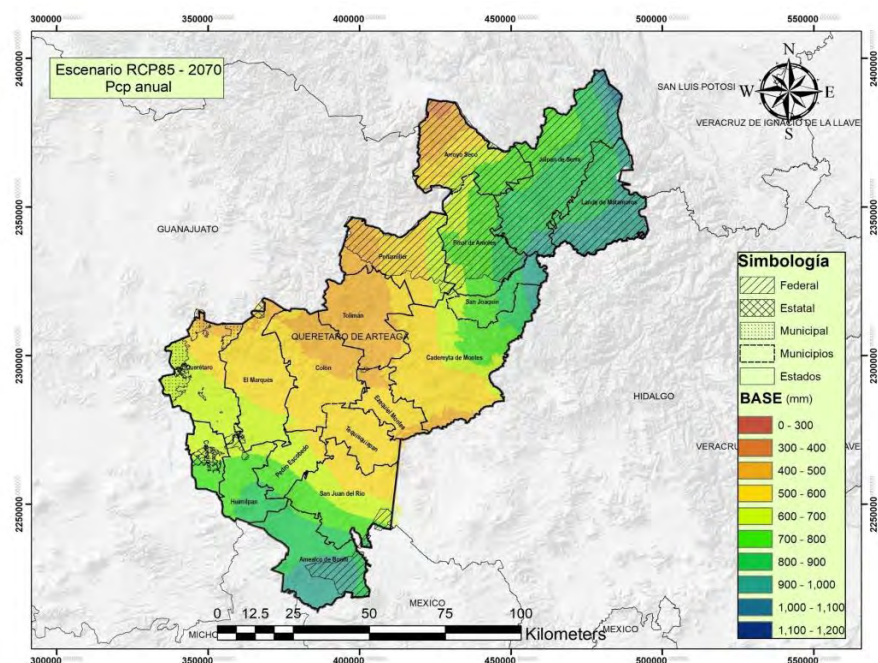
El escenario RCP4.5 para el 2070 muestra un incremento del patrón espacial con menor lluvia anual, aunque esto no afecta directamente a un ANP (Mapa 16). El escenario RCP8.5 muestra un incremento en las lluvias para las zonas con ANP. Mientras más elementos compongan los ecosistemas (flora, fauna), es decir, mientras mayor sea su biodiversidad, disminuye su vulnerabilidad y aumenta su resistencia ante fenómenos perturbadores (Mapa 17).

El incremento en las lluvias tiende a no ser perjudicial para los ecosistemas naturales, y de manera indirecta disminuye la probabilidad de incendios, no sólo por los eventos de lluvia sino por la humedad residual que permanece en los suelos.



Mapa 16. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP4.5 al 2070.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 17. Áreas Naturales Protegidas y escenario RCP8.5 al 2070.

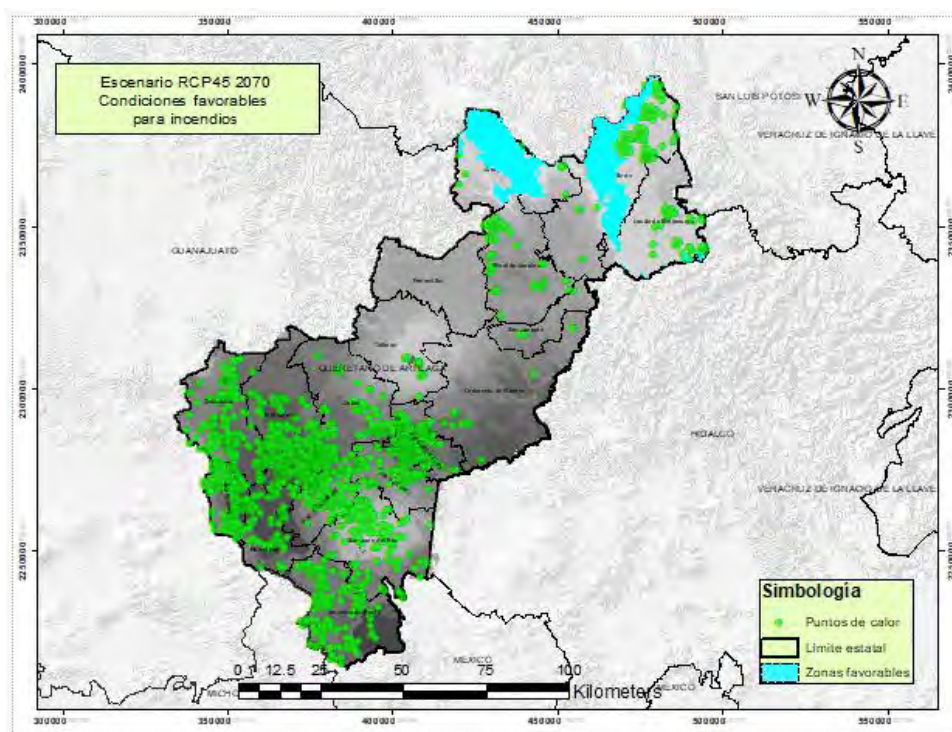
Fuente: Elaboración propia.

Incendios

Para la vulnerabilidad futura, se analizaron algunos reportes de incendios y se determinaron las condiciones promedio que son favorables para que un evento de este tipo suceda.

Es importante aclarar que las condiciones climáticas no determinan que se presente o no un incendio ya que el origen es antrópico (quemadas agrícolas). Nos interesa sin embargo saber si las condiciones de temperatura y humedad serán o no favorables para que la vegetación se encuentre en algún nivel de estrés hídrico por la baja precipitación y altas temperaturas, y puedan ser fácilmente incendiadas.

Se analizaron los escenarios de cambio climático y se obtuvo la diferencia de lluvia en comparación con el escenario base para los meses de abril y mayo. Los reportes de incendios aumentan en el mes de mayo por los bajos niveles de precipitación, alta temperatura y porque en esta época inician las labores agrícolas de preparación de terrenos para siembra. La primera condición era una precipitación menor a la del escenario base, la segunda condición fue una temperatura mayor a 35 °C. A continuación, se muestran las áreas en donde se cumplen estas condiciones y qué las hace susceptibles ante un incendio.

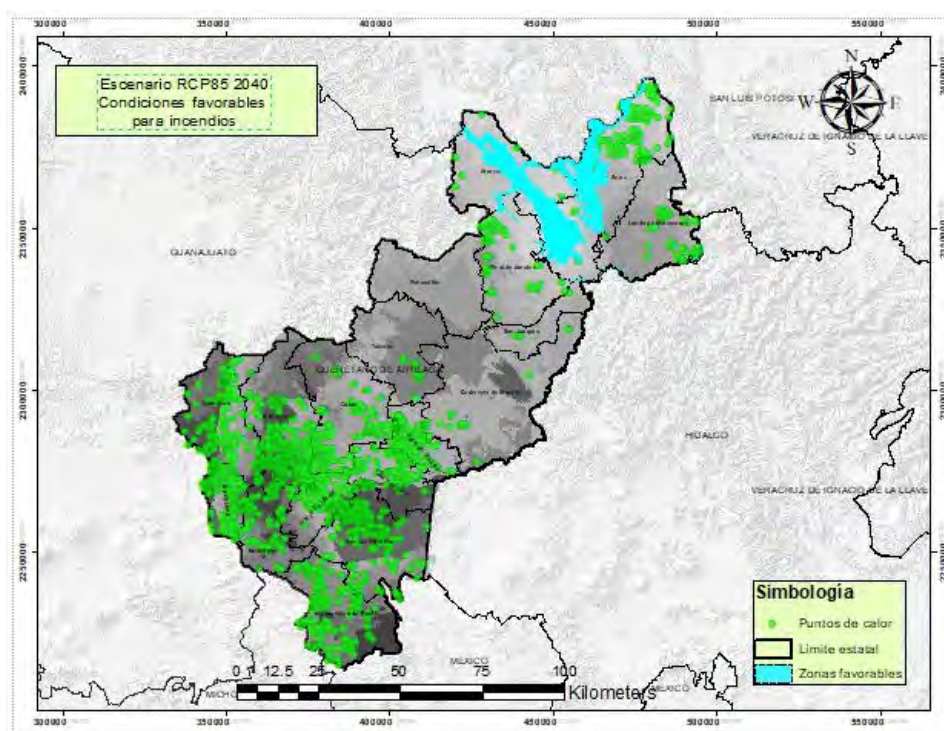


Mapa 18. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP4.5 al 2070.
Fuente: Elaboración propia.

En el escenario del 2070 con RCP4.5 (Mapa 18), se observa que las condiciones que podrían ser favorables para un incendio (no originándolo), se ubican en los municipios de Arroyo Seco y

Jalpan de Serra. Los puntos verdes son puntos de calor que históricamente se han detectado. Si se presentan las condiciones que estima este escenario de cambio climático, sería importante que la gestión de tierras agrícola y cambios de uso de suelo, tuviera mayor relevancia y cuidado en estos municipios.

Existen otros factores además del clima, que favorecen las condiciones para un incendio (tanto su origen como su dispersión), como la topografía, el viento, los usos de suelo, la proximidad a la frontera agrícola, entre otros. Es importante fortalecer la capacidad de atención a este tipo de eventos, pero sobre todo trabajar en la gestión del territorio para prevenirlos.



Mapa 19. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP8.5 al 2040.

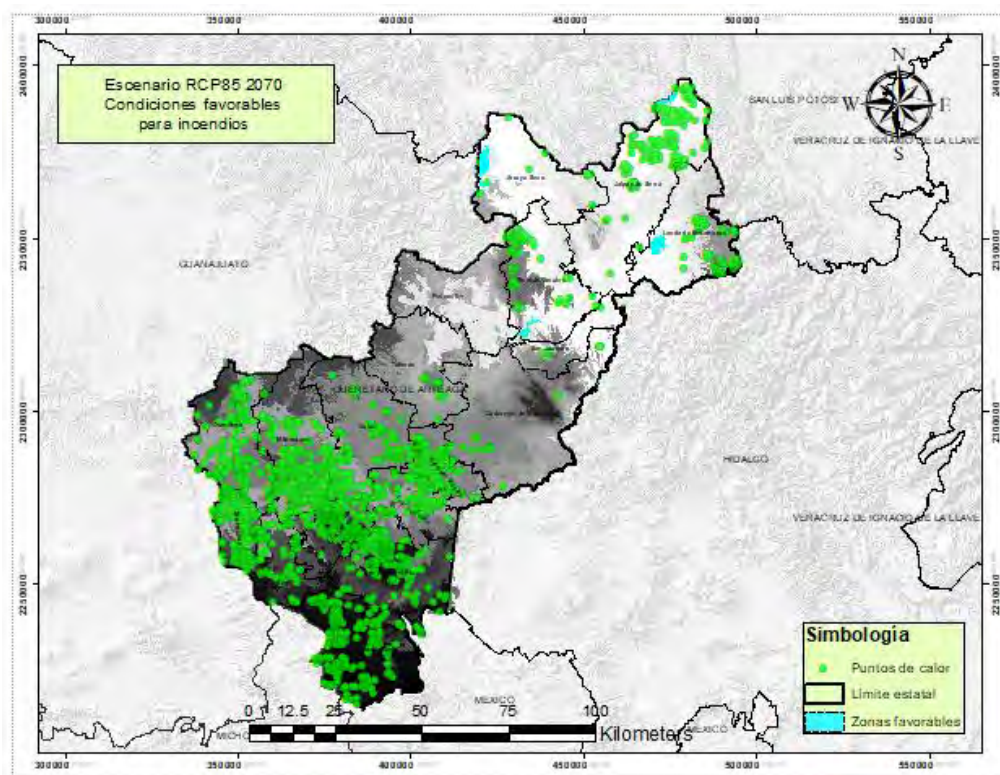
Fuente: Elaboración propia.

Bajo el escenario del 2040 con RCP8.5 (Mapa 19) se observa una coincidencia con el escenario anterior, y los municipios que se verían afectados son Jalpan de Serra, Pinal de Amoles y Arroyo Seco. Si tenemos esta aproximación de las condiciones climáticas esperadas, y asumimos que no podemos modificarlas en el corto plazo, entonces los esfuerzos deben girar en torno a la gestión del territorio.

Prevenir suele ser siempre más barato en términos económicos, pero sobre todo, humanos y materiales, en lugar de ser reactivos. Además de la capacidad adaptativa, para mejorar las capacidades de respuesta ante incendios, se recomienda mejorar prácticas agrícolas y

concientizar a la población sobre el cuidado del ambiente y la precaución ante disturbios que generen incendios, tareas que pueden modificar la vulnerabilidad futura.

En el escenario al 2070 con RCP8.5 (Mapa 20) las zonas que podrían presentar condiciones favorables ante incendios son pequeñas. Este escenario no implicaría un peligro tan alto. Para el caso del escenario 2040 con RCP8.5, no se presentó ningún área que cumpliera las condiciones dadas.



Mapa 20. Condiciones favorables para la ocurrencia de incendios. Escenario RCP8.5 al 2070.
Fuente: Elaboración propia.

Sector salud

El cambio climático amenaza con desacelerar, interrumpir o invertir los adelantos que se habían logrado en salud pública. Se ha previsto que los efectos serán más graves en personas de edad adulta y enfermos o afectados previamente por algún problema de salud (Ize, 2002). Los impactos sobre la salud, conjugados con niveles de marginación o acceso a servicios públicos de salud, aumentan la vulnerabilidad ante el cambio climático.

El impacto del cambio climático sobre la salud puede ser directo (efectos fisiológicos ante climas extremos) e indirecto (migraciones, propagación de vectores, perecederos menos resistentes, etc). Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden causar disturbios fisiológicos y daños a diferentes órganos provocando enfermedad o la muerte en los seres humanos. Una de las

consecuencias más seguras y directas del cambio climático es un aumento en la morbilidad y la mortalidad humanas en períodos de clima extremos como son las ondas de calor. En estos casos, la letalidad aumenta si las ondas de calor ocurren al principio del verano, cuando la población todavía no ha podido aclimatarse al calor, si son de larga duración, y si existen temperaturas elevadas durante la noche. Estos efectos son peores en las ciudades debido al “efecto de isla de calor urbano” que involucra la liberación nocturna del calor almacenado durante el día en el cemento y los materiales metálicos urbanos (Ize, 2002).

De manera general se describe la condición actual del sector salud. En este apartado, se evalúan potenciales impactos del cambio climático, según los escenarios, para determinados sectores que son de importancia para el Estado. Se propone un análisis para el sector salud relacionado a los reportes en años recientes sobre dengue, por lo cual se analizan las implicaciones actuales y los posibles impactos del cambio en los patrones de lluvia y temperaturas máximas, que generen condiciones adecuadas para la proliferación del dengue, por ejemplo. El trabajo interdisciplinario y en especial, el intergubernamental, permitiría obtener más información respecto a este sector, por cada región o a nivel municipal. El sector salud resulta imprescindible, pues los impactos directos e indirectos afectarían al ser humano. Pese a no figurar como uno de los sectores primordiales, es necesario que se consideren las afectaciones a la salud derivadas del cambio climático.

Dengue

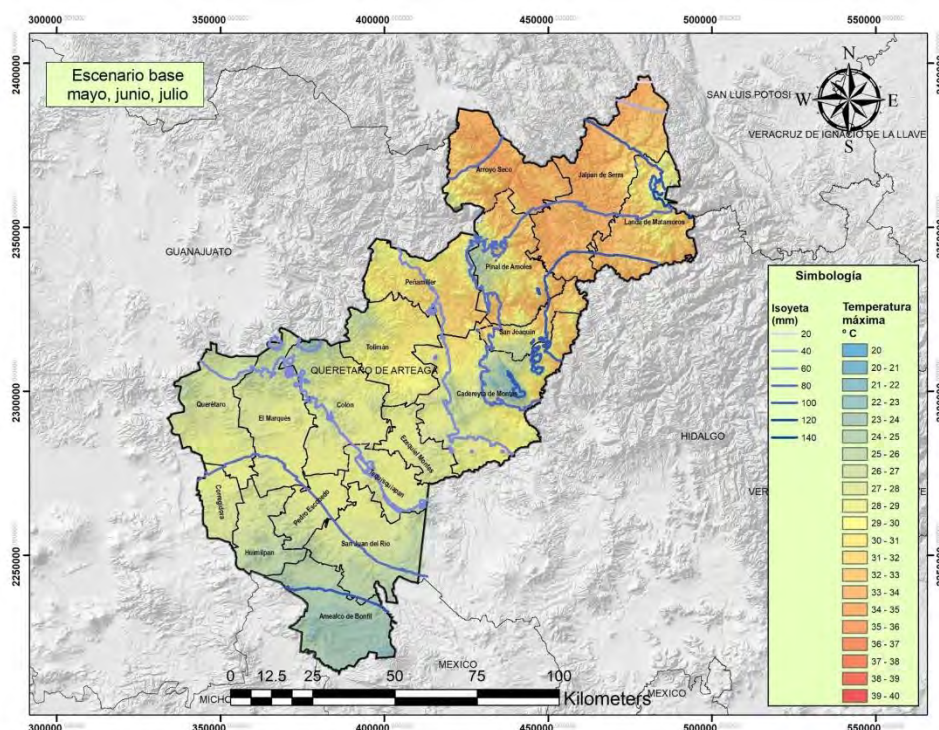
El dengue es una enfermedad febril infecciosa, transmitida por mosquitos del género *Aedes sp.*, de presentación clínica variable, evolución poco predecible, autolimitada y temporalmente incapacitante. Puede abarcar desde una infección asintomática o cuadro febril indiferenciado, hasta las formas graves del dengue hemorrágico: choque, daño orgánico y riesgo elevado de muerte. (Villegas, et al 2013).

Los virus de dengue (DENV) se consideran los más importantes patógenos de arbovirosis, que afectan principalmente las áreas urbanas y semiurbanas de países ubicados en las zonas tropicales alrededor del mundo y colocan en riesgo de infección a cerca de un tercio de la población mundial.

Existen dos principales especies: *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*; la primera es sensible a la temperatura, la humedad, las precipitaciones y el viento. El aumento de la temperatura tiende a acelerar los ciclos biológicos y a disminuir los periodos de incubación del virus. Estos cambios contribuyen a extender el periodo durante el cual se transmite la enfermedad y a que esta se propague a nuevas áreas.

Si los escenarios de cambio climático nos muestran un aumento en las temperaturas máximas y periodos de precipitación extendido, estamos generando un ambiente ideal para el desarrollo del dengue. Se debe considerar la acumulación de agua en zonas de encharcamiento en combinación con altas temperaturas. Es importante mencionar que se han tenido reportes de que el mosquito

transmisor del dengue se está adaptando a alturas, donde antes no era posible encontrarle (García et al, 2013).

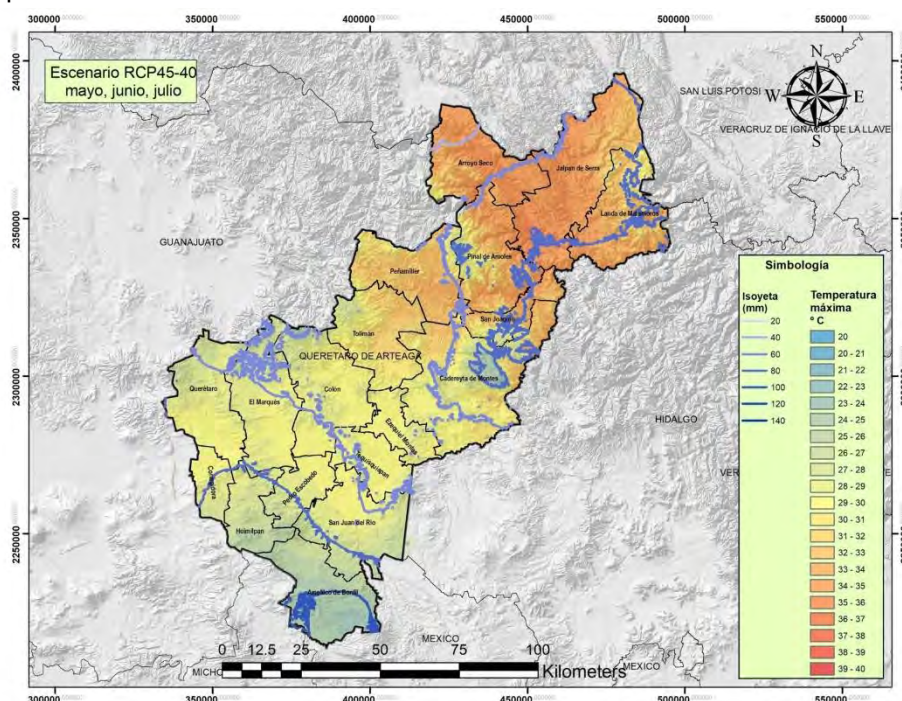


Mapa 21. Dengue y escenario base de temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

El Programa de Prevención y Control del Dengue de todos los Estados de México, está basado en la reducción de criaderos de *Aedes aegypti* a través del control físico (eliminación, remoción y protección), químico (aplicación de larvicida temefos granulado, abate con visitas casa por casa y rociados espaciales para la eliminación de adultos) y complementado con campañas de descacharrización anunciadas en medios masivos de comunicación. Asimismo, se promueven acciones de limpieza domiciliaria por la comunidad denominadas 'patio limpio'. Sin embargo, respecto al sector salud, se desconoce la vulnerabilidad de la población de las tres regiones. En este sentido, deberá considerarse, además de las enfermedades transmitidas por vectores, aquellas derivadas por ondas de calor y posiblemente por ondas gélidas, en función de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de la población. Para conocer el nivel de exposición, la COFEPRIS recomienda sectorizar a la población por edad y género. Algunos indicadores a considerar para evaluar la condición adaptativa son: si cuenta con servicios de salud, edad, hacinamiento, etc. En el caso de evaluación de la sensibilidad es preciso conocer los impactos en la población, por ejemplo, aquellos por ondas de calor. Aunado a ello, considerar el aumento de la población servirá para planear el crecimiento del servicio de salud, es decir, que pueda satisfacer las demandas y aún más importante, cómo van a crecer las ciudades.

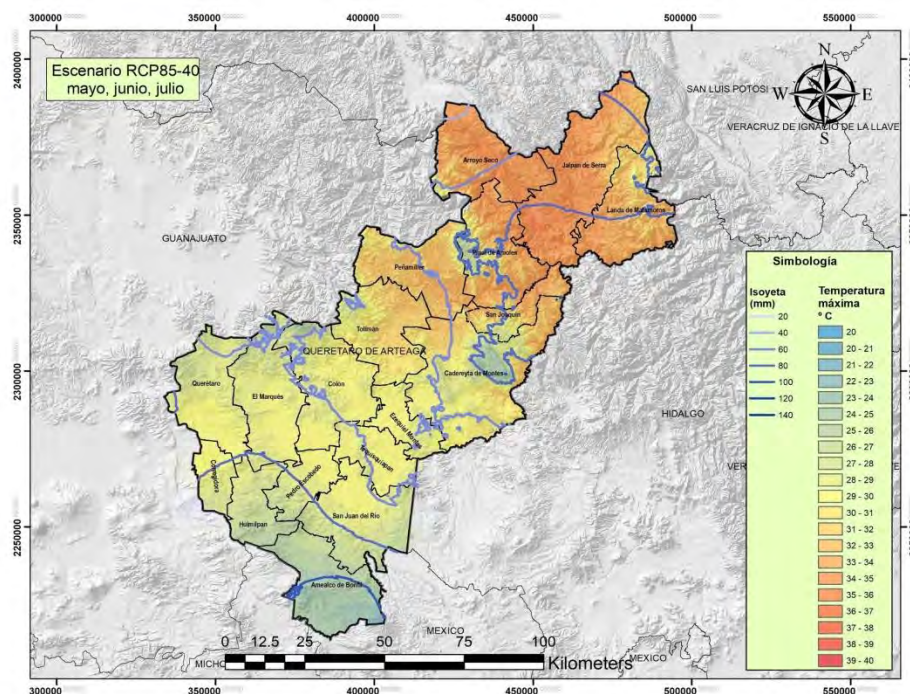
Para analizar la potencial distribución del dengue en el Estado de Querétaro, se generó un escenario con el promedio de las temperaturas máximas de mayo, junio y julio, y la precipitación acumulada para el mismo periodo con el fin de simular las condiciones idóneas para el desarrollo del dengue en Querétaro (Mapa 21). En el presente ejercicio se superpusieron isoyetas mayores o iguales a 100 mm, acumuladas en los meses de mayo, junio y julio, y temperaturas promedio de estos tres meses, mayores o iguales a 30 °C. Estas combinaciones corresponden a las zonas de mayor riesgo ante un brote de dengue. En el escenario base, se observa cómo la región Sierra Gorda cumple con las características mencionadas.



Mapa 22. Dengue y escenario RCP4.5 2040.

Fuente: Elaboración propia.

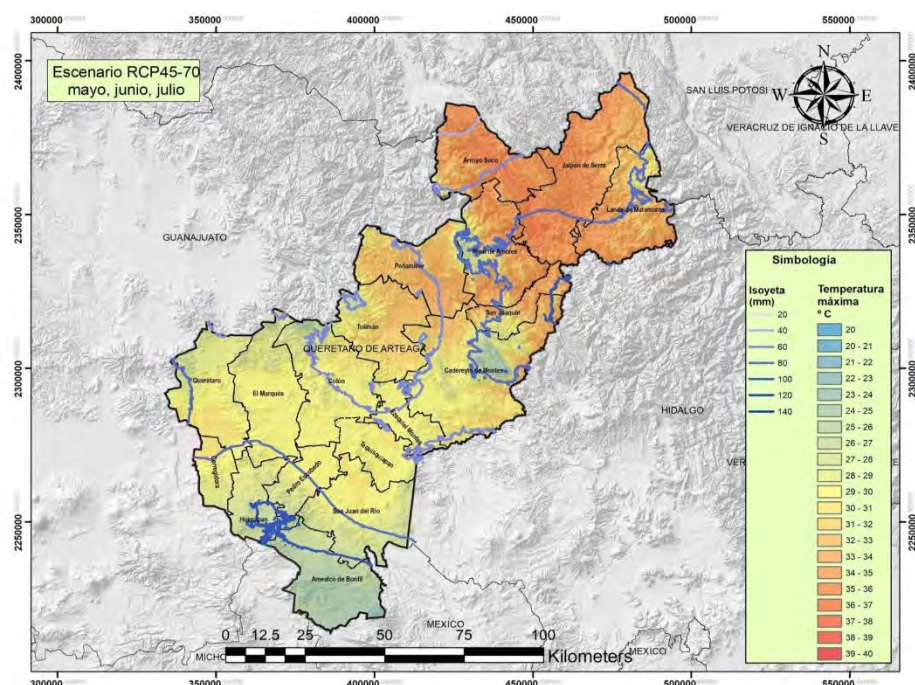
Para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para el año 2040, se observa que las zonas con temperaturas mayores a 30 °C se desplazan hacia la región Semidesierto. Para ambos casos, el municipio de Cadereyta sí cumple con el patrón de lluvia, pero no con el de temperatura. Ver Mapas 22 y 23.



Mapa 23. Dengue y escenario RCP8.5 2040.

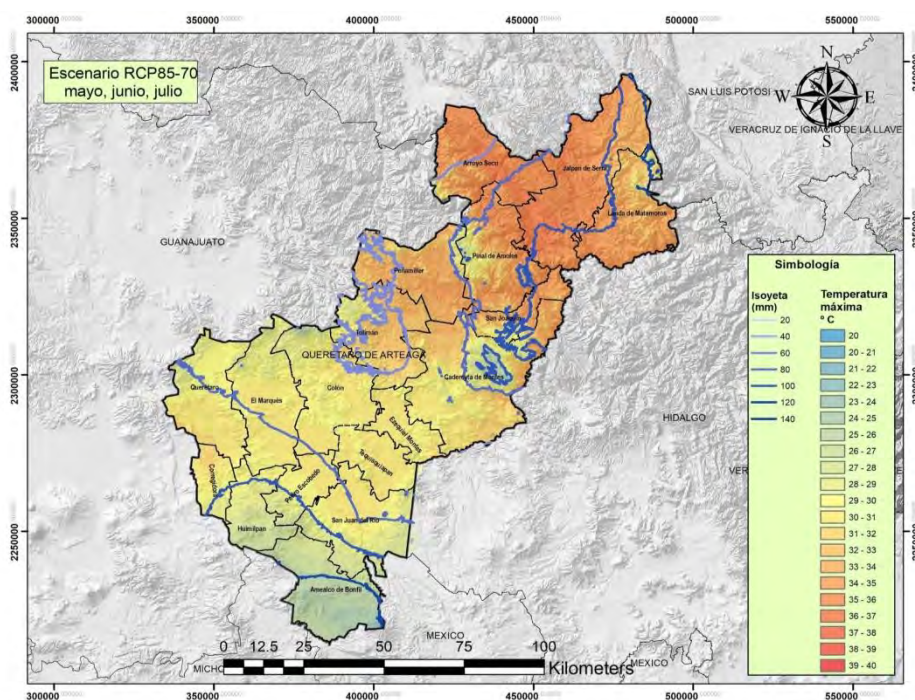
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 del año 2070, el patrón de temperatura llega incluso a incrementar en los municipios de la Región Suroeste, como son Querétaro, El Marqués y San Juan del Río. El patrón de precipitación preferente para el dengue se observa en el municipio de Amealco de Bonfil, donde la temperatura no cumple el rango requerido (Mapa 24 y Mapa 25).



Mapa 24. Dengue y escenario RCP4.5 2070.

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 25. Dengue y escenario RCP8.5 2070.

Fuente: Elaboración propia.

Sector agrícola

En el Estado de Querétaro, el sector con mayor aporte al PIB estatal está dado por el sector industrial y comercial; sin embargo, el sector agrícola es bajo cualquier escenario, clave en el desarrollo de las sociedades. En este apartado se muestran los posibles impactos ante escenarios de cambio climático, en términos de superficie con potencial para producción agrícola.

Se realizó una zonificación agroecológica del maíz por ser uno de los principales cultivos en el Estado, se analizaron eventos de sequía con reportes de incendios, y finalmente se evaluaron los potenciales impactos en términos de inundaciones y daños al sector industrial.

Según el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal del INEGI 2007, el 70% de la superficie agrícola es de temporal y el 30% restante cuenta con sistemas de riego. Este fenómeno se replica incluso a nivel nacional, donde predomina también la agricultura de temporal. Este hecho, vuelve a la agricultura un sector vulnerable, ya que depende en mayor medida de las condiciones climáticas que se presenten. Existen otros factores (ej. uso de fertilizantes) que pueden influir en gran medida en la producción y rendimientos de los cultivos; sin embargo, el clima representa el elemento que no puede ser manipulado.

Zonificación agroecológica

La metodología de la zonificación agroecológica (ZAE) fue desarrollada por la FAO desde el año 1978, como un ejercicio en la evaluación de tierras. El objetivo era caracterizar extensiones de tierra utilizando información climática y edáfica. A través de esta metodología se obtenían zonas agroecológicas, definidas como aquellas con las mismas combinaciones edafoclimáticas y un determinado potencial biofísico para la producción agrícola (FAO, 1997).

En años recientes, la metodología innovó integrando el uso de los Sistemas de Información Geográfico (SIG), para la determinación de las zonas agroecológicas. Actualmente, se combina con escenarios de cambio climático para evaluar posibles impactos en términos de cambios de las zonas agroecológicas. Es decir, las zonas con alto potencial productivo en términos edáficos, como son textura, profundidad, pH y tipo de suelo, pueden perder esta capacidad productiva si los escenarios de cambio climático muestran cambios, por ejemplo, en precipitación o temperaturas máximas y mínimas. Estos impactos dependen también de la capacidad adaptativa de los cultivos. Existen diferentes variedades para una misma especie agrícola, como el maíz, que puede tener tolerancia a una baja tasa de precipitación o incluso a un número de días con heladas. Para esto se requieren estudios con una alta resolución temporal y el conocimiento de los productores agrícolas. La ZAE es una aproximación de gran alcance, que, aunado con los SIG y el análisis de escenario de cambio climático, sirven para considerar posibles escenarios y planear las acciones de adaptación que se deberán seguir si las tendencias, tanto de temperatura como de precipitación, responden según los escenarios.

Existen estrategias sobre el manejo agrícola denominadas Buenas Prácticas de Manejo (Best Management Practices), que pueden seguirse como tácticas para reducir la vulnerabilidad ante el

cambio climático. Si aceptamos que no podemos revertir las condiciones climáticas extremas, a una tasa deseada, entonces debemos generar estrategias que ayuden a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Debe reconocerse que existen prácticas de manejo agroecológico, como la reforestación, que pueden producir cambios en el clima local. Estos cambios se presentan como la regulación del clima, refrescando e incluso, aumentando la tasa de precipitación, dada por el incremento en el calor latente, que puede utilizarse como un proxy de la cantidad de humedad que ingresa a la atmósfera. El uso de proxys o variables “indirectas” que se aproximen a la variable de interés, es una técnica muy común cuando no podemos acceder o no existe el dato propiamente.

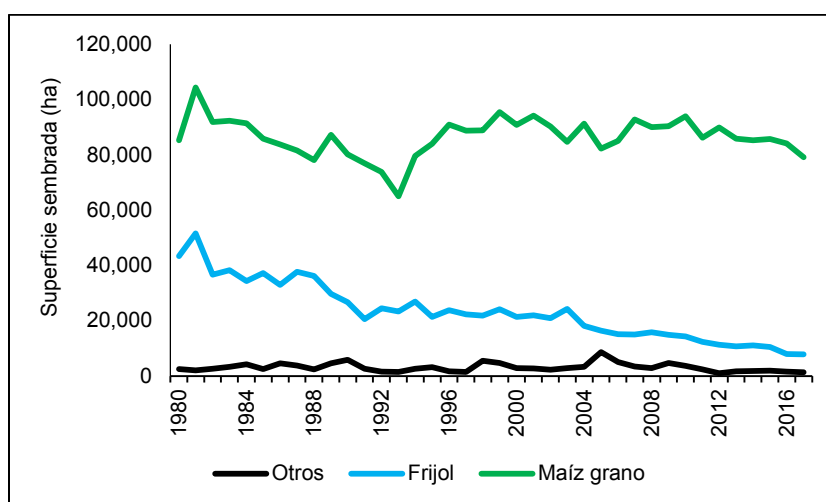
Algunas propuestas respecto a la producción agrícola giran en torno a la generación de semillas con características de resistencia deseables para climas extremos; sin embargo, esta propuesta podría suponer un peligro para la biodiversidad de nuestro país. El desconocimiento de las capacidades adaptativas de nuestros cultivos y variedades puede llevarnos a dar propuestas que en un largo plazo sean inclusive más perjudiciales para la soberanía agrícola y la agrobiodiversidad de nuestro país.

Ejercicios como este pueden replicarse con el fin de conocer el cambio en zonas potencialmente productivas para cultivos de interés, especies hortícolas, frutales e incluso especies de interés forestal.

Principales cultivos agrícolas en el Estado de Querétaro

La agricultura de temporal se sobrepone con frecuencia a condiciones climáticas poco adecuadas para su desarrollo: periodos de lluvia extrema o sequías meteorológicas intensas. Por ello, es importante predecir las condiciones del clima que permitan prepararse a situaciones adversas producto de cambios en el clima a escala local o global. Uno de los peligros climáticos más importantes para las actividades agropecuarias es la sequía meteorológica, que en ocasiones puede convertirse en sequía agrícola y/o hidrológica, dependiendo del contexto de vulnerabilidad en que se presente.

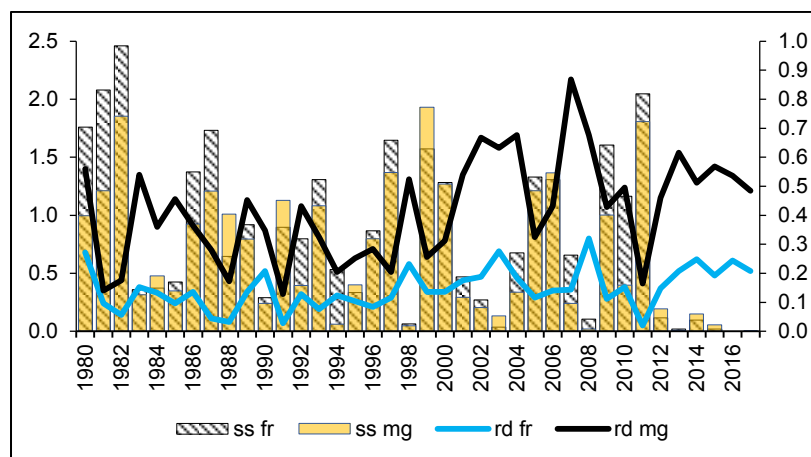
La agricultura de temporal en el Estado de Querétaro representa un ingreso del orden de 500 millones de pesos anuales, y los cultivos más importantes durante el periodo de 1980 a 2017, fueron el maíz para grano y el frijol (Gráfica 9).



Gráfica 9. Comparación de la superficie de maíz para grano y frijol frente al total de otros cultivos en el Estado de Querétaro.

Fuente: Datos de SIAP, 2017.

Sin embargo, la agricultura de temporal sigue padeciendo las consecuencias de no gestionar la vulnerabilidad (prepararse) frente a eventos climáticos extremos. Basta señalar, que el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de los cultivos de maíz de grano y frijol está forzado por las condiciones climáticas, a tal grado que la superficie siniestrada de los cultivos durante años del fenómeno de El Niño (1980, 1999, 2011) fue de más del 50%. Caso contrario para los años en que se presenta el fenómeno de La Niña en los que el rendimiento se comportó con anomalías positivas (Gráfica 10).



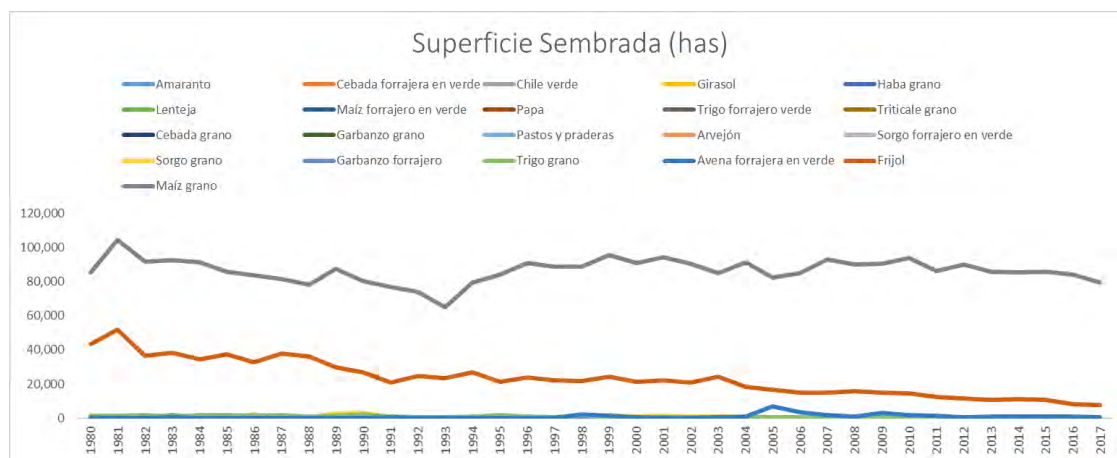
Gráfica 10. Comportamiento del rendimiento de maíz para grano y frijol y su relación con la superficie siniestrada para los mismos cultivos.

Fuente: Datos de SIAP, 2017.

Dada la importancia para la seguridad y soberanía alimentaria del Estado, se elaboraron escenarios de aptitud ante cambio climático para los cultivos de maíz para grano y frijol. Los

escenarios que se emplearon fueron: base, RCP4.5 a 2040, RCP4.5 a 2070, RCP8.5 a 2040 y RCP8.5 a 2070.

Según datos de SIAP-SADER durante el periodo de 1980 a 2017, los dos principales cultivos con mayor superficie sembrada en el Estado de Querétaro fueron maíz y frijol. Por ello, son los cultivos seleccionados para realizar una zonificación agrícola con escenario base y de cambio climático (Gráfica 11).



Gráfica 11. Superficie sembrada por cultivos en el Estado de Querétaro durante el periodo de 1980 a 2017.

Fuente: SIAP-SADER 1980- 2017.

Zonificación agrícola base y con escenarios de cambio climático

Maíz

México es centro de origen de diferentes cultivos, entre ellos el maíz (*Zea mays*), que además es un cultivo básico de la alimentación para el país. Utilizando la metodología de FAO se generó la siguiente matriz de requerimientos agroecológicos (Figura 5).

Para la presente zonificación se utilizaron datos de los requerimientos agroecológicos de INIFAP. El objetivo es identificar cómo impactaría el cambio climático en la distribución de diferentes especies; y en tal caso, anticipar medidas de adaptación, como sistemas agroforestales o uso de variedades criollas, o preferir aquellas de ciclos más cortos. Estas medidas dependen de cada especie y contexto en particular. Por lo tanto, los requerimientos agroecológicos se diseñan de una manera general, para que estos rangos puedan incluir más de una sola variedad de maíz. La presente evaluación, considera tres variables climáticas y solo una edáfica, ya que las variables edáficas no serán alteradas bajo los escenarios de cambio climático. Por lo tanto, el mayor peso ha sido dado a la precipitación anual y a la temperatura del mes más cálido y del mes más frío.

Se considera la clasificación “Apto”, como las condiciones ideales bajo las cuales la producción debería optimizarse. La clasificación “Moderado” significa que, pese a no ser la condición ideal, es posible la producción de maíz. Posiblemente puedan compensarse estas condiciones climáticas con la diversificación agrícola o con la adición de materia orgánica; es decir, con mejores prácticas de manejo.

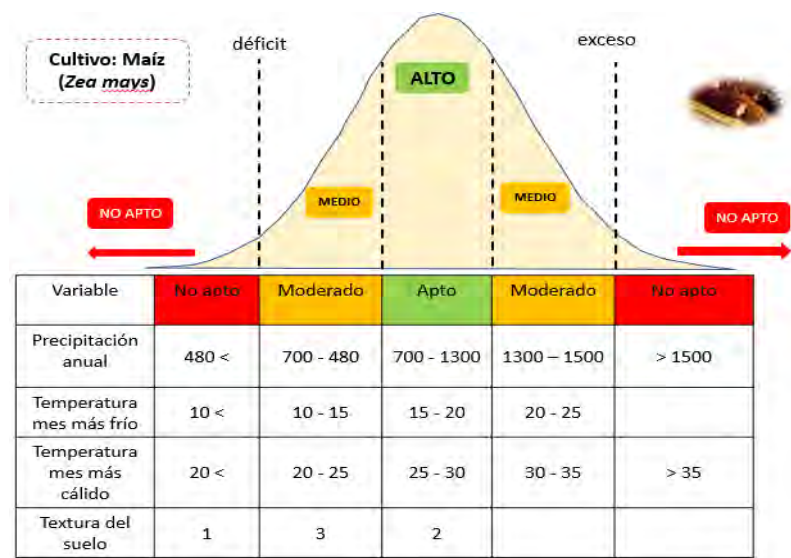


Figura 5. Matriz de requerimientos para Maíz.
Fuente: Elaboración propia.

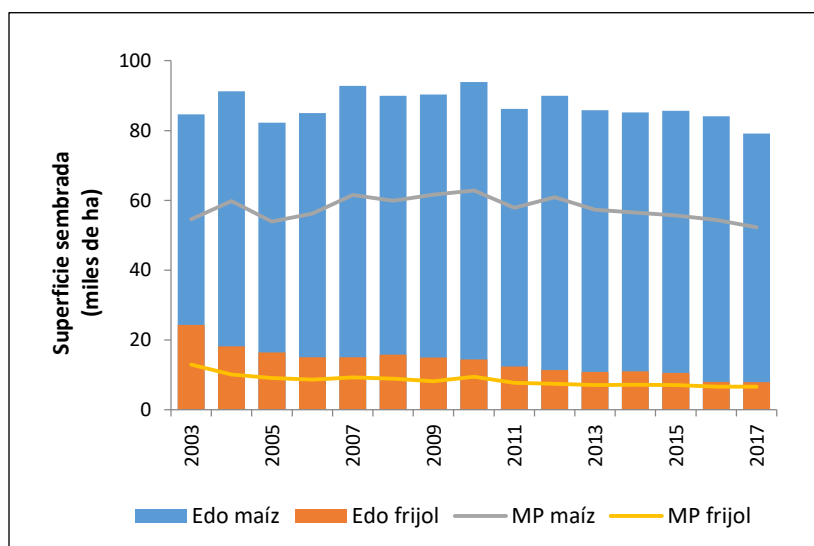
Como impacto del cambio en los patrones climáticos, se espera un cambio en las zonas potenciales para la producción de maíz. Esto no significa que el cultivo va a desaparecer o que no existirán las condiciones para su producción. Lo anterior está dirigido a tomar medidas que compensen las no tan favorables condiciones climáticas.

Las buenas prácticas de manejo en cambio, sí están enfocadas a modificar y mejorar las condiciones edáficas; por ejemplo, adicionando materia orgánica para mejorar la fertilidad de los suelos y disminuir salinidad o acidificar el pH para aumentar la disponibilidad de los micronutrientes de los suelos, retención de suelo, disminuir tasa de erosión a través de cobertura vegetal, barreras vegetales para disminuir el impacto del viento en términos erosivos y los daños a los cultivos en etapas fenológicas frágiles, entre otros.

Escenarios de cultivos maíz y frijol

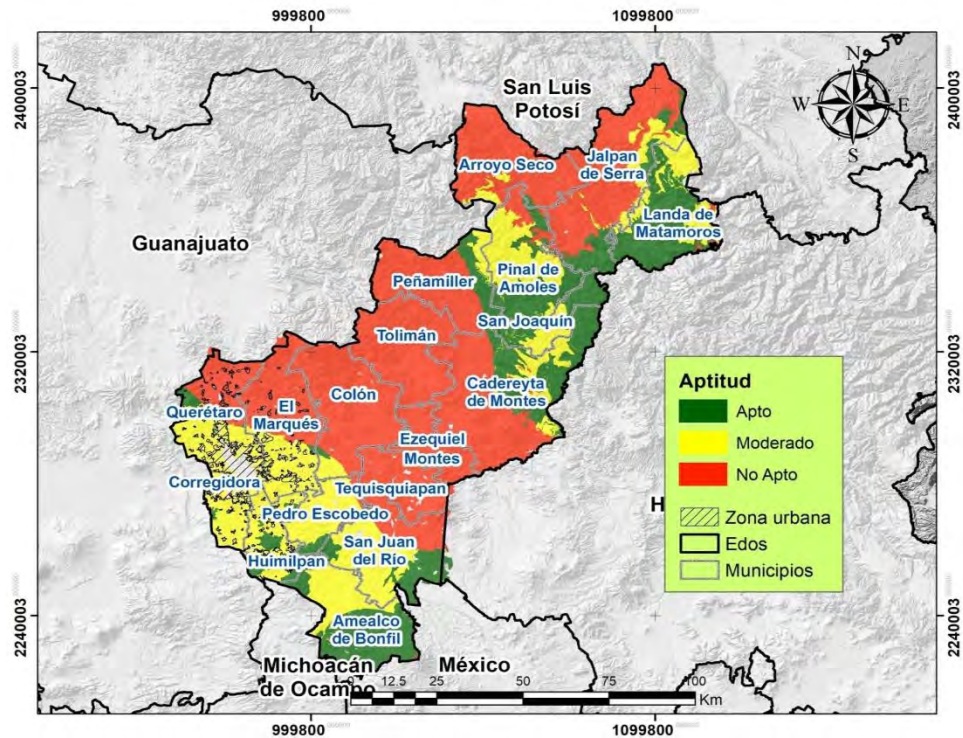
Dada la importancia de los cultivos de maíz y frijol en el Estado, se elaboraron escenarios de aptitud potencial frente al cambio climático para los mismos. Los escenarios que se emplearon fueron: base, RCP4.5 a 2040, RCP4.5 a 2070, RCP8.5 a 2040 y RCP8.5 a 2070.

La aptitud potencial se modeló utilizando como forzantes la precipitación y la temperatura. En el escenario base, el mayor potencial se concentra en la proporción noreste y suroeste del Estado (Gráfica 12), justo en los municipios donde se concentra más del 60% de la producción actual de maíz, los cuales son: San Juan del Río, Amealco de Bonfil, Querétaro, El Marqués y Huimilpan (Mapa 26).



Gráfica 12. Tendencia de la superficie sembrada de maíz para grano y frijol en el Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2017.



Mapa 26. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base.

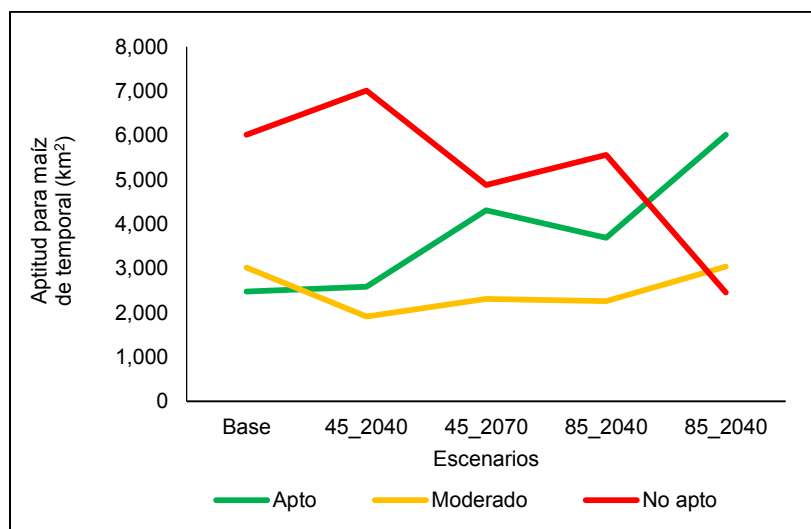
Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios de aptitud potencial con proyecciones de cambio climático indican que a futuro incrementan las zonas aptas para el maíz, la aptitud moderada se mantiene y las condiciones no aptas disminuyen (Tabla 9 y Gráfica 13).

Tipo de aptitud	Superficie potencial (km²)				
	Base	RCP4.5		RCP8.5	
		2040	2070	2040	2070
Apto	2,479.90	2,584.89	4,316.91	3,689.95	6,019.99
Moderado	3,021.23	1,916.97	2,312.16	2,262.34	3,041.31
Apto	2,479.90	2,584.89	4,316.91	3,689.95	6,019.99

Tabla 9. Aptitud potencial de maíz con escenarios de cambio climático en el Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia.

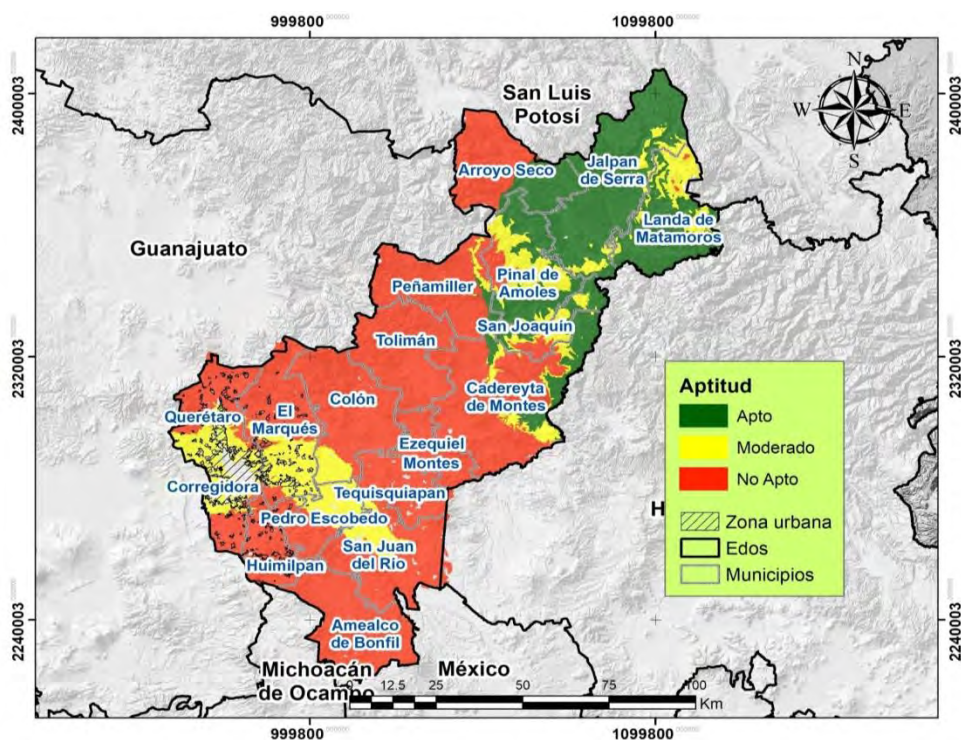


Gráfica 13. Evolución de la aptitud potencial de maíz en el Estado de Querétaro con escenarios de cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

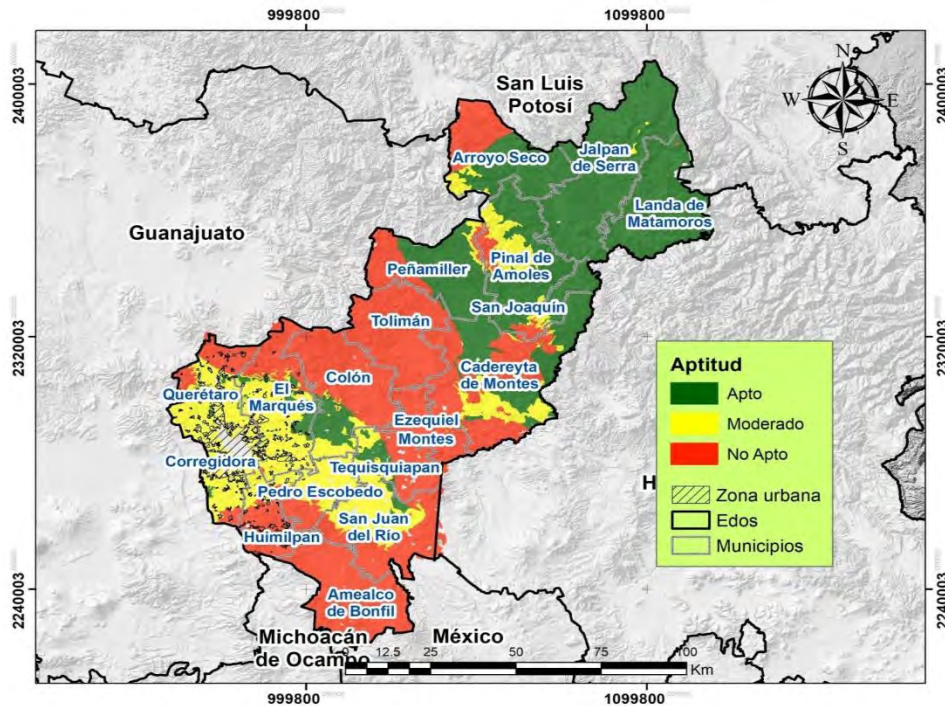
Esta condición se explica por el incremento de temperatura a futuro del mes más frío (enero). Sin embargo, estos escenarios incrementan la vulnerabilidad de los socio ecosistemas en la proporción noreste del Estado donde se ubican Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y San Joaquín. Cabe destacar que en todos los escenarios los municipios que actualmente concentran la producción de maíz serán más calientes y este forzante los hará no aptos para la producción de maíz.

La mayor superficie potencial para maíz se obtuvo con el escenario RCP8.5 a 2070, y en orden descendente RCP4.5 a 2040, RCP8.5 a 2040 y RCP4.5 a 2040. En el escenario RCP4.5 a 2040 las superficies aptas se concentran en los municipios de Jalpan de Serra y Landa de Matamoros (Mapa 27). Por otro lado, en el escenario RCP4.5 a 2070 las superficies aptas se concentran en los municipios anteriores y en Colón, pero con mayor superficie apta que el escenario anterior (Mapa 28). Respecto al escenario RCP8.5 a 2040, las superficies potenciales aptas se concentran en Jalpan, Landa de Matamoros, Arroyo Seco y Pinal de Amoles (Mapa 29). Mientras que, con el escenario RCP8.5 a 2070 incrementa de manera significativa la superficie potencial y moderada y se distribuye en poco más del 50% del Estado (Mapa 30).



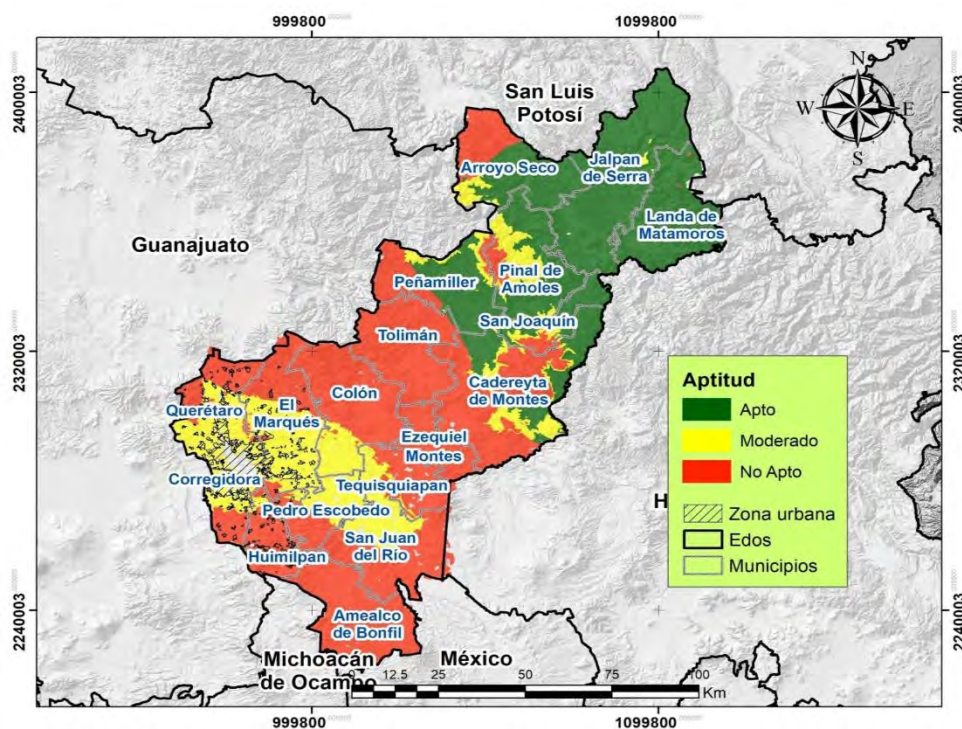
Mapa 27. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP4.5 a 2040.

Fuente: Elaboración propia.

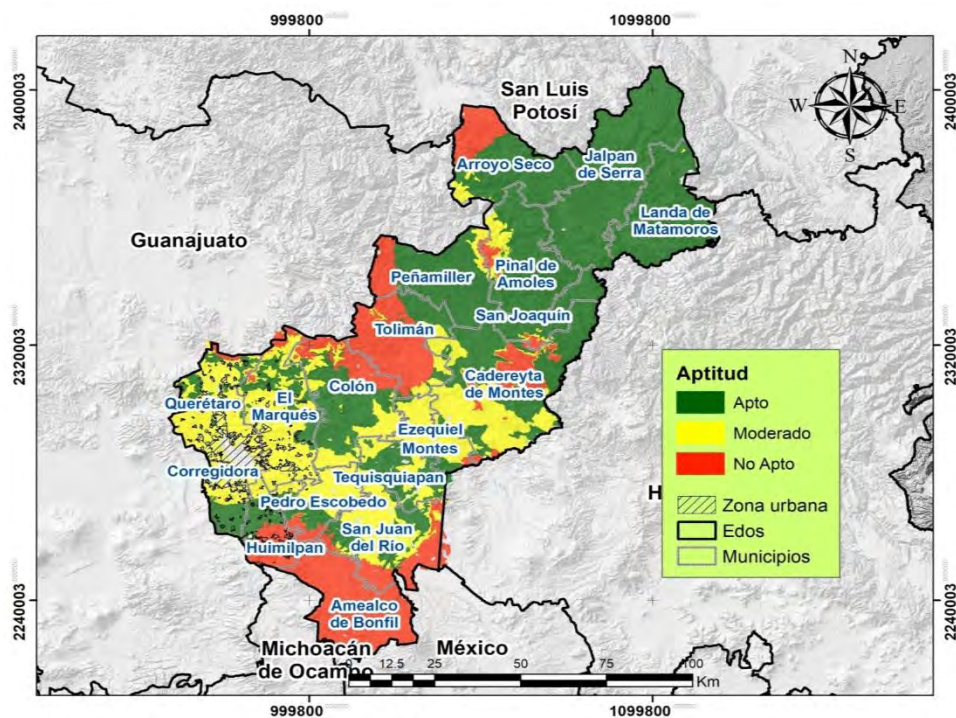


Mapa 28. Aptitud potencial para maíz de grano con escenario base RCP4.5 a 2070.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, es evidente la necesidad de crear políticas públicas para disminuir la vulnerabilidad actual y futura de los sistemas de producción de maíz y de las posibles zonas donde se espera que se establezca el cultivo, tal como la Sierra Gorda.

Infraestructura e inundaciones

Según el Atlas de Riesgo de Querétaro, entre los problemas que más afectan a los municipios del Estado se encuentran: el desarrollo industrial, y el trazo de líneas de gasoducto y oleoducto de la empresa PEMEX. En la Entidad, el impulso industrial ha sido fuerte, actualmente hay 8 Corredores Industriales. En la ciudad de Querétaro destacan los Corredores: Benito Juárez al noreste de la ciudad, la zona industrial Balbuena al suroeste, La Montaña, y el Corredor Industrial Querétaro; así como los ubicados en los municipios de Corregidora, El Marqués y San Juan del Río. Estos corredores se encuentran en áreas donde predominan los fraccionamientos de clase media a alta, y de interés social, mismos que han sido edificados en terrenos ejidales con poca pendiente, lo que ha propiciado encharcamientos en temporada de lluvias y deterioro de las casas ahí asentadas (Atlas de Riesgo Estatal).

División industrial	Corregidora	El Marqués	Huimilpan	Querétaro
Alimentos, bebidas y tabaco	79	28	5	598
Textil y prendas de vestir	3	4	0	116
Madera y sus productos	24	3	0	227
Papel imprenta y editorial	14	3	0	240
Química, caucho y plástico	9	7	0	111
Minerales no metálicos	7	17	9	58
Productos metálicos, maquinaria y equipo	75	24	0	669
Otras industrias.	8	0	0	25
Total	219	86	14	2,044

Tabla 10. Empresas manufactureras por municipio y división industrial.

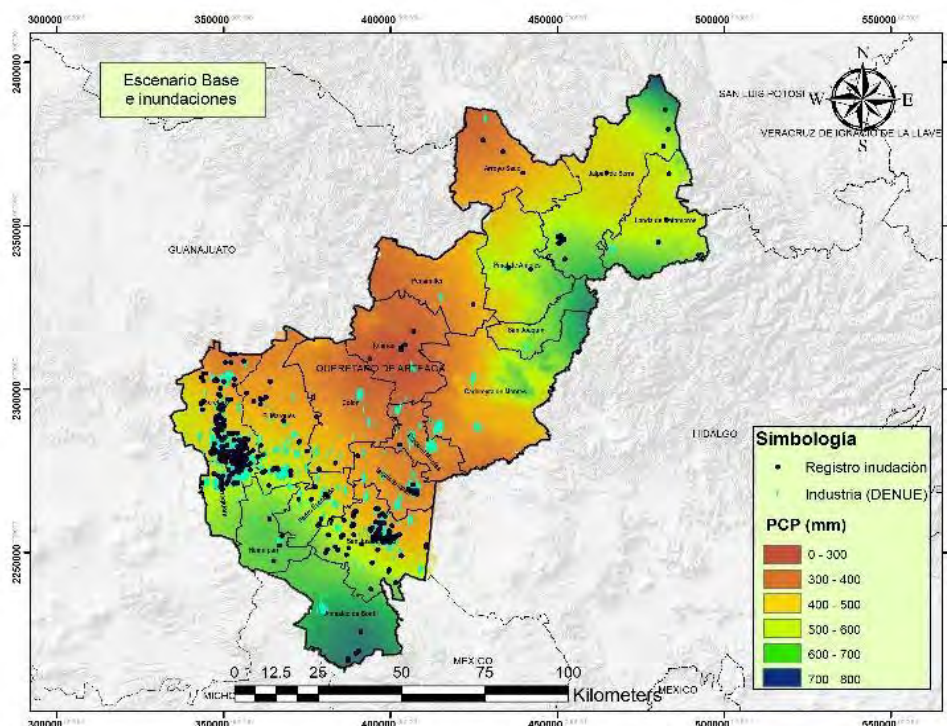
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2018.

Uno de los problemas que enfrenta Querétaro en términos de impactos por fenómenos hidrometeorológicos, son las inundaciones y sus daños al sector industrial, que está localizado en las zonas más bajas (poca o nula pendiente). Los escurrimientos confluyen preferentemente a estas zonas por efecto de la pendiente, impactando a las industrias. El problema no es sencillo, pues es importante caracterizar a partir de cuánta lluvia resulta en inundaciones y encharcamiento, y entonces plantear estrategias que disminuyan los escurrimientos; por ejemplo, con sistemas de captación.

Se observa en el escenario base (Mapa 31) que los mayores impactos se encuentran en los municipios de Querétaro y San Juan del Río. Los puntos de reportes de inundaciones coinciden con la localización de industrias. Es importante conocer la capacidad del drenaje para eventos extremos de precipitación y evitar o disminuir el volumen de los escurrimientos. Los cambios de

uso de suelo y del estado de la cuenca, son un factor determinante para evaluar el riesgo ante fenómenos naturales. En el caso de las inundaciones, se ha encontrado que frecuentemente el problema está relacionado con los cambios en la cobertura del suelo en la cuenca, lo cual resulta de especial relevancia en regiones donde se asientan las ciudades (Zúñiga y Magaña, 2018).

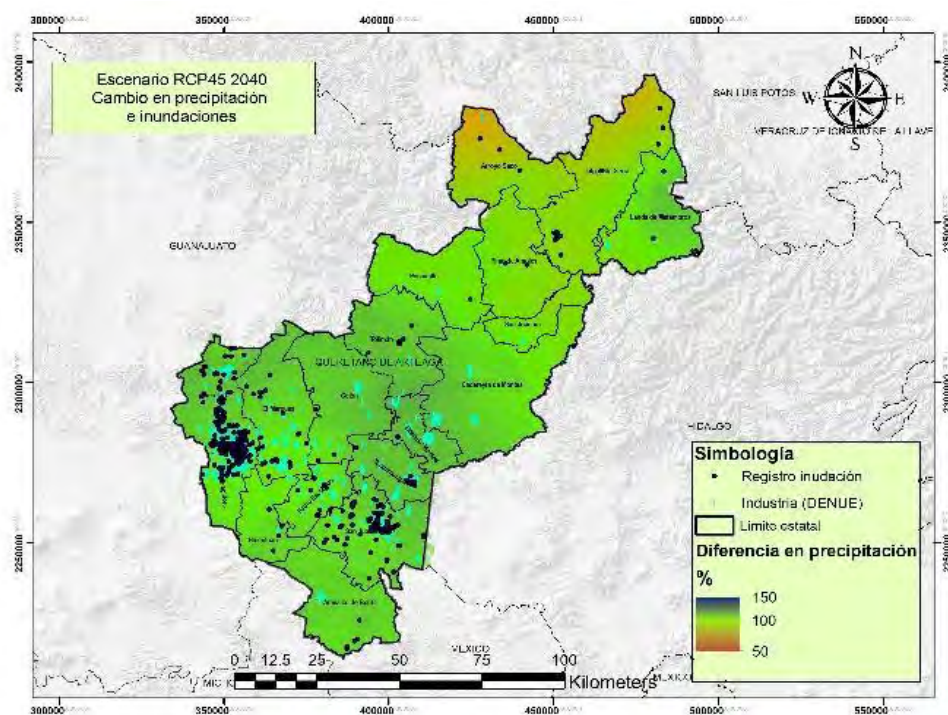
En municipios como Colón, Ezequiel Montes o Cadereyta de Montes, el patrón observado no reproduce esta sobreposición de elementos. Por un lado, la precipitación anual es menor en estos municipios de la región Semidesierto y, por otro lado, no existen zonas tan bajas que favorezcan la recepción de escurrimientos.



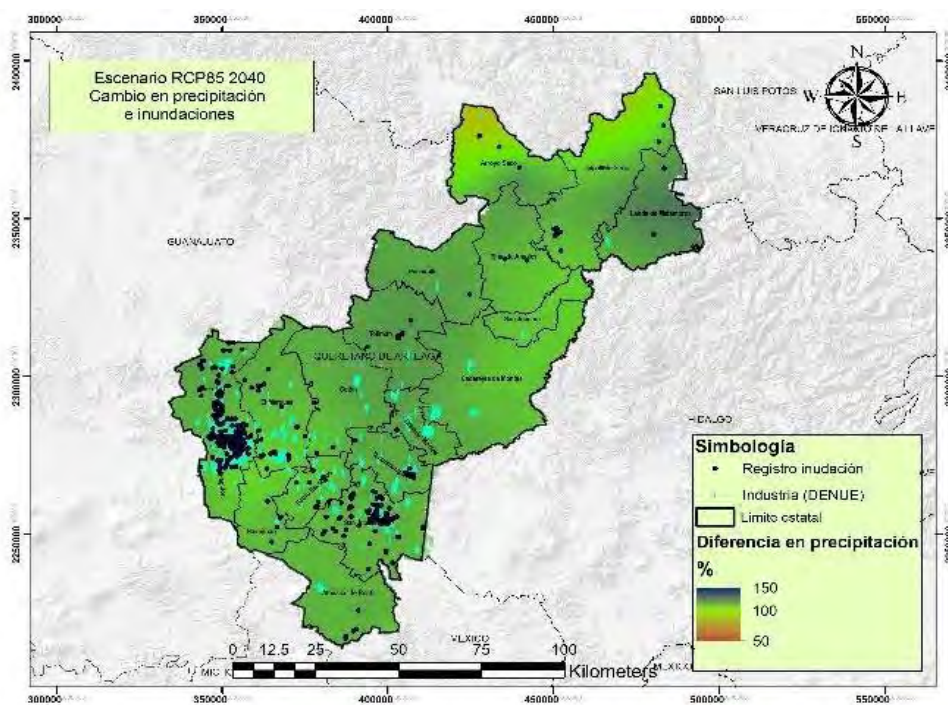
Mapa 31. Inundación y escenario base.

Fuente: Elaboración propia.

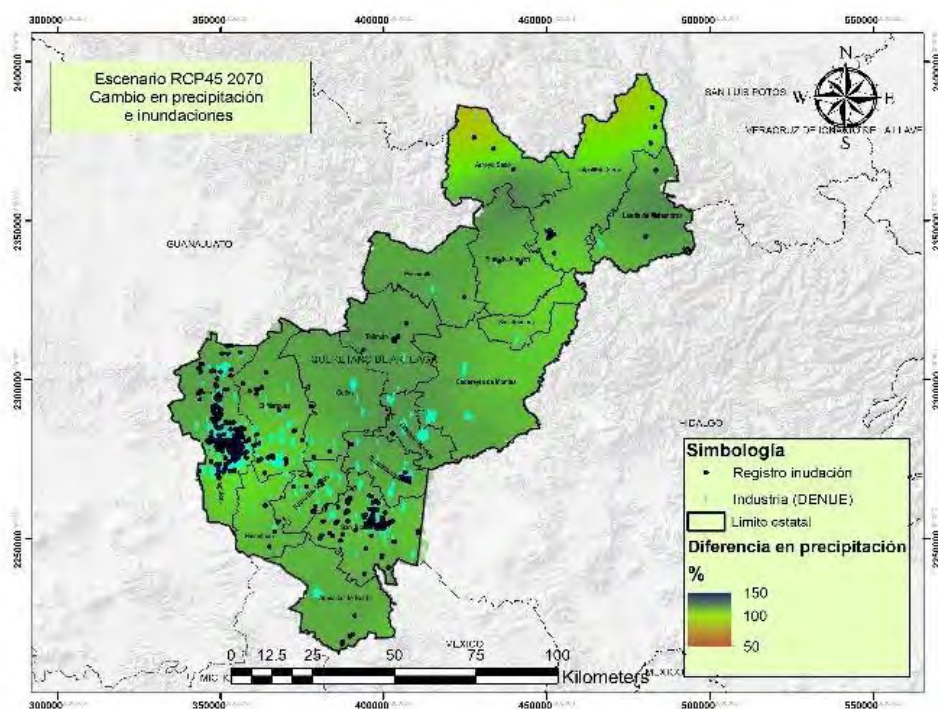
En el escenario RCP4.5 para el año 2040 (Mapa 32), se observa un patrón similar al escenario base, es decir, que los impactos podrían ser similares si no se gestiona el riesgo ante inundaciones. Para el año 2040 con RCP8.5 (Mapa 33), se observa un cambio positivo en la distribución espacial de la lluvia en los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan; es decir, aumenta el riesgo ante inundaciones y en consecuencia, los impactos en el sector industrial.



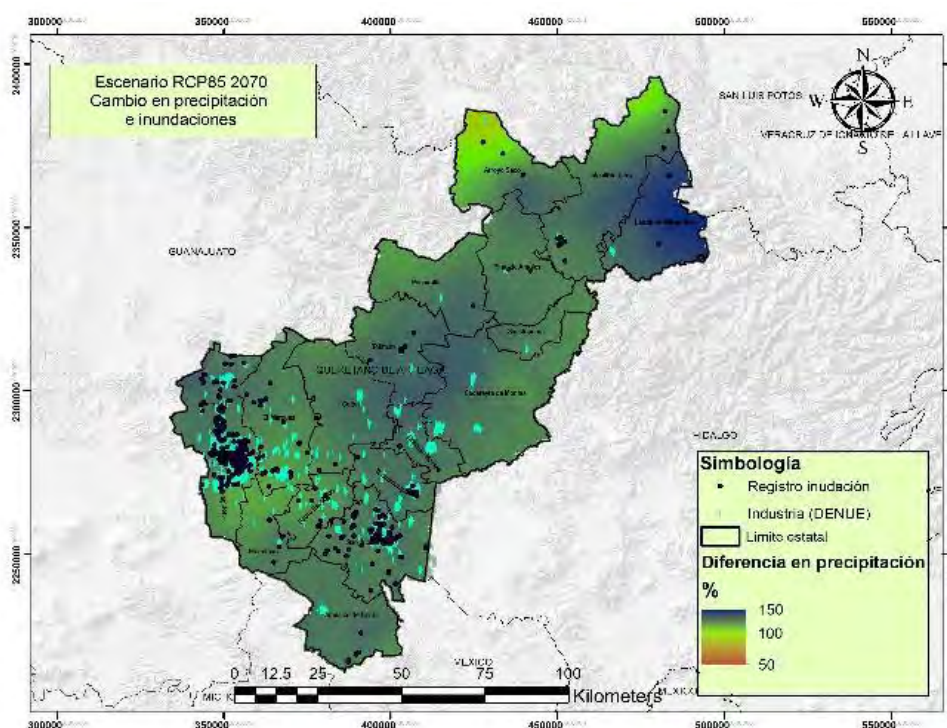
Mapa 32. Inundación y escenario RCP4.5 2040.
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 33. Inundación y escenario RCP8.5 2040.
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 34. Inundación y escenario RCP4.5 2070.
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 35. Inundación y escenario RCP8.5 2070.
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de los escenarios con RCP4.5 y 8.5 para el año 2070 (Mapa 34 y Mapa 35), se muestra un incremento en la precipitación acumulada anual. Los municipios en donde aumenta la lluvia son Amealco de Bonfil, Huimilpan e inclusive parte de Querétaro. Estos escenarios advierten un incremento en peligro ante inundaciones. Considerando estas futuras condiciones, es necesario generar sistemas para captación de agua en las zonas urbanas para disminuir escurrimientos y un estudio del estado de la cuenca, cuya recuperación permitiría aumentar la infiltración. Los suelos naturales son capaces de infiltrar hasta 50% del total del agua captada por las cuencas, mientras las coberturas agrícolas transforman hasta el 70% de la lluvia capturada en escurrimientos. Por tanto, la sustitución de suelos incrementa la vulnerabilidad de la zona a lluvias intensas, y con ello el riesgo de inundaciones por acumulación de escurrimientos generados en las cuencas.

3.5 Descripción de enfoques en el proceso de adaptación

El IPCC propone los siguientes enfoques a considerar en el proceso de adaptación al cambio climático:

1. Adaptación basada en ecosistemas. Se refiere al uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.
2. Adaptación basada en comunidades humanas. Su objetivo primario es mejorar la capacidad de comunidades locales para adaptarse al cambio climático. Requiere un acercamiento integral que combina conocimiento tradicional con estrategias innovadoras, que no solamente buscan reducir vulnerabilidades actuales, sino aumentar la capacidad adaptativa de personas para enfrentarse con nuevos y dinámicos retos. También busca proteger y sostener los ecosistemas de los cuales las personas dependen.
3. Reducción de riesgo de desastres. Denota el objetivo de política y las medidas estratégicas e instrumentos empleados para anticipar el riesgo de desastres; reducir la exposición, el peligro o la vulnerabilidad existente, así como la mejora de la capacidad de recuperación.

3.5.1 Capacidad Adaptativa

Es importante reconocer que la capacidad adaptativa funciona como una señal de baja frecuencia pero de manera dinámica, lo que significaría que debe evaluarse frecuentemente. Algunos elementos que componen a la capacidad adaptativa cambian con mayor velocidad, como el equipamiento o la infraestructura, en comparación con la organización y cambios en los grupos sociales. Disminuir la vulnerabilidad es uno de los grandes retos para reducir el riesgo ante eventos climáticos extremos. Cambios institucionales y de planeación pueden aumentar significativamente la capacidad adaptativa de los sistemas en cuestión.



Algunas medidas para aumentar la capacidad adaptativa ante los posibles cambios en el clima son:

1. Ecosistemas
 - Reforestación con especies nativas.
 - En zonas de amortiguamiento, diversificar la agricultura.
2. Urbano
 - Por otro lado, es importante que la zona agrícola próxima a la capital, no sea convertida a uso urbano.
 - Sería recomendable hacer un estudio a escala local, de los beneficios ecosistémicos que podrían brindar cultivos agroforestales o parques urbanos, en términos de regulación climática, dando paso a programas de pago por servicios ambientales que incentiven su creación.
3. Sector productivo
 - Derivado de las zonificaciones agroecológicas, se observan cambios en la posible distribución de los cultivos de maíz y frijol. Una propuesta que suma a la capacidad adaptativa es elegir variedades con periodos de crecimiento corto y sistemas agroforestales, para sustituir a los monocultivos. Sin embargo, es importante que se consulte con los productores.
 - Según los escenarios, las zonas aptas ahora se distribuyen hacia la región Sierra Gorda dentro del Área Natural Protegida. Se recomienda dar incentivos para no hacer cambio de uso de suelo, y en zonas donde primordialmente eran agrícolas, implementar mejores prácticas de manejo que contrarresten las limitantes por el cambio en los patrones climáticos. En la Tabla 11 se presenta un resumen de las amenazas e impactos esperados por sector.

En cuanto a la población vulnerable, como se pudo observar en el análisis realizado, toda la población del Estado de Querétaro está expuesta a alguna vulnerabilidad. Sin embargo, hay zonas con mayores amenazas en los municipios de Querétaro y San Juan del Río, además de otros que presentan vulnerabilidad media como Cadereyta de Montes, Corregidora, El Marqués, Huimilpan, Landa Matamoros, Pinal de Amoles, San Joaquín y Tolimán. Estos municipios representan el 84.9% de la población estatal.

Es importante destacar que dentro de estos diez municipios se encuentran los cuatro municipios que conforman la Zona Metropolitana de Querétaro: Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan, en los cuales se identificaron como principales amenazas el aumento de temperatura, inundación y poca capacidad adaptativa. Asimismo, se hace notar que estos concentran el 71.4% de la población con mayor vulnerabilidad del Estado.

A pesar de las afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos, no significa que el origen de todos los impactos y daños sea únicamente climático. Identificar y caracterizar los fenómenos naturales permite conocer el grado de vulnerabilidad de los sistemas, es decir, los rangos de tolerancia antes de sufrir un daño. Además de analizar las variables climáticas y sus extremos, es importante reconocer que la vulnerabilidad es un elemento que puede ser modificado y disminuido para hacer frente a estos fenómenos.

Sector	Amenaza	Impactos proyectados
Agropecuario	Disminución de precipitación	Incremento de riesgo en la producción agropecuaria.
		Escasez de agua para cultivos.
		Escasez de alimento para ganado.
		Cambio en las condiciones para el desarrollo de plagas, enfermedades y propagación de malezas y especies invasivas.
Salud	Temperaturas extremas	Aumento en la morbilidad y la mortalidad humanas en períodos de clima extremos como ondas de calor.
	Contaminación atmosférica	Aumento de zonas con condiciones ideales para el desarrollo de enfermedades transmitidas por vectores (dengue), enfermedades infecciosas intestinales, entre otras.
Urbano	Fenómenos hidrometeorológicos	Lluvias más intensas producen impactos como inundación en zonas urbanas, afectaciones en viviendas y población en general.
Biodiversidad (ANP)	Deforestación	Cambio en patrones de temperaturas tienen como consecuencia cambio en zonas para el desarrollo de algunas especies forestales.
		Ante bajos rendimientos de producción agrícola se tiende a extender la frontera causando pérdida de ecosistemas.
		Disminución de captura de carbono.
	Disminución de precipitación	Alteración de biodiversidad por el cambio de zonas climáticas.
Industrial	Escasez de agua	Pérdida de cobertura vegetal.
		Presencia de hundimientos en el Estado.
	Fenómenos hidrometeorológicos	Pérdidas económicas por falta de agua para producción.
		Posibles inundaciones principalmente en los municipios de Querétaro, Corregidora y San Juan del Río.
		Afectaciones a la salud de trabajadores.

Tabla 11. Amenazas e impactos esperados por sector.

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, la gestión del riesgo ante el cambio climático tiene que cambiar su enfoque de respuesta reactiva, a una acción preventiva. Es decir, pasar de la implementación de acciones

cuando el fenómeno natural ya existe, con total desconocimiento de nuestra vulnerabilidad, a la preparación y ejecución de acciones preventivas, que en sí mismas disminuyan la vulnerabilidad de los sistemas en cuestión, por medio de una adecuada gestión del territorio, por mencionar un ejemplo.

Finalmente, y no obstante que existe una incertidumbre respecto a los escenarios de cambio climático, la cultura de prevención debe proponer acciones que reduzcan, desde el escenario base, nuestra sensibilidad y aumenten nuestra capacidad adaptativa evitando pérdidas humanas, ambientales, materiales, económicas, entre otras.

4. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro define al Inventario Estatal de Gases y compuestos de Efecto Invernadero como el documento que contiene la estimación de las emisiones antropógenas y la absorción por los sumideros de los gases o compuestos de efecto invernadero que se emiten en el Estado. Por lo anterior, este inventario constituye la principal herramienta para identificar las oportunidades de mitigación.

4.1 Metodología para la estimación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en el Estado de Querétaro.

Para la integración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro, se estimaron las cuatro categorías de emisión consideradas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2006:

- 1) Energía (generación, industria, transporte, residencial, comercial y agricultura).
- 2) Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (producción y uso de minerales, producción de metales, industria química, algunos procesos como producción de papel, alimentos y bebidas, y finalmente, producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre).
- 3) Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).
- 4) Desechos (disposición de los residuos sólidos municipales y el manejo, tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales, e incineración de residuos).

Los gases y compuestos de efecto invernadero estimados son los incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes al Metano (COVDM)
- Halocarbonos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6)

Así como el dióxido de carbono equivalente (CO_2e).

La metodología utilizada fue la del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) 2006 y 1996 para los precursores de ozono en el sector de procesos industriales.

El abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés Activity Data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria, a los que se les denomina factores de emisión (EF, del inglés, Emission Factors), la ecuación básica es: ***Emisiones = AD × EF***.

Nivel de categorías (Tier 1, Tier 2 o Tier 3)

De acuerdo a las características y cantidad de la información obtenida para el cálculo se determinó por categoría y subcategoría el nivel del inventario (Tabla 12).

Cada nivel representa la complejidad metodológica. En general, se presentan tres niveles.

- Nivel 1 es el método básico (Tier 1)
- Nivel 2 el intermedio (Tier 2), y
- Nivel 3 es el más exigente en cuanto a la complejidad y requisitos de los datos (Tier 3).

A veces se denominan los niveles 2 y 3 métodos de nivel superior y se les suele considerar más exactos.

Para el caso en específico del sector transporte, por su importancia en el Estado se realizó un levantamiento de información a través de encuestas, recorridos viales y aforos vehiculares, para obtener el dato de actividad, y con ello tener un nivel de información Tier 3. Con base en esta información se realizó una simulación de emisiones por medio del modelo MOVES 2014.

Dentro de la subcategoría “Industrias manufactureras y de la construcción”, se identificó al sector ladrillero como una fuente relevante de emisión en el Estado, por lo cual se realizó un levantamiento de información a través de encuestas del sector que permitieran conocer el dinamismo en la producción para efectuar la estimación de emisiones por medio de la aplicación de factores de emisión medidos en México.

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Tier	Factor de Emisión	Origen del dato de actividad
Energía	1A1 Industrias de la energía	1A1ai Generación de electricidad	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		1A1aiii Plantas generadoras de energía	IPCC 2006	2	IPCC 2006	
	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	Automotriz	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Celulosa y papel	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Industria de alimentos y bebidas	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Industria del plástico y hule	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Industria Metalmecánica	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Industria textil	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Química	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Vidrio	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
		Producción de ladrillo	Base a FE nacionales	3	Medidos en hornos ladrilleros en México	Encuesta
		Otras industrias	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA
	1A3 Transporte	1A3a Aviación civil	IPCC 2006	1	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SCT
		1A3b Transporte terrestre	MOVES	3	MOVES	Encuestas
		1A3c Ferrocarriles	IPCC 2006	1	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SCT
	1A4 Otros sectores	1A4a Comercial / Institucional	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SENER, CRE
		1A4b Residencial	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SENER, CRE
		1A4c Agricultura/Silvicultura	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SENER, CRE
Procesos industriales y uso de productos	2A Industria de los minerales	2A2 Producción de cal	IPCC 2006	1	default	COA
		2A3 Producción de vidrio	IPCC 2006	2	default	COA

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Tier	Factor de Emisión	Origen del dato de actividad
(IPPU)		2A4 Otros usos de carbonatos en los procesos	IPCC 1996	1	default	COA
	2C Industria de los metales	2C1 Producción de hierro y acero	IPCC 2006	1	default	COA
	2F Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2F1 Refrigeración y aire acondicionado	IPCC 2006	1	default	COA
	2G Manufactura y utilización de otros productos	2G2 SF6 y PFC de otros usos de productos	IPCC 2006	1	Reportado por el industrial	COA
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	3A Ganadería	3A1 Fermentación entérica	IPCC 2006	1	default	SADER
		3A2 Gestión del estiércol	IPCC 2006	1	default	SADER
	3B Tierra	Tierras convertidas a tierras forestales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Tierras convertidas a Pastizales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Tierras convertidas a Asentamientos	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Tierras convertidas a tierras Agrícolas	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Tierras convertidas a otras tierras	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
	Permanencias	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Pastizales que permanecen como pastizales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
		Tierras Agrícolas que permanecen como tierras Agrícolas	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR
	3C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	3C1 Emisiones de GHG por quema de biomasa	IPCC 2006	2	Nacional	CONAFOR
		3C2 Encalado	IPCC 2006	1	default	SADER
		3C3 Aplicación de urea	IPCC 2006	1	default	SADER
		3C4 Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados	IPCC 2006	1	default	SADER
		3C5 Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	IPCC 2006	1	default	SADER
		3C6 Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	IPCC 2006	1	default	SADER
Desechos	4A Eliminación de desechos sólidos	Disposición final de RSU	Modelo Mexicano de Biogás	3	FE del modelo	Características específicas de los SDF

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Tier	Factor de Emisión	Origen del dato de actividad (SEDESU)
	4C Incineración e incineración abierta de desechos	Quema de residuos a cielo abierto	IPCC 2006	1	default	INEGI
	4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Aguas Residuales Municipales (tratadas)	IPCC 2006	2	Nacional	CONAGUA
		Aguas Residuales Municipales (sin tratar)	IPCC 2006	2	Nacional	CONAGUA
		Aguas Residuales Industriales (tratadas)	IPCC 2006	1	default	Industrial

Tabla 12. Nivel de cálculo del inventario por categoría y subcategoría.

Fuente: SEDESU, Inventario de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero del Estado de Querétaro, 2015.

Potenciales de calentamiento global

La determinación de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) se realizó mediante la cuantificación de CO₂, CH₄, N₂O, HCFC-141b, HCFC-22 y SF₆ emitidos, tomando en consideración los potenciales de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) de cada uno de los gases para 100 años reportados en el 5to Informe del IPCC. En la Tabla 13 se muestran los GWP utilizados para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente (CO₂e).

Gas	Potencial de calentamiento global a 100 años
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265
HCFC-141b	725
HCFC-22	1,810
SF ₆	23,500

Tabla 13. Potenciales de calentamiento global.

Fuente: IPCC, 2014.

4.2 Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero del Estado de Querétaro

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro presenta un diagnóstico de emisiones a nivel subsector, integrando la información más actualizada disponible a nivel local. El análisis de esta información permitirá proponer acciones específicas de mitigación y adaptación al cambio climático, realizables a nivel local en un horizonte de tiempo definido.



El total de emisiones estimadas es de **12,558,516** toneladas de CO₂e, mismas que de acuerdo a cada GEI corresponden a 11,305,082.35 toneladas de CO₂, 46,165.84 toneladas de CH₄, 480.68 toneladas de N₂O, 68.16 toneladas de HCFC-141b, 7.45 toneladas de HCFC-22 y 0.28 toneladas de SF₆.

Categoría	t/año	%
Energía	10,612,944	84.5
AFOLU	1,025,402	8.2
Desechos	614, 681	4.9
IPPU	305,489	2.4
Estatat	12,558,516	100.00

Tabla 14. Emisiones de CO₂e por sector para el Estado de Querétaro.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro, 2015.

La categoría Energía es la que tiene una mayor contribución aportando el 84.5% de las emisiones totales, seguida de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) con el 8.2%. Con una menor contribución, las categorías Desechos y la de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) aportan un 4.9% y 2.4%, respectivamente (Tabla 14).

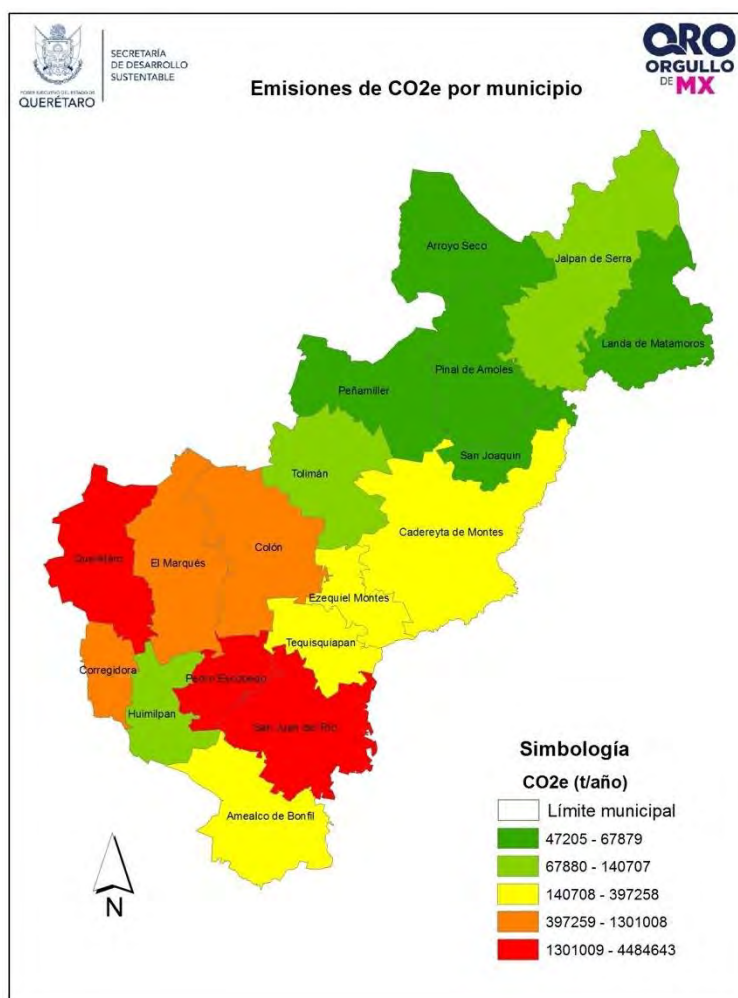
El desglose de emisiones por subcategoría es el siguiente:

Categoría / Subcategoría		CO ₂ e (t/año)
Energía	Industrias de la energía	1,744,941
	Industrias manufactureras y de la construcción	2,446,489
	Transporte	5,671,194
	Otros sectores	750,320
IPPU	Industria de los minerales	235,160
	Industria de los metales	767
	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	62,902
	Manufactura y utilización de otros productos	6,660
AFOLU	Ganadería	736,164
	Tierra	92,758
	Permanencias	19,491
	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	196,480
Desechos	Eliminación de desechos sólidos	359,199
	Incineración e incineración abierta de desechos	2,855
	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	252,627
Total Estatal		12,558,516

Tabla 15. Emisiones de GEI por subcategoría, 2015.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro, 2015.

En la distribución a nivel municipal se observa que los municipios con mayores emisiones son Querétaro, San Juan del Río y Pedro Escobedo, seguidos por el municipio de El Marqués, que en su conjunto aportan el 73.45% del total de emisiones de GEI del Estado (Mapa 36).



Mapa 36. Emisiones de CO₂e en el Estado por municipio.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.

Comparación con inventario nacional

Situando las emisiones de gases de efecto invernadero del Estado de Querétaro conforme a la Sexta Comunicación Nacional y el Segundo Informe Bial de Actualización (SEMARNAT, 2018) que México presentó ante la CMNUCC, tal como se muestra en la Tabla 16, el Estado contribuye con un 1.79% de las emisiones a nivel nacional. La subcategoría que contribuye con un 2.13% corresponde al sector energía, seguido del sector desechos con el 1.34%.

Sector	t/año CO ₂ e		% Respecto al nacional
	Querétaro	México	
Energía	10,612,944	497,483,990	2.13
IPPU	305,489	54,111,761	0.56
AFOLU			
<i>Ganadería</i>	775,945	70,567,600	1.10
<i>Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra</i>	196,480	31,491,900	0.62
Desechos	614,681	45,909,010	1.34

Tabla 16. Contribución de emisiones estatales al inventario nacional 2015.

Fuente: SEDESU, *Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro, 2015*.

4.3 Emisiones por Categoría

4.3.1 Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Energía

La categoría Energía es la más importante en la mayoría de los inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Se subdivide en consumo de combustibles fósiles y en emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles y transporte y almacenamiento de CO₂.

Las emisiones estimadas dentro de la categoría de energía consideran las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, calculadas a partir del consumo de combustibles fósiles, así como el obtenido de fuentes de energía renovable como la leña, usado en residencial e industrial.

En el caso de fuentes móviles carreteras, el nivel del inventario obtenido fue Tier 3, ya que se realizó utilizando el modelo MOVES México, para obtener los factores de emisión.

Subcategorías consideradas dentro de la categoría de energía

Siguiendo la guía del IPCC 2006 se consideraron las siguientes subcategorías que incluyen la generación y uso de energía (Figura 6).

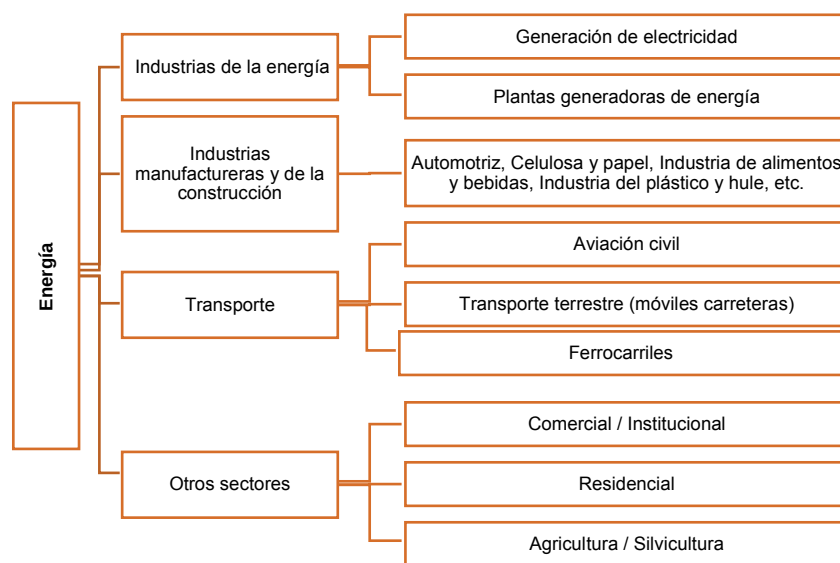


Figura 6. Subcategorías de la categoría energía.

El total de combustibles consumidos en el Estado de Querétaro y a nivel municipal se derivó de la sumatoria de la información por tipo de combustible y de subcategorías; en la Tabla 17 se presenta el consumo de combustible por tipo.

Combustible	Consumo (TJ)	%
Biogás	682.00	0.53
Combustóleo	737.84	0.57
Coque de petróleo	180.11	0.14
Diésel	26,680.32	20.54
Gas LP	7,743.23	5.96
Gas Natural	57,960.40	44.62
Gasolina	32,614.64	25.11
Leña	2,107.17	1.62
Queroseno	1,185.37	0.91
Estatad	129,891.07	100

Tabla 17. Consumo energético por tipo de combustible.

Fuente: SENER, 2016; COA, 2015; CRE, 2017.

El mayor consumo se da en el transporte terrestre o autotransporte con el 42% del total, seguido de la subcategoría industria manufacturera con el 26.52%, la generación de energía eléctrica con el 22.10% y el residencial con el 4.56%.

Por otra parte, el sector agropecuario representa solo el 1.66%, el comercial el 1.44%, la aviación el 0.88%, las plantas de generación de energía el 0.47%, y finalmente los ferrocarriles solo consumen el 0.37% de la energía utilizada en el Estado (Tabla 18).

Subcategoría	Consumo (TJ)	%
Generación de energía eléctrica	28,706.53	22.10
Plantas de generación de energía	613.51	0.47
Industrias manufactureras y de la construcción	34,449.66	26.52
Ferrovionario	482.44	0.37
Aviación	1,138.47	0.88
Transporte terrestre	54,552.38	42.00
Residencial	5,922.56	4.56
Comercial	1,874.94	1.44
Agropecuario	2,150.59	1.66
Estatad	129,891.07	100

Tabla 18. Consumo de energía por subcategoría.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Industrias de la energía

Como parte de la categoría de energía se estimaron las emisiones de GEI provenientes de la industria de la energía, que comprende la generación de electricidad, así como las plantas generadoras de energía.

Generación de electricidad

El Estado de Querétaro cuenta con una central termoeléctrica de ciclo combinado de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), denominada "El Sauz", la cual entregó un total de 3,314.8 Gigawatts por hora (GWh) de energía eléctrica en el 2013 (SEMARNAT). Esta planta utiliza dentro de su proceso de generación gas natural y diésel, usando 24,936.38 y 3,387.31 TJ, respectivamente. Existe otra planta de generación de energía eléctrica en la entidad, que es un generador independiente que produce 54.8 GWh y utiliza gas natural como combustible (Tabla 19).

Municipio	Generación de energía (GWh)	Consumo de combustible (TJ)
Pedro Escobedo	3,314.8	28,323.69
Querétaro	54.8	382.84

Tabla 19. Consumo energético para generación de electricidad.

Fuente: SEMARNAT, 2013.

Plantas generadoras de energía

En el Estado de Querétaro, existen biodigestores que generan energía a través del consumo de biogás, en distintos municipios de la entidad. En el mismo sentido, el relleno sanitario del municipio de Querétaro cuenta con un sistema de recuperación de biogás el cual genera energía para el consumo propio (Tabla 20).

Municipio	Consumo energético (TJ)
Colón	50.28
Ezequiel Montes	17.75
Huimilpan	16.81
El Marqués	15.94
Pedro Escobedo	27.89
Querétaro	403.53
Tequisquiapan	81.31
Estado	613.51

Tabla 20. Consumo energético para generación de energía por biogás.

Fuente: SEDESU, Inventario Estatal de Emisiones GEI, 2015.

Industria manufacturera y de la construcción

La industria manufacturera en la entidad tiene una participación importante, por lo que el consumo de combustibles por esta subcategoría es clave. Dentro de ellas destacan: la industria de los alimentos y bebidas, el vidrio, la celulosa y papel, química, industria textil, industria metalmecánica, industria del plástico y hule, automotriz, entre otras (Tabla 21).

La industria establecida en el Estado de Querétaro utiliza combustibles como gas natural, gas LP, combustóleo, diésel, coque de petróleo, así como gasolina, leña y biogás. El dato de consumo de combustible se obtuvo de las cédulas de operación anual reportadas por el sector industrial al gobierno del Estado para el año de actividad 2015 y a la federación del año 2013.

Sector Industrial	Consumo energético (TJ)
Industria de alimentos y bebidas	7,438.65
Vidrio	7,345.91
Celulosa y papel	4,822.72
Química	4,144.74
Industria textil	2,829.41
Industria metalmecánica	2,631.17
Industria del plástico y hule	2,092.72
Automotriz	1,212.88
Otras industrias	7,111.62

Tabla 21. Consumo energético por sector industrial manufacturero.

Fuente: SEDESU, Inventario Estatal de Emisiones GEI, 2015.

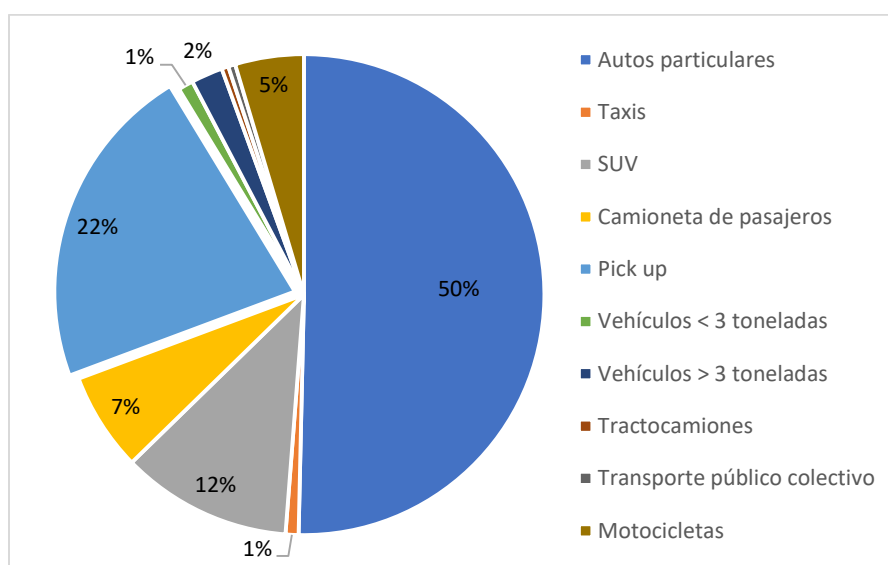
Transporte (fuentes móviles de combustión)

Aviación civil

El Estado de Querétaro cuenta con el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro, cuyo domicilio fiscal lo localiza en el municipio de Colón, pero la extensión del mismo abarca dos municipios: Colón y El Marqués. En el periodo 2010-2015 tuvo un crecimiento anual promedio de 34.2% en tráfico de pasajeros, 21.7% en carga y 11.8% en operaciones aéreas convirtiéndolo en uno de los de mayor crecimiento a nivel nacional en las tres áreas.

Transporte Terrestre o Autotransporte

Se refiere a todas las emisiones de la quema y la evaporación que emanan del uso de combustibles en vehículos terrestres, que circulan sobre carreteras pavimentadas.

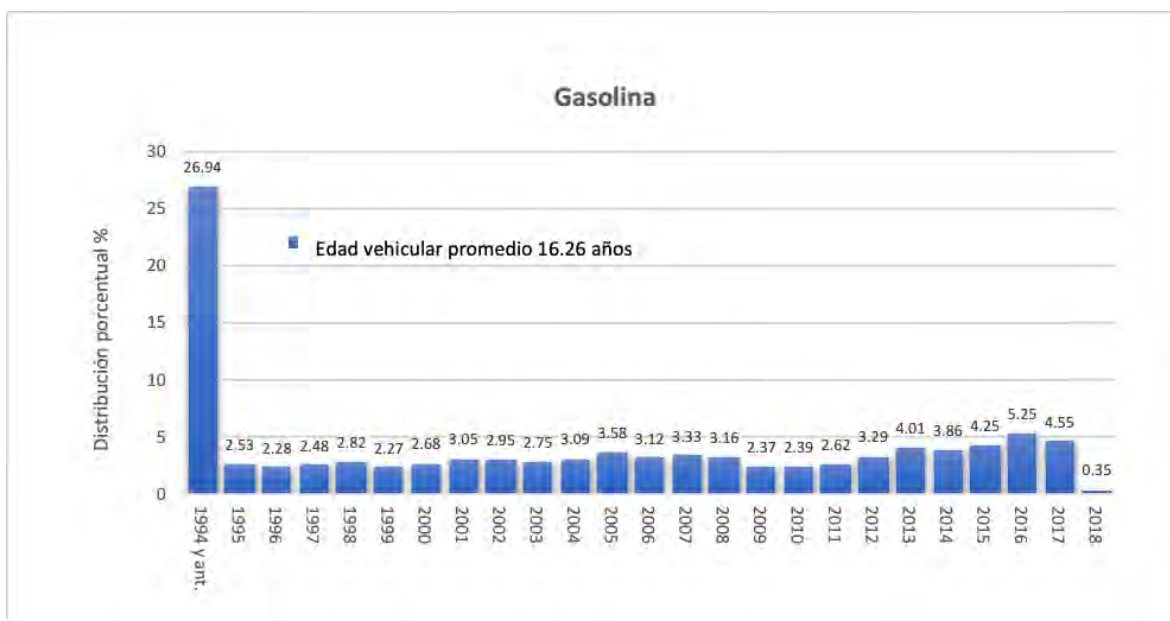


Gráfica 14. Distribución porcentual por categoría vehicular en el Estado de Querétaro.

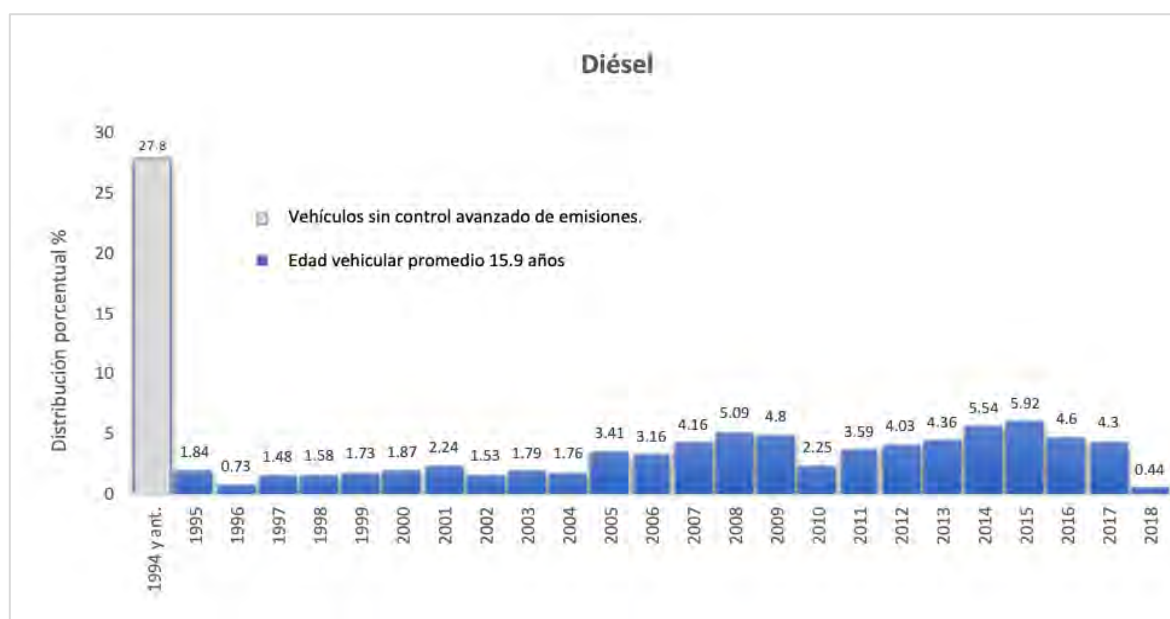
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Gráfica 14, los vehículos de pasajeros tienen la mayor contribución al parque vehicular local (50%), seguida de los vehículos tipo pick up (22%) y los vehículos SUV (12%). Es relevante mencionar que de acuerdo al año modelo de la flota, el 66.7% del total tiene una edad vehicular mayor a 10 años, siendo la edad promedio para vehículos a diésel de 15.9 años y de 16.2 años para vehículos a gasolina.

De acuerdo al tipo de combustible utilizado, el 97% de la flota utiliza gasolina (Gráfica 15), mientras que solamente el 2.8% usa diésel (Gráfica 16), seguido por vehículos eléctricos y con propulsión a gas natural vehicular con un 0.07% y 0.04% respectivamente.



Gráfica 15. Participación porcentual de vehículos a gasolina por año modelo.
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 16. Participación porcentual de vehículos a diésel por año modelo.
Fuente: Elaboración propia.

Ferrocarriles

De acuerdo a SENER en el Estado de Querétaro durante 2015 el sector ferroviario consumió 12,186 m³ de diésel. SCT reportó que en el Estado de Querétaro se cuenta con 476.4 km de vías férreas distribuidas en seis municipios. Los datos de esta actividad fueron tomados del Anuario Estadístico y Geográfico de Querétaro 2015. Suponiendo que es proporcional el % de kilómetros recorridos con el de consumo de combustible del Estado de Querétaro, se obtienen los resultados de la Tabla 22.

Municipio	Longitud de vías municipales (km)	Consumo de combustible (TJ)
Colón	30.94	31.33
El Marqués	120.41	121.93
Pedro Escobedo	49.02	49.64
Querétaro	70.91	71.81
San Juan del Río	157.77	159.77
Tequisquiapan	47.35	47.95
Estatal	476.40	482.44

Tabla 22. Consumo energético del sector ferroviario por municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2015.

Otros sectores de combustión

Comercial

En el sector comercial, institucional o de servicios los combustibles utilizados en el Estado de Querétaro fueron el gas licuado de petróleo, gas natural y el diésel (Tabla 23). Cabe mencionar que el consumo de gas natural solo se adjudicó a los municipios donde hay venta y distribución de gas natural, de acuerdo a la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Municipio	Establecimientos comerciales	Gas LP (TJ)	Diésel (TJ)	Gas Natural (TJ)
Amealco de Bonfil	646	27.60	0.57	-
Pinal de Amoles	131	5.60	0.12	-
Arroyo Seco	63	2.69	0.06	-
Cadereyta de Montes	808	34.52	0.71	-
Colón	406	17.34	0.36	3.75
Corregidora	2,312	98.77	2.04	21.35
Ezequiel Montes	1,169	49.94	1.03	-
Huimilpan	220	9.40	0.19	2.03
Jalpan de Serra	524	22.38	0.46	-
Landa de Matamoros	54	2.31	0.05	-
El Marqués	1,371	58.57	1.21	12.66
Pedro Escobedo	1,281	54.72	1.13	11.83
Peñamiller	81	3.46	0.07	-
Querétaro	19,821	846.73	17.46	183.01
San Joaquín	160	6.84	0.14	-
San Juan del Río	5,250	224.28	4.62	48.47
Tequisquiapan	1,906	81.42	1.68	-
Tolimán	307	13.11	0.27	-
Estado	36,510	1,559.67	32.16	283.10

Tabla 23. Consumo energético del sector comercial por municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER y CRE, 2015.

Residencial

La subcategoría residencial demanda el uso de gas L.P., gas natural, queroseno y leña como combustibles. Los datos recabados sobre consumo energético por municipio se presentan en la Tabla 24.

Municipio	Habitantes (2015)	Viviendas particulares habitadas	Queroseno (TJ)	Gas L.P. (TJ)	Gas Natural (TJ)	Leña (TJ)
Amealco de Bonfil	61,259	14,461	1.27	51.44	-	244.99
Pinal de Amoles	25,623	5,964	0.52	8.95	-	189.17
Arroyo Seco	13,307	3,583	0.31	12.61	-	63.03
Cadereyta de Montes	69,549	15,699	1.38	60.60	-	231.19
Colón	62,667	14,485	1.27	72.22	28.96	81.37
Corregidora	181,684	49,732	4.37	292.05	117.09	23.19
Ezequiel Montes	40,572	9,765	0.86	52.01	-	43.33
Huimilpan	38,295	9,359	0.82	45.40	18.20	73.20
Jalpan de Serra	26,902	7,282	0.64	24.82	-	126.45
Landa de Matamoros	17,947	4,838	0.43	11.04	-	127.54
El Marqués	156,275	41,383	3.64	227.70	91.29	98.63
Pedro Escobedo	68,313	16,221	1.43	87.88	35.24	56.21
Peñamiller	20,144	4,762	0.42	15.91	-	83.43
Querétaro	878,931	239,011	21.00	1,393.30	558.63	189.00
San Joaquín	9,480	2,301	0.20	7.53	-	44.42
San Juan del Río	268,408	71,122	6.25	400.16	160.44	155.15
Tequisquiapan	70,742	17,336	1.52	96.75	-	41.32
Tolimán	28,274	6,292	0.55	21.42	-	112.43
Estatal	2,038,372	533,596	46.89	2,881.78	1,009.85	1,984.04

Tabla 24. Consumo energético del sector residencial por municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER y CRE, 2015.

Agropecuaria

El consumo de combustible y el uso de energía se reportó a través de información proporcionada por la CRE y el Balance Nacional de Energía 2015 (SENER, 2016), indicando consumo de diésel y gas LP (Tabla 25).

Municipio	Gas LP (TJ)	Diésel (TJ)
Amealco de Bonfil	284.82	30.17
Pinal de Amoles	1.23	9.68
Arroyo Seco	11.13	3.63
Cadereyta de Montes	175.33	17.51
Colón	132.20	9.79
Corregidora	68.82	4.08
Ezequiel Montes	46.02	3.56
Huimilpan	105.98	8.26
Jalpan de Serra	16.31	5.62
Landa de Matamoros	27.18	5.84
El Marqués	197.59	10.88
Pedro Escobedo	164.11	8.92
Peñamiller	14.73	5.50
Querétaro	170.94	12.43
San Joaquín	1.05	3.10
San Juan del Río	388.87	22.77
Tequisquiapan	147.10	6.75
Tolimán	23.67	5.05
Estado	1,977.06	173.53

Tabla 25. Consumo energético de la subcategoría agropecuario por municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2016 y CRE, 2015.

4.3.2 Resultados de Emisiones de GEI por la categoría de Energía

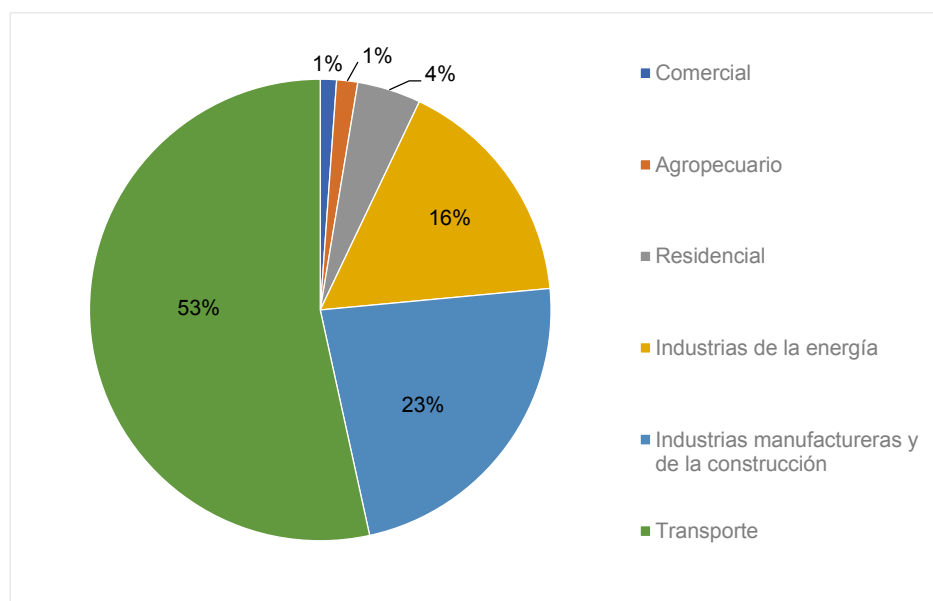
Para el Estado de Querétaro se estimó una emisión de **10,612,944 t** de CO₂e derivada de las fuentes de combustión.

En la Tabla 26 se presentan las emisiones de GEI y CO₂e por subcategoría del sector energía; donde se observa que el transporte (autotransporte) es la más importante en emisiones de CO₂e a la atmósfera con el 53.4%, seguido de la industria manufacturera con el 23.1% (Gráfica 17).

Subcategoría	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
	(t/año)			
Industrias de la energía	1,742,704.65	36.10	4.63	1,744,941.09
Industrias manufactureras y de la construcción	2,434,662.27	370.11	5.52	2,446,489.28
Transporte	5,634,964	348	99.91	5,671,194
Comercial	120,203	9.54	0.20	120,524
Residencial	454,078	615.14	8.35	473,515
Agropecuario	155,384	20.64	1.20	156,281
Estatad	10,541,996	1,400	120	10,612,944

Tabla 26. Emisiones de GEI de la categoría energía por subcategoría.

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.



Gráfica 17. Contribución de emisiones de CO₂e de la categoría energía.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

En la Tabla 27 y en el Mapa 37 se muestran las emisiones de GEI por la categoría de energía con desagregación municipal. Los municipios con las mayores emisiones de CO₂e son, Querétaro (38.03% de las emisiones de CO₂e) por ser el municipio con mayor población y actividad urbana en la entidad, seguido de Pedro Escobedo y San Juan del Río, quienes contribuyen con el 17.61% y 16.55% de las emisiones de CO₂e del sector.

Lo anterior se explica debido a que el municipio de San Juan del Río es la segunda zona urbana de la entidad, mientras que en el municipio de Pedro Escobedo se localiza la planta termoeléctrica El Sauz.

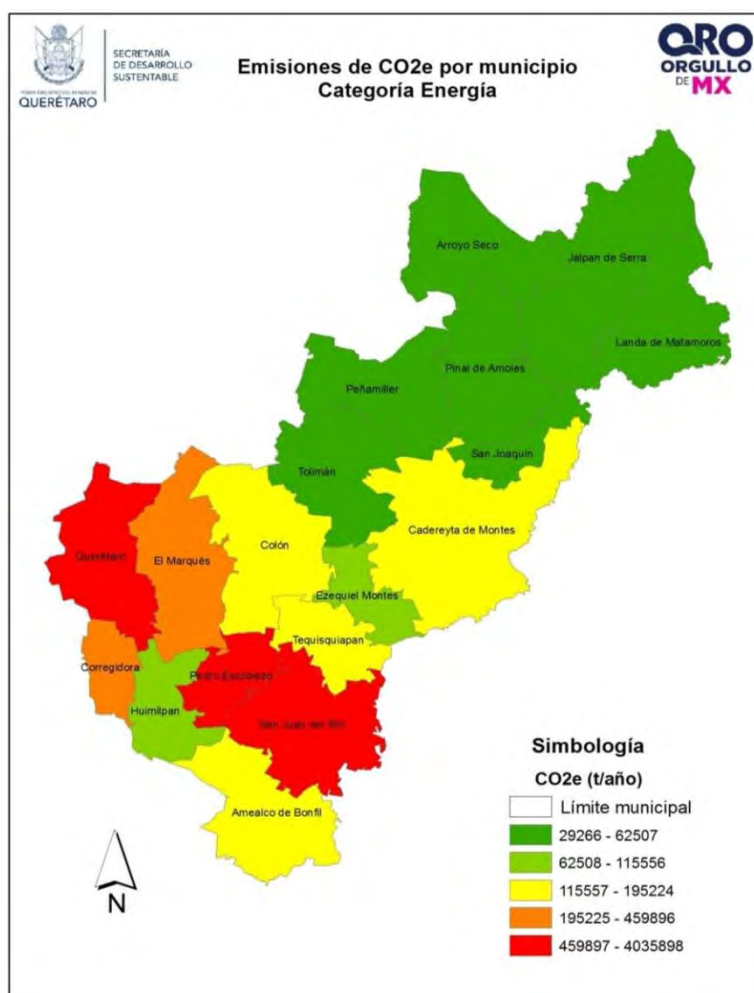
Municipio	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
	(t/año)			
Amealco de Bonfil	152,504.40	82.32	3.77	157,294.50
Arroyo Seco	45,162.49	58.07	1.42	47,546.24
Cadereyta de Montes	28,198.85	20.06	0.79	29,265.66
Colón	184,543.64	77.87	4.40	189,328.71
Corregidora	191,405.61	33.36	5.13	194,569.97
El Marqués	361,264.12	22.45	6.56	365,976.00
Ezequiel Montes	113,931.51	18.03	2.12	115,555.67
Huimilpan	82,152.99	26.43	1.96	84,280.22
Jalpan de Serra	60,685.58	40.05	1.47	62,506.83
Landa de Matamoros	36,630.42	39.48	1.03	38,231.19
Pedro Escobedo	453,673.52	111.04	8.27	459,896.40
Peñamiller	1,864,500.69	65.71	8.75	1,869,463.43
Pinal de Amoles	36,426.99	26.69	1.07	37,912.45
Querétaro	4,033,748.82	203.03	45.05	4,035,897.63
San Joaquín	35,697.53	14.51	0.65	36,518.05
San Juan del Río	1,743,643.82	161.96	20.03	1,756,493.78
Tequisquiapan	188,726.07	163.85	4.05	195,224.01
Tolimán	52,722.79	35.93	1.34	54,519.40
Estatal	9,665,619.83	1,200.89	117.87	9,730,480.13

Tabla 27. Emisiones de GEI de la categoría energía por municipio.

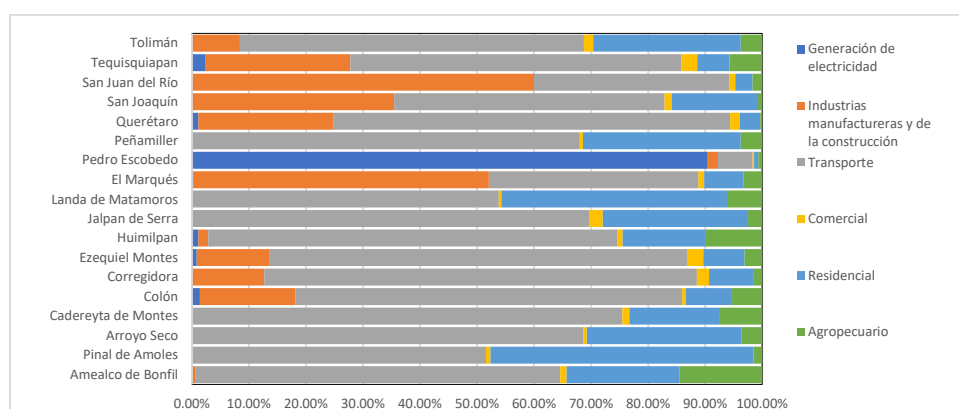
Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Es relevante mencionar que dentro de la subcategoría transporte se estimaron las emisiones del parque vehicular federal que circula en el Estado, resultando en un total de **882,464.31** tCO₂e. Estas emisiones se contabilizan para el total de emisiones del sector sin atribuirse a un dominio geográfico municipal.

En la Gráfica 18, se aprecian las emisiones de GEI por la subcategoría de autotransporte, que es una fuente muy importante en la mayoría de los municipios, con excepción de Pedro Escobedo donde se encuentra la termoeléctrica, siendo ésta la principal fuente en el municipio de GEI por consumo de energía.



Mapa 37. Emisiones de CO₂e de la categoría energía por municipio.
Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.



Gráfica 18. Contribución de emisiones de CO₂e de las subcategorías de energía.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Industrias de la energía

La generación de electricidad en el Estado tiene una importante contribución a las emisiones de CO₂e, ascendiendo a **1,744,941** toneladas. El municipio de Pedro Escobedo es el que mayores emisiones genera en esta subcategoría por la presencia de la termoeléctrica El Sauz, seguido por el municipio de Querétaro por la presencia del generador independiente y la generación de energía a partir de metano en el Relleno Sanitario Mamponí (Tabla 28).

Municipio	CO ₂ e (t/año)		
	Plantas de generación	Generación de electricidad	Total
Colón	2,748	-	2,748
El Marqués	871	-	871
Ezequiel Montes	970	-	970
Huimilpan	919	-	919
Pedro Escobedo	1,524	1,689,278	1,690,803
Querétaro	22,055	22,132	44,187
Tequisquiapan	4,444	-	4,444
Estatad	33,531	1,711,410	1,744,941

Tabla 28. Emisiones de CO₂e por municipio de la industria de la energía.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Industria manufacturera y de la construcción

Sector industrial	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
	(t/año)			
Automotriz	70,575	1	0	70,641
Celulosa y papel	285,949	6	1	286,303
Industria de alimentos y bebidas	439,730	8	1	440,174
Industria del plástico y hule	121,469	2	0	121,583
Industria Metalmecánica	166,240	4	1	166,503
Industria textil	163,521	3	0	163,676
Química	246,558	5	1	246,861
Vidrio	424,296	7	1	424,697
Producción de ladrillo	91,786	289	-	99,887
Otras industrias	424,538	45	1	426,165
Estatad	2,434,662	370	6	2,446,489

Tabla 29. Emisiones de GEI por consumo de combustibles en diferentes sectores industriales.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

La industria manufacturera y de la construcción generó en la entidad **2,446,489** toneladas de CO₂e. De estas emisiones, la industria de alimentos y bebidas contribuye con el 18% y el vidrio con el 17% (Tabla 29).

Los municipios de San Juan de Río, Querétaro y El Marqués, contribuyen con el 44%, 40% y 10% respectivamente de las emisiones totales de la subcategoría, siendo los principales generadores de emisiones por el consumo de combustibles en la industria manufacturera en la entidad.

Transporte (fuentes móviles de combustión)

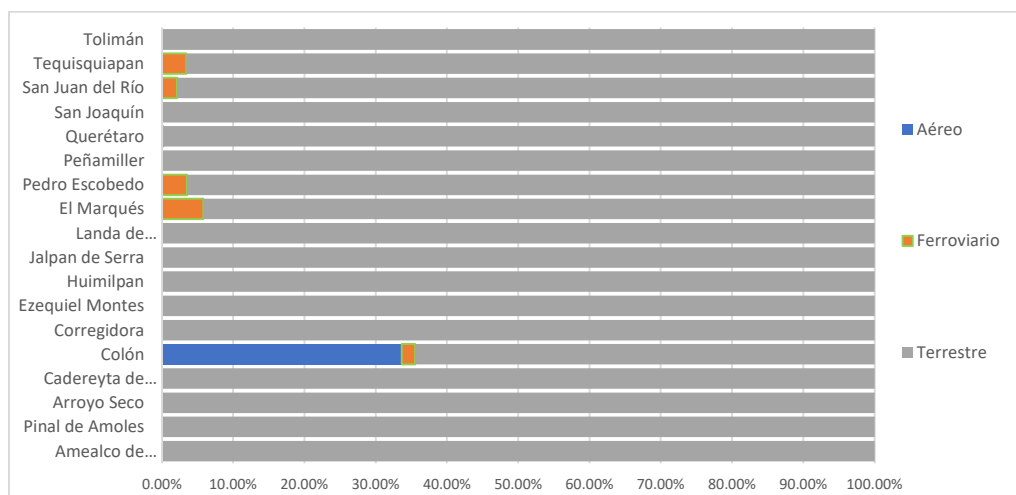
Subcategoría	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
	(t/año)			
Autotransporte	5,555,944.40	343.97	84.37	5,587,934.15
Aviación	43,859.03	2.38	1.74	44,386.88
Ferroviano	35,160.35	2.00	13.80	38,872.79
Estatad	5,634,963.78	348.36	99.91	5,671,193.81

Tabla 30. Emisiones de GEI, subcategoría Transporte.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

De los diversos medios de transporte, el autotransporte o transporte terrestre es el que mayores emisiones de GEI genera a la atmósfera en todos los municipios; siendo Querétaro, San Juan del Río, Corregidora y El Marqués, los que mayores emisiones generan por ser estos parte de la Zona

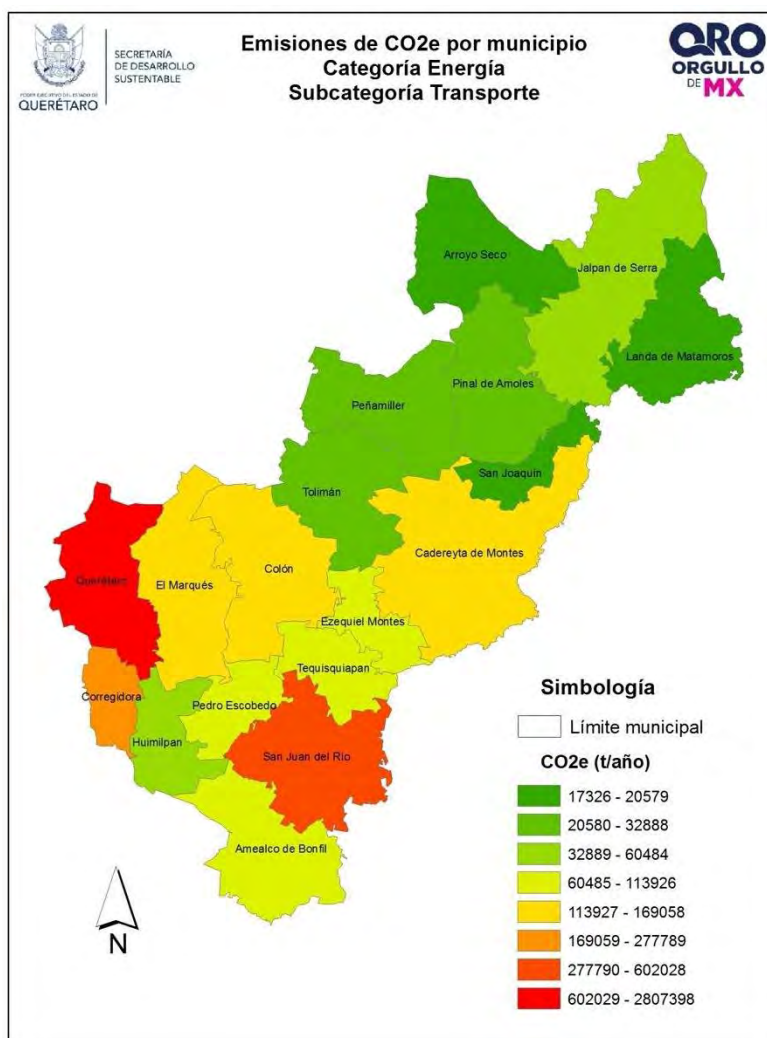
Metropolitana de Querétaro, contribuyendo con el 98.5% de las emisiones del subsector, seguido por la aviación y el transporte ferroviario con un 0.8% y 0.7% del total (Tabla 30).



Gráfica 19. Contribución de emisiones de CO₂e de las subcategorías Transporte.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

En lo que respecta a la distribución geográfica de las emisiones del transporte, existe una mayor generación en las zonas urbanas de mayor desarrollo, como es el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro y San Juan del Río (Mapa 38). Estas emisiones se generan primordialmente por el autotransporte en todos los municipios, excepto por Colón, donde cerca del 30% se generan por el transporte aéreo (Gráfica 19).



Mapa 38. Emisiones de CO₂e, subcategoría Transporte.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.

Para su análisis, el autotransporte se clasifica en tipos vehiculares, de donde se deriva que los vehículos de pasajeros tienen la mayor contribución al parque vehicular local (50%), seguida de los vehículos tipo pick up (22%) y los vehículos SUV (12%). Es relevante mencionar que de acuerdo al año modelo de la flota, el 66.7% del total tiene una edad vehicular mayor a 10 años, siendo la edad promedio para vehículos a diésel de 15.9 años y de 16.2 años para vehículos a gasolina.

De acuerdo al tipo de combustible utilizado, el 97% de la flota utiliza gasolina, mientras que solamente el 2.8% usa diésel, seguido por vehículos eléctricos y con propulsión a gas natural vehicular con un 0.07% y 0.04%, respectivamente. Aun cuando solamente el 2.8% del total de la flota vehicular utiliza diésel como combustible, el 27.8% de los vehículos diésel corresponden a modelos 1994 y anteriores que no cuentan con control avanzado de emisiones.

Tipo de vehículo	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Total (t/año)
Autos Particulares	33.04	20.53	1,606,191.62	1,606,245.19
Taxis	0.98	0.37	98,086.09	98,087.44
SUV	7.86	5.41	435,074.31	435,087.58
Camioneta de pasajeros	8.95	7.96	288,820.55	288,837.46
Pick-up	53.72	40.75	1,213,352.83	1,213,447.30
Vehículos < 3 ton	4.59	2.40	110,644.61	110,651.60
Tractocamiones	4.30	0.23	156,906.83	156,911.36
Transporte público colectivo	4.86	0.36	153,703.14	153,708.36
Vehículos > 3 ton	14.82	2.80	417,973.19	417,990.81
Motocicletas	10.56	1.49	183,615.34	183,627.39
Total (t/año)	144.98	82.42	4,679,568.59	4,679,795.99
Total tCO ₂ e/año	4,059.55	21,841.70	4,679,568.59	4,705,469.84

Tabla 31. Emisiones de GEI por tipo vehicular.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Por otra parte, aunque los vehículos con propulsión a gas natural y eléctricos aún representan un bajo porcentaje de la flota vehicular, éstos se utilizan predominantemente para transporte público o vehículos utilitarios que son de uso intensivo, disminuyendo así sus emisiones contaminantes. La Tabla 31 muestra la contribución de emisiones GEI por tipo vehicular derivada del parque vehicular estatal; mientras que la Tabla 32 muestra la contribución del parque vehicular federal, que en su conjunto aportan un total de 5,587,934.15 toneladas de CO₂e anualmente.

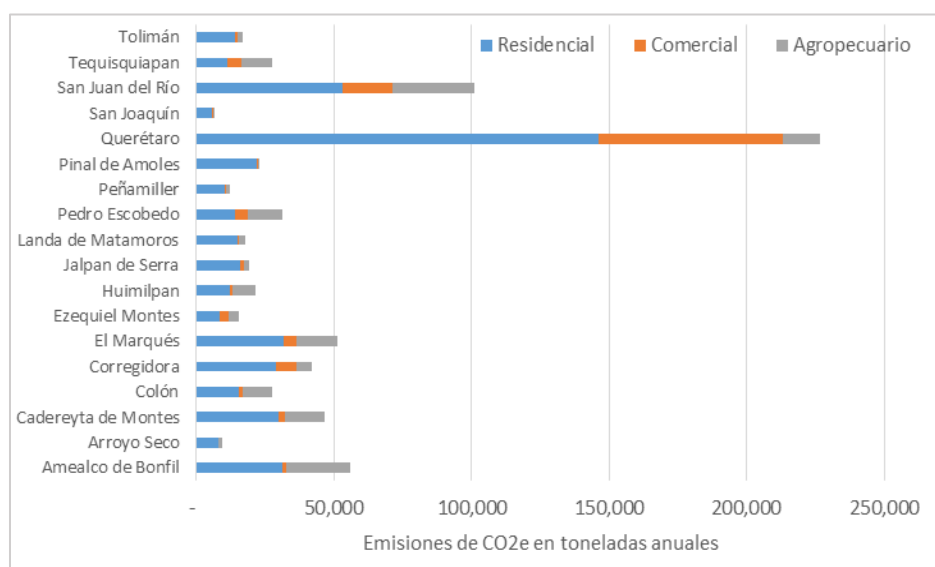
Tipo de vehículo	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Total (t/año)
Autos Particulares	0.01	0.00	107.50	107.51
Taxis	0.00	0.00	0.00	0.00
SUV	0.00	0.00	0.00	0.00
Camioneta de pasajeros	0.02	0.01	1,029.03	1,029.05
Pick-up	0.06	0.04	1,117.00	1,117.11
Vehículos < 3 ton	0.00	0.00	0.00	0.00
Tractocamiones	195.05	0.77	746,005.13	746,200.95
Transporte público colectivo	0.11	0.02	14,719.51	14,719.64
Vehículos > 3 ton	3.75	1.10	113,397.64	113,402.50
Motocicletas	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (t/año)	198.99	1.95	876,375.82	876,576.76
Total tCO ₂ e/año	5,571.75	516.75	876,375.82	882,464.31

Tabla 32. Emisiones de GEI por tipo vehicular del Parque Federal.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Otros sectores de combustión

En el rubro de otras fuentes de combustión dentro de energía, el que mayores emisiones de GEI y en global de CO₂ equivalente genera, es la subcategoría residencial. Lo anterior derivado del consumo de combustibles en los hogares, siendo Querétaro el municipio con las mayores emisiones por estas fuentes en el Estado (Gráfica 20).



Gráfica 20. Contribución de emisiones de CO₂e del consumo de combustible en los hogares.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Subcategoría	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
	(t/año)			
Agropecuario	155,384.31	20.64	1.20	156,281.13
Comercial	120,202.96	9.54	0.20	120,523.90
Residencial	454,077.67	615.14	8.35	473,515.23
Estatad	729,664.94	645.31	9.76	750,320.26

Tabla 33. Emisiones de GEI por otras fuentes de combustión.

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

La subcategoría comercial en el Estado de Querétaro consumió gas LP, gas natural y diésel donde los municipios con mayor emisión por este sector son Querétaro (56%) y San Juan del Río (15%), ligado directamente a la actividad comercial en estos municipios. Finalmente, en la categoría agropecuaria se evaluaron aquellos ejidos y comunidades con infraestructura como son tractores, donde se reporta el uso de combustibles como gas LP y diésel. Los municipios de San Juan del Río (19%), Amealco de Bonfil (15%) y El Marqués (10%) son los que contribuyen mayormente a las emisiones por esta actividad. En la Tabla 33, se presenta un resumen del consumo de energéticos

en cada subcategoría de otras fuentes de combustión del Estado de Querétaro, así como las emisiones asociadas por su combustión.

De la tabla anterior se destaca que las principales emisiones de GEI son generadas por el uso de leña en la subcategoría residencial con el 30%, seguido del uso de gas LP en la misma subcategoría con el 25%. Se encontró en menor proporción el consumo de gas LP en la subcategoría comercial con el 13.6% y el uso de diésel en la subcategoría agropecuario con el 19.3%.

4.3.3 Proyección de emisiones de la categoría de energía

La línea base es el escenario de referencia de proyección de las emisiones futuras de emisiones de gases de efecto invernadero, en ausencia de acciones de mitigación. Esta línea se desarrolló a partir del año base del Inventario 2015 con una proyección al año 2030. Para la categoría de energía se realizaron dos proyecciones, la primera con el modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) para emisiones generadas por el sector eléctrico, y la segunda considerando el total de todas las subcategorías de la categoría de energía.

1. Balance de energía con LEAP para sector eléctrico

En la parte del balance de energía del Estado se consideraron las fuentes de información de primera mano, complementando con información de otros medios como son el Balance Nacional de Energía 2015 (SENER, 2016), datos de INEGI, etc.; además de utilizar el modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System), el cual es una plataforma computacional diseñada para llevar a cabo una planeación energético-ambiental en forma integrada; por lo que será de gran utilidad para realizar el balance de energía en el Estado.

El modelo LEAP es un sistema de planeamiento de alternativas energéticas de largo plazo, con el cual se obtuvo la evolución del sistema energético tanto de oferta como de demanda. Este modelo evalúa el sistema energético total: demanda, recursos, oferta y el balance oferta – demanda; y con el uso de este modelo se corroboró el balance de energía del Estado de Querétaro.

Se consideró el sector eléctrico en estas subcategorías de demanda:

1. Residencial (rural y urbano)
2. Comercial y/o de servicios
3. Agricultura
4. Industrial (Industria de alimentos y bebidas, Vidrio, Celulosa y papel, Química, Industria textil, Industria metalmecánica, Industria de plásticos y hule, Automotriz, Otras industrias y la Industria de generación eléctrica)
5. Transporte (Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Juan y el resto de los municipios).

Los resultados del modelo LEAP para el balance de energía en 2015 se muestran en la Tabla 34, con la comparación con el balance de combustible reportado por SENER.

Combustible	Comercios		Agrícola		Transporte		Industria		Habitacional		Total	
	LEAP	SENER	LEAP	SENER	LEAP	SENER	LEAP	SENER	LEAP	SENER	LEAP	SENER
Biogás	-	-	-	-	-	-	0.0007	0.07	-	-	0.0007	0.07
Electricidad	0.87	0.9	0.66	0.68	-	-	10.44	12.77	2.4	2.54	14.36	16.89
GN	0.04	0.28	-	-	-	-	0	-	-	-	0.04	0.28
Gasolina	-	-	-	-	32.3	32.07	0.11	0.54	-	-	32.41	32.61
Queroseno	-	-	-	-	0	-	0	-	0.05	0.05	0.05	0.05
Diésel	0	0.03	1.82	1.98	16.84	20.58	0.46	4.09	0	-	19.12	26.68
LPG	1.3	1.56	0.01	0.17	0	1.83	0.16	1.29	2.88	2.88	4.35	7.74
Combustóleo Pesado	-	-	-	-	-	-	0.06	0.74	-	-	0.06	0.74
Leña	-	-	-	-	-	-	0.01	0.12	2.11	1.98	2.12	2.11
Coque de Petróleo	-	-	-	-	-	-	0.02	0.18	-	-	0.02	0.18
CNG	-	-	-	-	0.05	0.55	53.98	61.3	1.01	1.01	55.04	62.86
Total	2.21	2.77	2.5	2.83	49.19	55.03	65.23	81.11	8.45	8.46	127.58	150.2

Tabla 34. Balance de combustible SENER-LEAP, Querétaro 2015 (PJ).

Fuente: SEDESU, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

De acuerdo con la Tabla 34, se presentan diferencias significativas en el sector transporte, 11% menor respecto de lo reportado por SENER. En el mismo sentido, se reportan diferencias significativas para el sector industrial.

Sector	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Habitacional	8.45	8.62	8.8	8.97	9.14	9.32	9.49	9.67	9.84	10.01	10.19	10.36	10.53	10.71	10.88	11.05
Industria	65.22	66.35	67.50	68.67	69.86	71.06	72.29	73.54	74.82	76.11	77.43	78.77	80.13	81.52	82.93	84.36
Transporte	49.18	50.04	50.91	51.80	52.70	53.62	54.55	55.50	56.46	57.45	58.45	59.46	60.50	61.55	62.62	63.71
Agrícola	2.49	2.53	2.56	2.60	2.63	2.67	2.71	2.75	2.78	2.82	2.86	2.90	2.94	2.99	3.03	3.07
Comercios	2.21	2.26	2.31	2.36	2.41	2.46	2.52	2.57	2.63	2.68	2.74	2.80	2.87	2.93	2.99	3.06
Total	127.58	129.82	132.1	134.41	136.77	139.15	141.58	144.05	146.56	149.1	151.69	154.32	156.99	159.71	162.47	165.28

Tabla 35. Demanda de energía sector energía 2015-2030 (PJ).

Fuente: LEAP, Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Por medio del modelo LEAP se realizó una estimación de la demanda de energía para la línea de base en el horizonte 2015-2030 en las subcategorías de energía, excepto generación eléctrica (Tabla 35).

Tipo de central	Unidades	Capacidad instalada (exógena)	Generación	Factor de planta	Perdidas térmicas	Margen de reserva promedio anual
		MW	GWh	(%) *	(%)	(%)
Termoeléctrica de ciclo combinado	8	591	3,594	69.2	13	23

*Calculado con base a una operación continua los 365 días del año.

Tabla 36. Información sobre generación de energía eléctrica de la Central El Sauz.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Año	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
	(miles de t/año)			
2015	6,911.11	51.208	12.402	6,974.72
2016	7,032.21	51.933	12.6	7,096.74
2017	7,155.30	52.659	12.799	7,220.76
2018	7,280.43	53.388	13.001	7,346.82
2019	7,407.63	54.119	13.204	7,474.95
2020	7,536.93	54.853	13.41	7,605.19
2021	7,668.37	55.591	13.619	7,737.58
2022	7,801.99	56.333	13.83	7,872.16
2023	7,937.83	57.08	14.043	8,008.95
2024	8,075.92	57.832	14.259	8,148.01
2025	8,216.30	58.589	14.478	8,289.37
2026	8,359.02	59.353	14.699	8,433.08
2027	8,504.12	60.124	14.924	8,579.17
2028	8,651.63	60.902	15.152	8,727.69
2029	8,801.60	61.687	15.382	8,878.67
2030	8,954.08	62.481	15.617	9,032.18

Tabla 37. Emisiones del sector eléctrico (Central Eléctrica El Sauz) para el horizonte 2015-2030.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

En cuanto a la generación de energía eléctrica se determinó la actividad de la central eléctrica de ciclo combinado "El Sauz" (Tabla 36) y se estimó la generación de emisiones derivada de esta actividad para el horizonte 2015-2030, por medio del modelo LEAP utilizando factores de emisión Tier 1, IPCC, 2006 (Tabla 37).

Las emisiones de CO₂ equivalente por subcategoría de Energía, calculados con los factores por defecto para el Estado 2015 a 2030 se presentan a continuación en la Tabla 38:

Año	Habitacional	Industria	Transporte	Agrícola	Total
	(miles de t/año)				
2015	292.754	3,064.09	3,483.64	134.233	6,974.72
2016	299.274	3,117.09	3,544.26	136.113	7,096.74
2017	305.796	3,171.02	3,605.93	138.018	7,220.76
2018	312.321	3,225.88	3,668.67	139.95	7,346.82
2019	318.851	3,281.69	3,732.51	141.91	7,474.95
2020	325.387	3,338.46	3,797.45	143.896	7,605.19
2021	331.929	3,396.22	3,863.53	145.911	7,737.58
2022	338.478	3,454.97	3,930.75	147.954	7,872.16
2023	345.037	3,514.74	3,999.15	150.025	8,008.95
2024	351.605	3,575.55	4,068.73	152.125	8,148.01
2025	358.184	3,637.40	4,139.53	154.255	8,289.37
2026	364.776	3,700.33	4,211.56	156.415	8,433.08
2027	371.38	3,764.35	4,284.84	158.605	8,579.17
2028	377.998	3,829.47	4,359.39	160.825	8,727.69
2029	384.632	3,895.72	4,435.25	163.077	8,878.67
2030	391.281	3,963.11	4,512.42	165.36	9,032.18

Tabla 38. Emisiones de CO₂e del sector energía para el horizonte 2015-2030.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

2. Proyección de emisiones de la categoría de energía

Con base en la prospectiva de la demanda de petróleo crudo y petrolífero, de gas natural y gas LP, proyectada por la Secretaría de Energía (SENER)³, se estimó la emisión para cada una de las distintas subcategorías, tomando como referencia inicial las emisiones de CO₂e por subcategoría reportadas en el Inventario de Emisiones (Tabla 39).

³ SENER, 2015. "Prospectiva del petróleo crudo y petrolíferos 2016-2030"
SENER, 2016. "Prospectiva del gas natural y gas Lp 2015-2029"

Año	CO ₂ e (t/a)						
	Generación de energía	Industria manufacturera	Transporte	Residencial	Comercio y servicios	Agropecuario	Total
2015	1,744,941.08	2,446,489.28	5,671,194.00	473,515.23	120,523.90	156,281.13	10,612,944.62
2016	1,740,615.39	2,469,284.50	5,745,656.98	528,811.62	144,540.95	190,487.99	10,819,397.43
2017	1,644,075.89	2,299,877.34	6,036,818.89	464,440.76	115,955.88	151,457.67	10,712,626.43
2018	1,623,395.76	2,290,498.90	5,522,394.16	473,599.57	119,747.00	156,207.92	10,185,843.31
2019	1,655,186.68	2,325,751.65	5,622,194.28	465,855.84	116,165.04	150,908.64	10,336,062.13
2020	1,659,476.38	2,327,245.87	5,704,477.25	465,855.84	116,210.33	151,185.39	10,424,451.06
2021	1,666,398.32	2,329,878.15	5,779,084.12	456,563.62	112,260.41	145,665.38	10,489,850.00
2022	1,675,974.88	2,339,511.21	5,878,878.41	456,862.08	112,367.25	145,920.90	10,609,514.73
2023	1,684,373.33	2,350,508.28	5,938,325.88	457,209.18	112,463.36	146,046.16	10,688,926.19
2024	1,692,966.16	2,354,940.57	6,029,734.96	447,783.69	108,490.25	140,456.79	10,774,372.42
2025	1,701,504.59	2,364,098.43	6,146,794.55	448,024.85	108,580.36	140,690.47	10,909,693.25
2026	1,705,424.36	2,365,655.94	6,245,796.33	448,024.85	108,617.99	140,919.81	11,014,439.28
2027	1,710,285.47	2,366,137.23	6,348,773.09	447,976.75	108,663.01	141,257.55	11,123,093.10
2028	1,714,036.05	2,368,130.75	6,429,458.70	447,976.75	108,698.85	141,476.75	11,209,777.85
2029	1,712,200.32	2,357,368.96	6,500,416.15	437,780.00	104,561.91	135,780.28	11,248,107.62
2030	1,714,854.57	2,355,072.63	6,601,962.35	437,638.36	104,581.77	136,084.61	11,350,194.29

Tabla 39. Proyección de emisiones de CO₂e del sector energía para el horizonte 2015-2030.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.

Con la tendencia actual, se estima que las emisiones por el transporte se incrementarán al año 2030. En el resto de las subcategorías se prevé una reducción en emisiones debido a disminución en la demanda de los combustibles, como la disminución del uso de combustóleo en el sector industrial, la disminución del uso de energía eléctrica en todos los sectores por incorporación de energías alternativas como la solar, y la reducción del uso de leña en el sector residencial, por mencionar algunos.

4.3.4 Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

El sector de procesos industriales y uso de los productos (IPPU, del inglés, Industrial Processes and Product Use), comprende las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los

procesos industriales, por el uso de gases de efecto invernadero en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles de acuerdo con las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) 2006 y a la información disponible del Estado de Querétaro.

Subcategorías consideradas dentro de la categoría de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

En el Estado de Querétaro, se cuenta con solo algunos de los giros industriales que de conformidad con la guía del IPCC 2006 están en posibilidad de ser evaluados respecto de su contribución de GEI debido a las características de sus procesos y/o disponibilidad del dato de actividad; por lo que se consideraron las siguientes subcategorías (Figura 7).

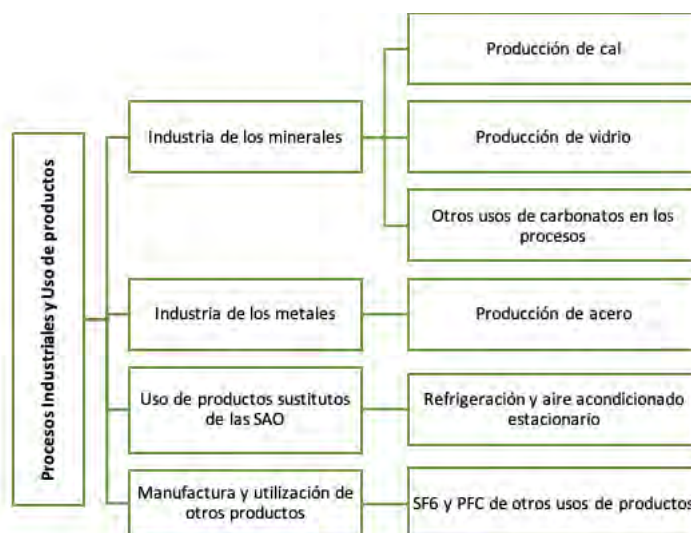


Figura 7. Subcategorías del sector Procesos Industriales y Uso de Productos.

Fuente: Elaboración propia.

Producción de Cal

El óxido de calcio (CaO) o cal se obtiene por medio del calentamiento de la piedra caliza para descomposición de los carbonatos. Este procedimiento se lleva a cabo en hornos rotatorios a alta temperatura y el proceso libera CO₂ dependiendo de los requerimientos del producto (por ejemplo metalurgia, papel, materiales de construcción, tratamiento de efluentes, suavizado de agua, control de pH, y estabilización de suelos), y se utiliza principalmente la piedra caliza con fuerte proporción de calcio (calcita).

Producción de Vidrio

En la fabricación del vidrio, las principales materias primas del vidrio son las que emiten CO_2 durante el proceso de fundición como: la piedra caliza (CaCO_3), la dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ y la ceniza de sosa (Na_2CO_3).

Otros usos de carbonatos en los procesos

Existen industrias en la entidad que utilizan insumos de carbonatos que generan emisiones de CO_2 por proceso. Dicha cantidad de CO_2 es liberada por acidificación de estos insumos carbonatados, aunque se considera que estas emisiones son pequeñas y la metodología IPCC 2006 no presenta la metodología establecida para su cálculo. Por lo anterior se utilizó la metodología IPCC-1996.

Producción de acero

En el Estado de Querétaro la producción de acero se hace a través de la fundición de chatarra de acero; utilizando un horno de arco eléctrico. Dicha planta se ubica en el municipio de San Juan del Río, y tiene una producción de 9,582 toneladas anuales de piezas de acero.

Producción de alimentos

La producción de alimentos genera emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM) de acuerdo a la metodología IPCC, 1996. En el Estado de Querétaro se ubicaron industria de producción de aves, producción de grasas, producción de cereales, producción de pan, y producción de pienso para animales. Muy probablemente existan otros tipos de industrias como producción de pan artesanal u otros, pero esta información no pudo ser recabada para el presente inventario.

Uso de Productos

En esta subcategoría se estiman las emisiones de HFCs que se producen debido a las actividades de refrigeración y aire acondicionado estacionario. El dato solo es indicativo dado que los HFCs producidos por éstas no están contemplados dentro de las guías de IPCC, 2006.

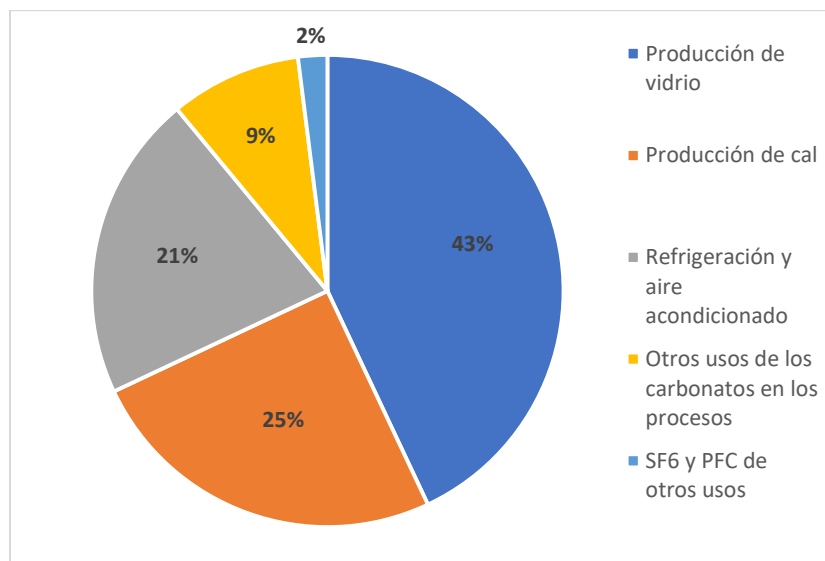
Emisiones de GEI por Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Para el Estado de Querétaro se estimó una emisión de 305,488 toneladas de CO_2 equivalente derivado de las fuentes de procesos industriales y uso de productos en el año 2015; así como 575.07 toneladas de COVDM derivado de la industria alimenticia (Tabla 40). El municipio con mayores emisiones de CO_2 es Querétaro (50%), derivado de la industria del vidrio; seguido de Ezequiel Montes (25%) por la producción de cal y El Marqués (10%) por la industria del vidrio y el uso de sustancias (Mapa 39).

Municipio	CO ₂	CH ₄	SF ₆	HCFC-22	HCFC-141b	CO ₂ e
	(t/año)					
Amealco de Bonfil	-	-	-	0.02	-	32.40
Pinal de Amoles	-	-	-	0.01	-	10.04
Arroyo Seco	-	-	-	0.01	-	13.38
Cadereyta de Montes	-	-	-	0.02	-	38.31
Colón	2,476.83	-	-	0.02	-	2,514.71
Corregidora	43.25	-	0.16	0.11	-	3,905.12
Ezequiel Montes	76,112.25	-	-	0.02	-	76,139.71
Huimilpan	-	-	-	0.02	-	31.12
Jalpan de Serra	-	-	-	0.02	-	30.73
Landa de Matamoros	-	-	-	0.01	-	13.59
El Marqués	1,467.65	-	0.12	0.07	58.00	46,512.18
Pedro Escobedo	-	-	-	0.03	-	52.41
Peñamiller	-	-	-	0.01	-	10.82
Querétaro	134,109.40	1.00	-	6.95	10.16	154,073.66
San Joaquín	-	-	-	0.00	-	5.82
San Juan del Río	21,050.12	-	-	0.12	-	21,273.97
Tequisquiapan	-	-	-	0.03	-	51.79
Tolimán	765.75	-	-	0.01	-	778.37
Estado	236,025.24	1.00	0.28	7.45	68.16	305,488.11

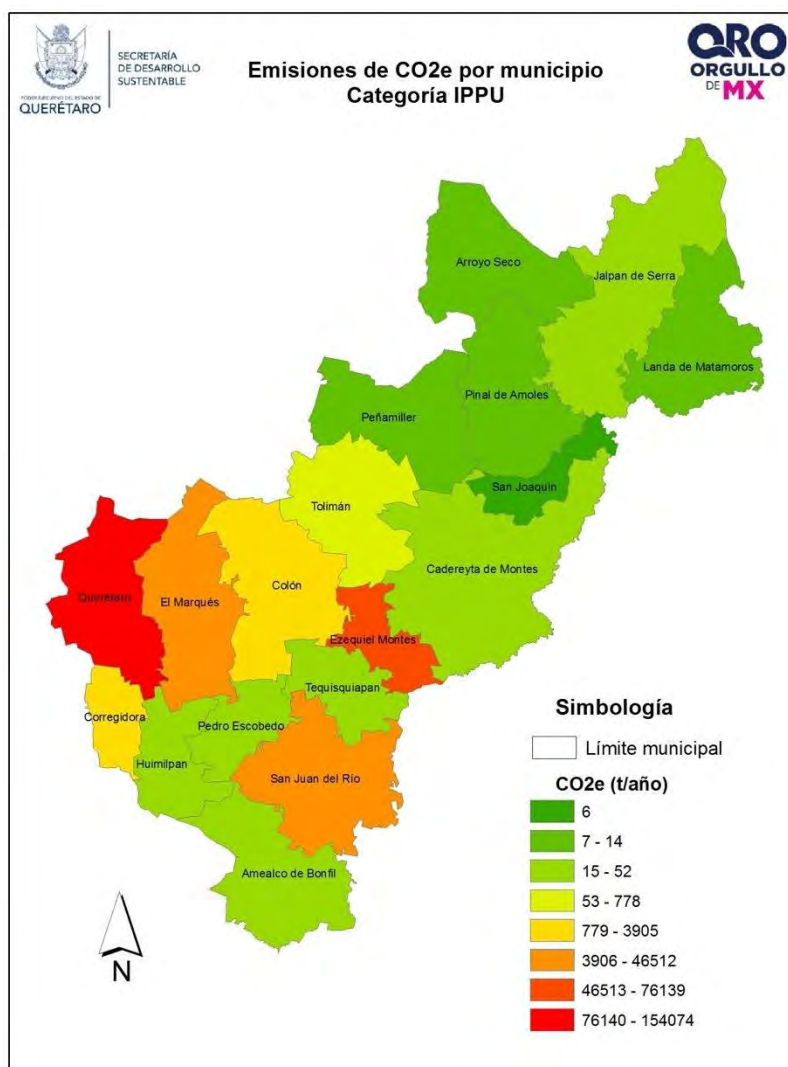
Tabla 40. Emisiones por municipio de la categoría IPPU.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.



Gráfica 21. Contribución de emisiones de CO₂e de las subcategorías IPPU.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.



Mapa 39. Emisiones de CO₂e, categoría IPPU.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.

4.3.5 Proyección de emisiones Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Debido a que en esta categoría la estimación de emisiones se realiza con base al proceso, no fue posible tener información para la proyección, asumiendo además que teóricamente no debería existir variación en los procesos industriales establecidos, por lo que se considera que las emisiones de esta categoría se mantienen, a menos que se tenga un incremento de producción en las industrias instaladas.

Asimismo, el incremento en las emisiones, dependerá del desarrollo industrial que se tenga y del tipo de procesos que se instalen.

4.3.6 Estimación de Emisiones de GEI de la categoría de Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU)

En esta categoría se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades antropogénicas relacionadas con el sector productivo primario agropecuario y cambios del uso de suelo, también denominado AFOLU por sus siglas en inglés.

Subcategorías consideradas dentro de la categoría de Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU)

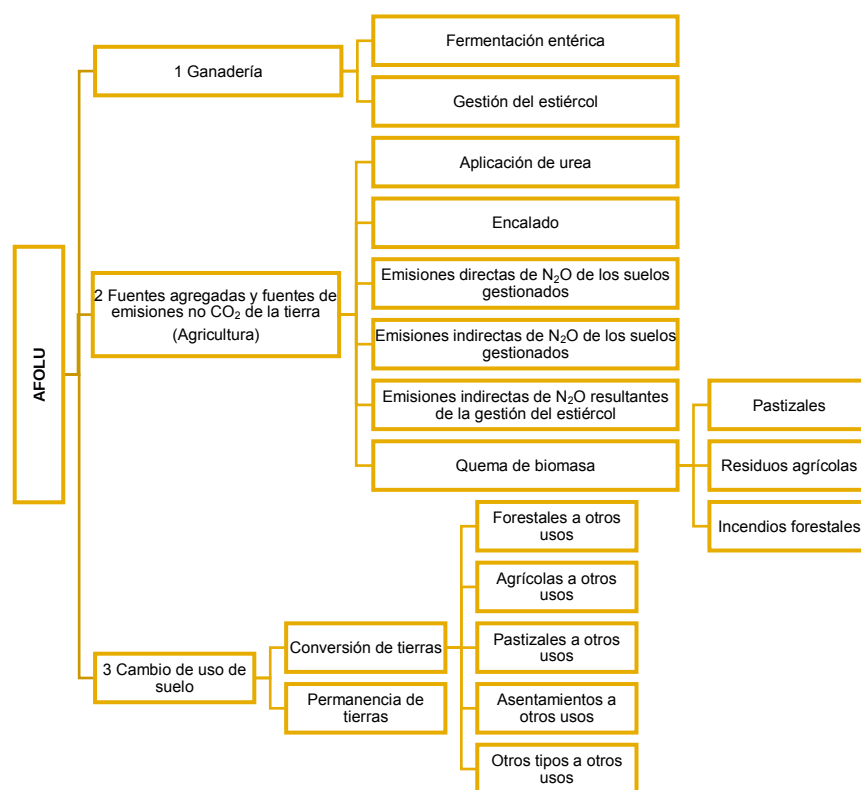


Figura 8. Subcategorías del sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la metodología de IPCC 2006, se identifican los tipos de actividades que se deben evaluar dentro del área de estudio. En la Figura 8 se muestran las actividades para las cuales se estimaron las emisiones desagregadas por sus subcategorías.

Agricultura y Ganadería

En México, a nivel federal la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (antes SAGARPA), es quien tiene la atribución legal de dar seguimiento y promover políticas públicas que fomenten el desarrollo del sector agropecuario en todo el territorio nacional. A su vez, las entidades federativas en colaboración con SADER y los municipios realizan acciones para fomentar el desarrollo del sector a través de diferentes esquemas de financiamiento, capacitación y tecnificación. En consecuencia, existen en los tres órdenes de gobierno entidades o dependencias que llevan a cabo labores de seguimiento de las actividades productivas del sector, lo que es de suma importancia pues hay diferentes fuentes de información para cada uno de los rubros. Con fines de este reporte se consideró como fuente primaria de la información al Sistema de información Agroalimentario y Pesquero (SIAP), dependiente del SADER; así como fuentes complementarias como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS).

Municipio	Bovino Carne	Bovino Leche	Porcino	Caprino	Ovino	Caballar	Asnal	Mular	Ave Carne	Ave Huevo	Guajolote	Conejo
Amealco de Bonfil	16,744	646	3,273	-	28,149	1,678	391	27	261,247	-	3,221	189
Pinal de Amoles	3,203	458	1,105	1,479	1,177	260	245	234	1,286	2,600	282	-
Arroyo Seco	6,557	268	957	182	211	224	132	79	1,406	2,500	224	-
Cadereyta de Montes	8,744	1,022	29,365	13,919	2,790	1,462	769	70	71,436	13,020	181	3,110
Colón	34,632	35,755	20,465	5,629	3,434	602	531	175	974,999	8,100	161	89
Corregidora	5,156	2,285	1,674	1,764	4,129	2,165	610	245	51,950	2,410	30	76
Ezequiel Montes	19,556	2,275	54,408	2,042	1,554	537	180	40	848,805	12,540	199	1,639
Huimilpan	4,799	677	5,373	2,908	5,674	2,230	567	270	176,224	2,415	47	97
Jalpan de Serra	11,833	83	1,322	168	702	387	248	207	1,752	2,200	440	-
Landa de Matamoros	7,992	455	1,281	325	323	455	245	254	2,600	1,860	194	-
El Marqués	11,298	42,277	13,606	5,342	7,844	3,155	400	108	723,572	2,245	332	56
Pedro Escobedo	13,300	13,060	6,696	2,782	3,062	741	270	27	106,175	-	238	187
Peñamiller	3,637	-	5,520	18,818	1,883	189	103	14	2,296	1,520	107	153
Querétaro	7,878	5,513	19,481	2,841	4,294	1,567	712	185	98,455	1,006,062	460	50
San Joaquín	1,418	-	3,853	1,066	1,099	156	189	76	297	5,790	276	71
San Juan del Río	43,115	2,243	8,684	8,696	7,570	2,041	680	296	80,023	240,800	1,030	661
Tequisquiapan	13,302	4,930	21,413	2,778	2,665	1,041	34	-	930,434	-	192	316
Tolimán	4,000	2,094	11,797	8,499	1,243	165	211	30	92,719	1,900	101	1,160
Estatal	217,164	114,040	210,272	79,239	77,805	19,055	6,517	2,337	4,425,675	1,305,962	7,715	7,855

Tabla 41. Distribución de la población de ganado por municipio, 2014.

Fuente: SEDEA, SADER, 2015.

Fuentes agregadas y fuentes de emisiones No CO₂ (Agricultura)

A nivel municipal, la intensidad de la actividad es variable dependiendo del tipo de ganado. Los municipios de Colón, San Juan del Río, Ezequiel Montes y El Marqués presentaban para el año 2015 las mayores poblaciones. En la Tabla 41, se muestra la caracterización detallada de la población a nivel municipal obtenida de información entregada vía oficio por parte de SADER (Inventario 2015 Número de cabezas de ganado por especie y municipio) y del Anuario Estadístico del Sector Rural Querétaro 2015 (Inventario ganadero por municipio, según especie a diciembre de 2014).

Como parte de esta subcategoría se consideran fuentes de emisión:

1. Encalado.
2. Aplicación de fertilizantes: urea, sintéticos, estiércol.
3. Quema de biomasa: pastizales, residuos agrícolas, incendios forestales.

Encalado

Municipio	Superficie sembrada de maíz (ha)	Cantidad de cal aplicada (t)
Amealco de Bonfil	18,654	37,308
Pinal de Amoles	620	1,240
Arroyo Seco	1,118	2,236
Cadereyta de Montes	4,005	8,010
Colón	8,985	17,970
Corregidora	4,544	9,088
Ezequiel Montes	2,515	5,030
Huimilpan	10,370	20,740
Jalpan de Serra	1,242	2,483
Landa de Matamoros	1,050	2,100
El Marqués	17,573	35,146
Pedro Escobedo	13,164	26,328
Peñamiller	777	1,554
Querétaro	10,410	20,820
San Joaquín	718	1,436
San Juan del Río	19,205	38,410
Tequisquiapan	5,740	11,480
Tolimán	934	1,868

Tabla 42. Aplicación de cal por municipio.

Fuente: SIAP, 2015.

El pH del suelo influye en la disponibilidad de los nutrimentos para las plantas, para mejorar el rendimiento de los suelos productivos agrícolas. Es una técnica comúnmente aplicada para

mantener el pH del suelo entre 6.5 y 7, en suelos ácidos suele aplicarse cal como mejorador de este; con lo cual se favorece un ambiente propicio para el desarrollo normal de los cultivos, principalmente la raíz. Se verificó la base de datos de costos de producción desarrollada por el SIAP, de acuerdo con la cual para el Estado de Querétaro se tienen registros de la aplicación de cal en el cultivo de maíz para el año 2015, considerando un consumo de 2,000 kg/ha de CO_3Ca (Tabla 42).

Aplicación de fertilizantes

Hay diferentes fuentes de nitrógeno aplicadas al suelo, fertilizantes sintéticos, orgánicos y/o estiércol por diferentes vías, que generan emisiones de manera indirecta. Los principales procesos son:

- Volatilización de nitrógeno, resultante en deposiciones atmosféricas de amoníaco (NH_3) y óxidos de nitrógeno (NO_x).
- Pérdida de nitrógeno (N) por lixiviación y escorrentía.
- Disposición de N contenido en aguas residuales.

Las variables básicas para la estimación de N utilizan la cantidad de nitrógeno (kg N/año) incorporado al suelo, ya sea como fertilizante o como estiércol. Con el objeto de estimar la cantidad de nitrógeno que se volatiliza o se lixivia se utilizan diferentes factores por omisión de IPCC, así como datos de la base de costos de producción agrícola de SADER. Se cuantificaron las emisiones de tres tipos de fertilización: 1) Urea, 2) Estiércol y 3) Aplicación de fertilizantes.

Para el caso de Urea se consideró la información proporcionada vía oficio por SADER sobre su uso como fertilizante por municipio como parte de su Programa soluciones para mejorar la fertilidad del suelo y competitividad (SADER, 2017) (Tabla 43).

La cantidad de fertilizantes sintéticos utilizada en el Estado de Querétaro se estimó del consumo aparente nacional. Los datos se tomaron de Faostat en la categoría de nutrientes totales como nitrógeno ("N total nutrientes") que para 2015 fue de **1,361,598** toneladas. Del consumo aparente se ajusta el contenido de N por kilogramo de fertilizante a 34.5% de N, que es la media nacional de N en los fertilizantes nitrogenados, y se desagregó por superficie fertilizada de acuerdo a la SADER por municipio (Tabla 44).

Municipio	Urea aplicada como fertilizante (t/año)
Amealco de Bonfil	2261.7
Pinal de Amoles	74.3
Arroyo Seco	18.85
Cadereyta de Montes	40.2
Colón	292.45
Corregidora	29.6
Ezequiel Montes	14.15
Huimilpan	351.85
Jalpan de Serra	123.5
Landa de Matamoros	33.8
El Marqués	303.1
Pedro Escobedo	1358.925
Peñamiller	10.1
Querétaro	67.15
San Joaquín	6.15
San Juan del Río	1370.525
Tequisquiapan	227.7
Tolimán	52.45

Tabla 43. Aplicación de Urea por municipio.

Fuente: SADER, 2015.

Las emisiones por aplicación de estiércol como fertilizante utilizan el mismo dato de actividad que para las emisiones por manejo de estiércol.

Municipio	Superficie sembrada total (ha)	Superficie sembrada fertilizada (ha)	N _{INPUT} (kg N / año)
Amealco de Bonfil	20,132	18,384	573,373.82
Pinal de Amoles	1,115	203	6,331.19
Arroyo Seco	2,012	1,172	36,552.51
Cadereyta de Montes	7,379	2,951	92,039.34
Colón	15,903	14,423	449,826.65
Corregidora	5,944	1,656	51,647.57
Ezequiel Montes	4,551	3,043	94,892.43
Huimilpan	11,903	4,403	137,308.94
Jalpan de Serra	1,851	887	27,676.36
Landa Matamoros de	2,122	1,009	31,468.84
El Marqués	22,760	16,927	527,918.65
Pedro Escobedo	19,344	18,735	584,309.94
Peñamiller	1,427	653	20,365.86
Querétaro	12,614	7,884	245,871.76
San Joaquín	1,042	465	14,508.73
San Juan del Río	23,345	19,652	612,893.88
Tequisquiapan	8,108	6,098	190,176.90
Tolimán	1,528	1,228	38,299.04

Tabla 44. Cantidad de fertilizante aplicado por municipio.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT y SADER, 2015.

Quema de biomasa

La quema de biomasa es una fuente importante de GEI principalmente de CH₄ y CO₂; sin embargo, podría presentar una considerable variabilidad especialmente en lo que se refiere a incendios forestales, en tanto que para las cuestiones agrícolas la importancia depende de las técnicas de disposición de los residuos en campo luego de la cosecha. Para fines del Inventario, la metodología IPCC considera neutras las emisiones de CO₂ por quema de residuos agrícolas e incluye en la contabilidad las emisiones de N₂O. En el caso de los residuos agrícolas únicamente se contabilizaron los residuos quemados en campo, ya que de los posibles utilizados como fuente de energía no se cuenta con información. El cálculo consideró los cultivos de maíz y trigo reportados por SADER (Tabla 45). Se obtuvieron datos anuales por municipio del SIAP.

Municipio	Superficie cosechada de trigo (ha)	Producción de trigo (t)	Superficie cosechada de maíz (ha)	Producción de maíz (t)
Amealco de Bonfil	-	-	18,654	49,368
Pinal de Amoles	-	-	570	428
Arroyo Seco	-	-	643	495
Cadereyta de Montes	-	-	4,005	1,940
Colón	12	60	8,985	89,228
Corregidora	26	36.4	4,544	16,298
Ezequiel Montes	-	-	2,515	24,220
Huimilpan	20	24	10,370	42,112
Jalpan de Serra	-	-	925	811
Landa de Matamoros	-	-	730	787
El Marqués	60	2130	17,573	454,220
Pedro Escobedo	123	836.4	13,164	200,461
Peñamiller	-	-	777	941
Querétaro	66	2343.6	10,410	63,521
San Joaquín	-	-	718	645
San Juan del Río	422	1195.2	18,455	110,295
Tequisquiapan	-	-	5,740	56,690
Tolimán	-	-	934	1,191

Tabla 45. Superficie de siembra/cosecha de trigo y maíz en el estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER, 2015.

Para quema de pastizales e Incendios forestales se utilizó información anual publicada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para el Estado de Querétaro en el caso de los pastizales y a nivel municipal para el caso de áreas forestales (Tabla 46).

Municipio	Uso de suelo inicial	Uso de suelo durante el año de reporte	Superficie quemada (ha)
Amealco de Bonfil	Bosque de encino	Pastizales	2
Cadereyta	Matorral crasicaule	Pastizales	5
Cadereyta	Bosque de encino-pino	Pastizales	18
Corregidora	Matorral crasicaule	Pastizales	0.75
El Marqués	Pastizal natural	Pastizales	2.5
Querétaro	Matorral crasicaule	Pastizales	3
Cadereyta	Matorral crasicaule	Matorrales arbusto	5
Cadereyta	Bosque de encino-pino	Matorrales arbusto	4
Cadereyta	Bosque de encino-pino	Renuevo	3
Corregidora	Matorral crasicaule	Matorrales arbusto	1
Querétaro	Matorral crasicaule	Matorrales arbusto	5

Tabla 46. Información de incendios forestales y pastizales.

Fuente: CONAFOR, 2015

Cambio de uso de suelo

La estimación de la emisión o absorción de gases de efecto invernadero, para el sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, en el periodo de 2010-2015, se realizó como establecen las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Emisiones de GEI por la categoría de AFOLU

Emisiones por Ganadería

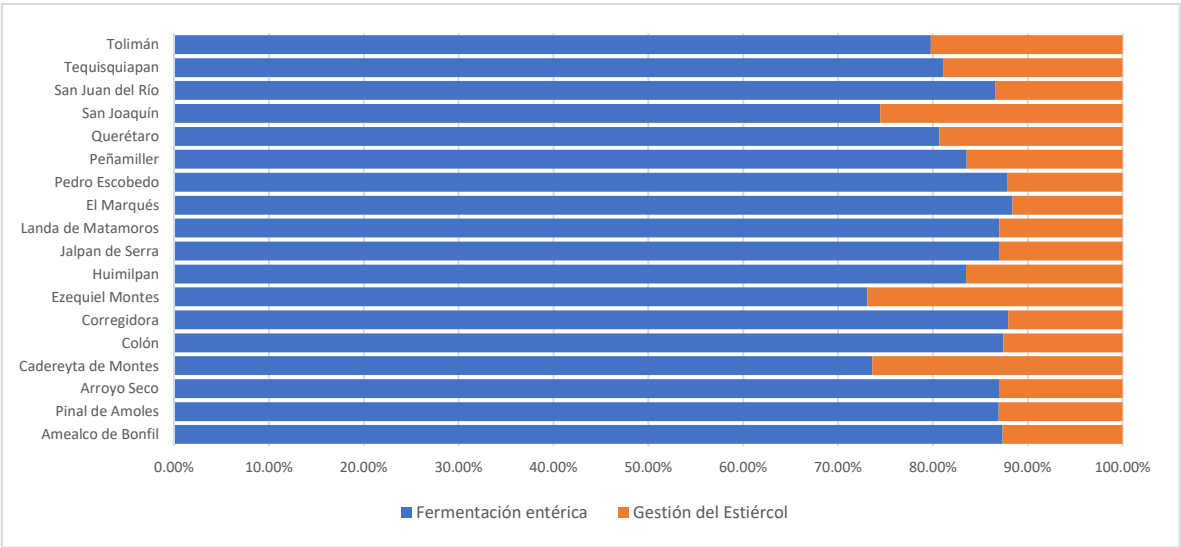
La ganadería es una de las principales fuentes de emisión de GEI tanto por el producto de la fermentación entérica de rumiantes como por el manejo del estiércol y su aplicación como fertilizante. Los resultados por municipio por gas de efecto invernadero son (Tabla 47):

Municipio	Fermentación entérica, CH ₄	Gestión de estiércol, CH ₄	Gestión de estiércol, N ₂ O	Emisiones totales CO ₂ e
	(t/año)			
Amealco de Bonfil	1,039.63	32.22	12.52	33,328.98
Pinal de Amoles	223.50	5.90	2.92	7,198.43
Arroyo Seco	347.89	8.60	4.60	11,199.69
Cadereyta de Montes	668.81	37.98	21.33	25,441.29
Colón	5,456.69	94.84	72.68	174,703.85
Corregidora	561.54	14.72	6.58	17,878.76
Ezequiel Montes	1,248.79	75.84	40.55	47,834.28
Huimilpan	394.96	18.26	6.31	13,242.94
Jalpan de Serra	586.84	14.98	7.64	18,875.33
Landa de Matamoros	444.07	11.24	5.81	14,287.04
El Marqués	5,088.77	70.52	63.26	161,223.92
Pedro Escobedo	2,045.56	32.12	26.37	65,162.20
Peñamiller	286.02	11.33	4.74	9,580.99
Querétaro	1,041.12	48.11	21.22	36,121.47
San Joaquín	87.36	5.15	2.62	3,284.35
San Juan del Río	2,414.60	65.89	32.58	78,086.68
Tequisquiapan	1,212.80	50.06	24.51	41,855.44
Tolimán	474.04	17.50	10.85	16,639.62
Estatal	23,623.01	615.24	367.07	775,945.25

Tabla 47. Emisiones por ganadería a nivel municipal.

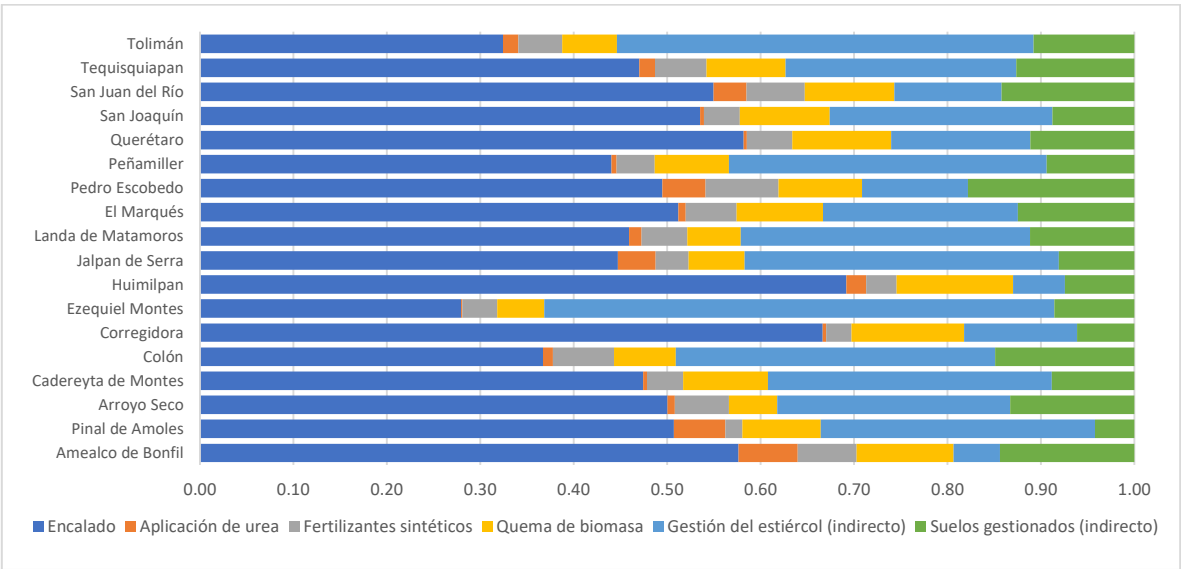
Fuente: Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

En términos de CO₂e, la principal fuente de emisión es la fermentación entérica con un total estatal por esta categoría de 661,444.29 toneladas equivalente al 85%, y el manejo de estiércol corresponde a 114,500.96 toneladas de CO₂e (Gráfica 22). Los municipios de Colón y El Marqués son los que mayor aportación por esta categoría tienen en la entidad, con el 22 y 20% respectivamente.



Gráfica 22. Emisiones de CO₂e por subcategoría de Ganadería.
Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Emisiones por Fuentes agregadas y fuentes de emisiones No CO₂ (Agricultura)



Gráfica 23. Emisiones de CO₂e por subcategoría Agrícola.
Fuente: Elaboración propia, con datos de Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Las emisiones por la actividad agrícola se presentan en la Tabla 48 a nivel municipal.

Un análisis de las emisiones de la subcategoría agrícola a nivel municipal revela que el mayor porcentaje de emisiones se deriva del encalado, excepto en el municipio de Ezequiel Montes, donde se aprecia una contribución importante de la gestión del estiércol. Dicha contribución representa el 55% del total de emisiones de CO₂e en la subcategoría, y un fenómeno similar se observa en el municipio de Tolimán, donde la gestión del estiércol aporta el 44% de las emisiones de CO₂e dentro de la subcategoría (Gráfica 23).

Municipio	Encalado	Aplicación de urea	Fertilizantes sintéticos	Quema de biomasa	Emisiones indirectas	
					Gestión del estiércol	Suelos gestionados
	(t/año)					
Amealco de Bonfil	15,490.83	1,703.99	1,688.44	2,788.33	1,337.82	3,864.23
Pinal de Amoles	514.87	55.98	18.64	85.17	298.16	42.67
Arroyo Seco	928.42	14.20	107.64	96.08	462.56	246.34
Cadereyta de Montes	3,325.87	30.29	271.03	637.10	2,129.01	620.30
Colón	7,461.41	220.33	1,324.63	1,343.39	6,949.13	3,031.59
Corregidora	3,773.47	22.30	152.09	683.78	683.45	348.08
Ezequiel Montes	2,088.53	10.66	279.43	375.80	4,080.12	639.52
Huimilpan	8,611.55	265.09	404.34	1,550.88	692.54	925.39
Jalpan de Serra	1,031.06	93.05	81.50	138.16	774.82	186.52
Landa de Matamoros	871.95	25.47	92.67	109.08	587.52	212.08
El Marqués	14,593.14	228.36	1,554.59	2,635.41	5,941.41	3,557.89
Pedro Escobedo	10,931.77	1,023.83	1,720.65	1,975.30	2,500.55	3,937.93
Peñamiller	645.24	7.61	59.97	116.10	498.54	137.25
Querétaro	8,644.77	50.59	724.03	1,574.82	2,210.01	1,657.04
San Joaquín	596.41	4.63	42.72	107.32	265.79	97.78
San Juan del Río	15,948.40	1,032.57	1,804.82	2,786.01	3,322.22	4,130.57
Tequisquiapan	4,766.67	171.55	560.02	857.70	2,503.91	1,281.69
Tolimán	775.62	39.52	112.78	139.56	1,067.44	258.11
Estatal	101,000	5,000	11,000	18,000	36,305	25,175

Tabla 48. Emisiones de CO₂e de la subcategoría agrícola a nivel municipal.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Estimación de emisiones derivadas del Cambio de Uso de Suelo

Para el análisis del Cambio de Uso de Suelo se usaron las siguientes clasificaciones de cambios de uso de suelo:

- Deforestación (tierras forestales convertidas en tierras agrícolas, pastizales, asentamientos humanos, infraestructura industrial, y zonas sin vegetación aparente);
- Degradación forestal (tierras forestales convertidas en tierras forestales perturbadas);
- Recuperación forestal (tierras forestales perturbadas convertidas en tierras forestales primarias y matorrales convertidos en tierras forestales);
- Forestación/reforestación (tierras no forestales convertidas en tierras forestales);
- Otros cambios de uso de suelo, incluyendo:
 - Tierras de cultivo convertidas en asentamientos humanos e infraestructura industrial;
 - Pastizales convertidos en asentamientos humanos, infraestructura industrial, y zonas sin vegetación aparente;
 - Cuerpos de agua convertidos en tierras de cultivo.

Se excluyeron del análisis las clases de cambio de uso de suelo con tasas de conversión menos de 10 hectáreas por año dado su baja representatividad. Las conversiones entre tierras de cultivo anuales, tierras de cultivo permanentes y semipermanentes y pastizales se incluyen en la línea base del sector agropecuario. El cambio en el área de uso de la tierra se estimó utilizando los datos espaciales de resolución 100x100 metros de uso de suelo histórico como parte del estudio de la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado (POEREQ), realizado por la Subsecretaría del Medio Ambiente de la SEDESU.

Para los contenidos de carbono en tierras de cultivo y pastizales, debido a la falta de datos disponibles a nivel nacional, se usaron datos predeterminados de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y, en su caso, de los Refinamientos de 2019 de estas directrices⁴. Estos contenidos solo son de biomasa viva. Las emisiones de carbono orgánico del suelo de la conversión a tierras agrícolas se contabilizan en el sector agropecuario. Para los asentamientos humanos, infraestructura industrial, cuerpos de agua y zonas sin vegetación aparente, las reservas de carbono se consideran cero.

Para evaluar los aumentos de los contenidos de carbono en los nuevos bosques como resultado de la forestación/reforestación, se aplicaron los factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que se convierten a terrenos forestales⁵, calculados al nivel nacional y proporcionados por CONAFOR, para estimar las tasas anuales de remoción por los primeros 20 años después de la conversión (Tabla 50).

⁴ <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

⁵ Por la falta de factores de emisión disponibles de otros tipos de vegetación convertidos a terrenos forestales, se aplican estos factores para estimar las remociones de todas las conversiones de tierras no forestales a tierras forestales.

Después de 20 años, se aplicaron los factores de emisión nacionales de tierras forestales que permanecen como tierras forestales. Igual que en el caso de los contenidos de carbono, se realizó un proceso de alineamiento para identificar el factor de emisión para cada tipo de bosque debido a la diferencia entre la clasificación de bosques del análisis de usos de suelo del Programa del Ordenamiento Ecológico y la clasificación usada para identificar los factores de emisión.

Tipo de bosque	Contenidos de carbono (tonelada métrica C ha ⁻¹)	Alineamiento con los contenidos de carbono de los tipos de bosques identificado en el Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales de México
Bosque templado	34.0	El promedio de los contenidos de carbono de Bosques de Coníferas Primarios y Bosques de Encino Primarios
Bosque templado perturbado	23.1	El promedio de los contenidos de carbono de Bosques de Coníferas Secundarios y Bosques de Encino Secundarios
Bosque tropical	36.4	El promedio de los contenidos de carbono de Selvas Caducifolia Primarias, Selvas Perennifolias Primarias, y Selvas Subcaducifolias Primarias
Bosque tropical perturbado	20.1	El promedio de los contenidos de carbono de Selvas Caducifolia Secundarias, Selvas Perennifolias Secundarias, y Selvas Subcaducifolias Secundarias
Bosque mesófilo de montaña	47.1	El contenido de carbono Bosques Mesófilos de Montaña Primarios
Bosque mesófilo de montaña perturbado	22.8	El contenido de carbono Bosques Mesófilos de Montaña Secundarios
Matorral	5.4	El contenido de carbono de Matorrales Xerófilos Leñosos Primarios
Matorral perturbado	4.0	El contenido de carbono de Matorrales Xerófilos Leñosos Secundarios

Tabla 49. Contenidos de carbono de biomasa aérea y subterránea de diferentes tipos de bosques.

Fuente: Modificada de CONAFOR, 2014.

Tipo de bosque ⁶	Factores aplicados a los primeros 20 años		Factores aplicados después de 20 años		Alineamiento con los contenidos de carbono de los tipos de bosques identificados en el Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales de México
	Biomasa aérea (tonelada métrica C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Raíces (tonelada métrica C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Biomasa aérea (tonelada métrica C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Raíces (tonelada métrica C ha ⁻¹ año ⁻¹)	
Bosque templado perturbado	0.95	0.23	0.33	0.08	El promedio de los factores de remoción de Bosques de Coníferas Secundarios y Bosques de Encino Secundarios
Bosque tropical	1.24	0.31	0.30	0.07	El promedio de los factores de remoción de Selvas Caducifolia Primarias, Selvas Perennifolias Primarias, y Selvas Subcaducifolias Primarias
Bosque tropical perturbado	0.90	0.23	0.57	0.14	El promedio de los factores de remoción de Selvas Caducifolia Secundarias, Selvas Perennifolias Secundarias, y Selvas Subcaducifolias Secundarias

Tabla 50. Factores de remoción de forestación/reforestación.

Fuente: Modificada de CONAFOR, 2014.

Factores de emisión para GEI no-CO₂ de incendios forestales y pastizales

Los factores de emisión para las emisiones de gases no CO₂ de incendios se calculan multiplicando la masa disponible para la combustión (M_b toneladas ha⁻¹) por la proporción de esta masa de combustible que fue consumida (C_i) por la cantidad de un gas de efecto invernadero particular emitido por unidad de materia seca quemada (G_{ef} en g kg⁻¹) y luego dividiendo el producto entre 1000.

Para estimar la masa disponible para la combustión para cada una de las categorías de incendios forestales (arbolado renuevo, arbolado adulto, matorral y/o arbustivo, pastizal y herbáceo), se utilizaron los valores estimados de biomasa aérea (en toneladas de materia seca) para cada una de estas categorías, con el supuesto que la biomasa subterránea no se quema durante los incendios.

Para arbolado renuevo y adulto, estos valores se estimaron al promediar los contenidos de carbono de los diferentes tipos de bosques⁷. Los promedios fueron ponderados por las áreas de los diferentes tipos de bosques dentro del Estado. Luego se dividieron los promedios ponderados por la fracción de carbono 0.47. Como no había información disponible sobre materia orgánica

⁶ Según el análisis espacial, el área reforestada se clasificó como bosque templado perturbado, bosque tropical, y bosque tropical perturbado.

⁷ Los bosques primarios se clasificaron como arbolado adulto, y los bosques secundarios se clasificaron como arbolado renuevo.

muerta, este grupo fue excluido. Es importante tener en cuenta que la materia orgánica muerta es generalmente un reservorio importante para considerar al evaluar las emisiones, ya que es más propensa a la quema que la biomasa viva. Como resultado, su exclusión probablemente conducirá a una subestimación de las emisiones de incendios forestales. Para estimar el factor de combustión y el factor de emisión de metano y óxido nítrico, se aplicaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 (Tabla 51).

Categoría de incendio	Masa disponible para la combustión, tonelada materia seca ha ⁻¹	Factor de combustión (proporción de la biomasa combustible previa al incendio consumida)	Factor de emisión para CH ₄ (metano), g kg ⁻¹ materia seca quemada	Factor de emisión para N ₂ O (óxido nítrico), g kg ⁻¹ materia seca quemada
Arbolado renuevo	37.30	0.55	6.8	0.2
Arbolado adulto	58.87	0.36	6.8	0.2
Matorral y/o Arbustivo	8.57	0.95	6.8	0.2
Pastizal y Herbáceo	8.70	0.77	2.3	0.21

Tabla 51. Valores aplicados para estimar emisiones de metano y óxido nítrico de incendios forestales por hectárea.

Fuente: IPCC, 2006.

Las emisiones de metano y óxido nítrico se convirtieron en equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e) utilizando potenciales de calentamiento global del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5)⁸.

Para el cálculo de emisiones y remociones de todas las actividades de cambio de uso de suelo, con la excepción de la forestación/reforestación, las emisiones totales se estimaron multiplicando los datos de actividad de cada año por los factores de emisión respectivos. En el caso de la forestación/reforestación, dado que el área forestada/reforestada en el año 1 continúa capturando carbono de la atmósfera en los años siguientes, se estimaron las remociones para el área que se convirtió en bosques en un año determinado (por ejemplo, 2030) más las remociones de las áreas convertidas a bosques en años anteriores dentro del período de referencia (en el caso de 2030, las remociones se contabilizan para áreas convertidas a bosques de 1980 a 2029). También es importante tener en cuenta las remociones de la forestación/reforestación que ocurrieron antes del comienzo del período de referencia pero que continúan capturando carbono de la atmósfera durante el período de referencia. Como tal, las tasas históricas de

⁸ Potencial de calentamiento global a 100 años, Tabla 8.7 disponible en: https://ar5-syr.ipcc.ch/resources/htmlpdf/WG1AR5_Chapter08_FINAL/.

forestación/reforestación a partir de 1980 se estimaron utilizando las tasas anuales promedio de reforestación/forestación entre los periodos 2011-2014.

Emisiones derivadas del Cambio de Uso de Suelo

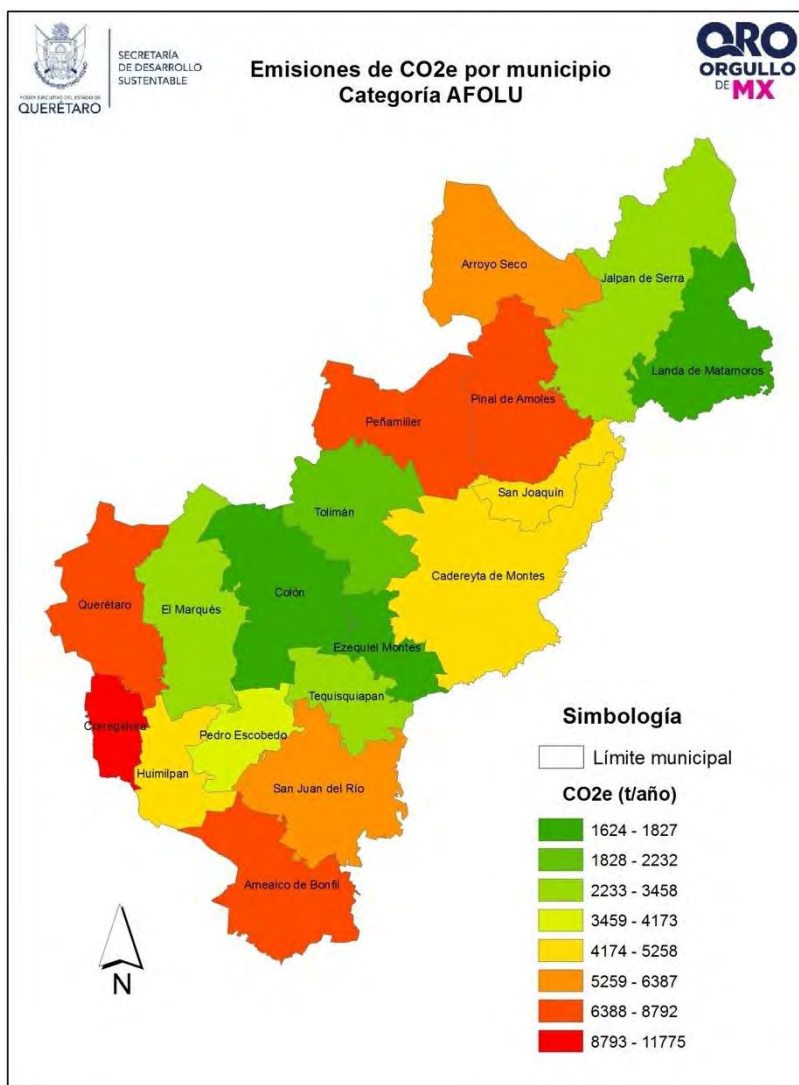
Las emisiones anuales promedio de 2000 a 2014 son 156,616 tCO₂e. En este sentido, la deforestación y la degradación son los mayores emisores de GEI durante un periodo histórico y en el futuro.

Municipio	Emisiones de CO ₂ e (t/año)
Amealco de Bonfil	8,521.50
Pinal de Amoles	7,207.26
Arroyo Seco	6,387.28
Cadereyta de Montes	5,258.30
Colón	1,826.56
Corregidora	11,774.66
Ezequiel Montes	1,623.91
Huimilpan	5,099.12
Jalpan de Serra	3,310.68
Landa de Matamoros	1,642.63
El Marqués	3,370.21
Pedro Escobedo	4,172.80
Peñamiller	8,792.37
Querétaro	7,435.33
San Joaquín	4,958.00
San Juan del Río	5,687.02
Tequisquiapan	3,458.49
Tolimán	2,231.87
Estado	92,758.00

*Tabla 52. Emisiones de CO₂e, de la subcategoría Cambio de Uso de Suelo.
Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.*

De 2000 a 2014, las emisiones totales por deforestación y degradación constituyeron el 50% y el 41% respectivamente de las emisiones totales. Para el periodo de análisis se registró una remoción promedio anual de -10,083 tCO₂e. En general el análisis muestra que la subcategoría Cambio de Uso de Suelo es una fuente neta de gases de efecto invernadero, con un total de

92,758 tCO₂e. En la Tabla 52 y Mapa 40, se muestran los resultados de emisiones de CO₂e de dicha subcategoría a nivel municipal.



Mapa 40. Emisiones de CO₂e, de la subcategoría Cambio de Uso de Suelo.
Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.

4.3.7 Estimación de emisiones de GEI de la categoría de Desechos.

Dentro la categoría de desechos se incluyen las fuentes de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O de los residuos sólidos y las aguas residuales; en donde las emisiones de CH₄ provienen de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica que forma parte de los residuos sólidos, tanto si su disposición es controlada como si no lo es, así como las emisiones generadas durante los procesos de tratamiento y disposición de aguas de desecho, tanto de carácter municipal como industrial (Figura 9).

Subcategorías consideradas dentro de la categoría de Desechos

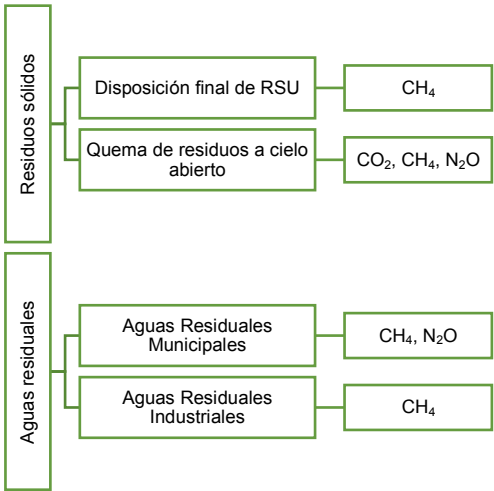


Figura 9. Subcategorías de la categoría Desechos.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la quema de RSU a cielo abierto, se obtuvo la información de la Encuesta intercensal 2015 (INEGI), que indica que el 2.02% de la población en la entidad quema sus residuos. Por lo que, considerando que en el Estado cada persona tiene una generación de residuos de 0.88 kg/día (SEDESU), se quemaron 13,225.45 toneladas de RSU en 2015 (Tabla 53).

Entidad	% Residuos sólidos generados que se lleva a un sitio de disposición final	% Residuos sólidos que se queman a cielo abierto	Residuos sólidos urbanos generados en 2015 (t)
Estado de Querétaro	97.1	2.02	654,725

Tabla 53. Disposición de RSU en el Estado de Querétaro.
Fuente: INEGI, SEDESU, 2015.

Respecto al tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el 2015 se suministraron en la entidad 5,109 lps de agua, cubriendo el 95.1% de la población. Del total de la población en el Estado, el 94.6% cuenta con servicio de alcantarillado (CONAGUA, 2016).

Se obtuvo información de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación en el Estado de Querétaro en 2015 (Tabla 54). Además, se complementó dicha información para el caso de agua residual no tratada generada en la entidad con datos públicos de la CONAGUA en sus anuarios estadísticos para el año 2015 (CONAGUA, 2016).

Agua residual	Número de plantas de tratamiento	Agua residual generada (lps)	Caudal tratado (lps)	Cobertura de tratamiento (%)
Municipal	51	3,435	1,732	53.3
Industrial	156	nr	662	nr

Tabla 54. Plantas de tratamiento de aguas residuales en la entidad.

Fuente: CONAGUA, 2015.

Emisiones de GEI generadas por Desechos

Las emisiones de GEI en la entidad por la categoría Desechos ascendieron a 614,681 toneladas de CO₂e en 2015, donde la mayoría son debido a la generación de metano con 20,841.88 toneladas, 2,854.88 toneladas de CO₂ y 106.62 toneladas de N₂O (Tabla 55).

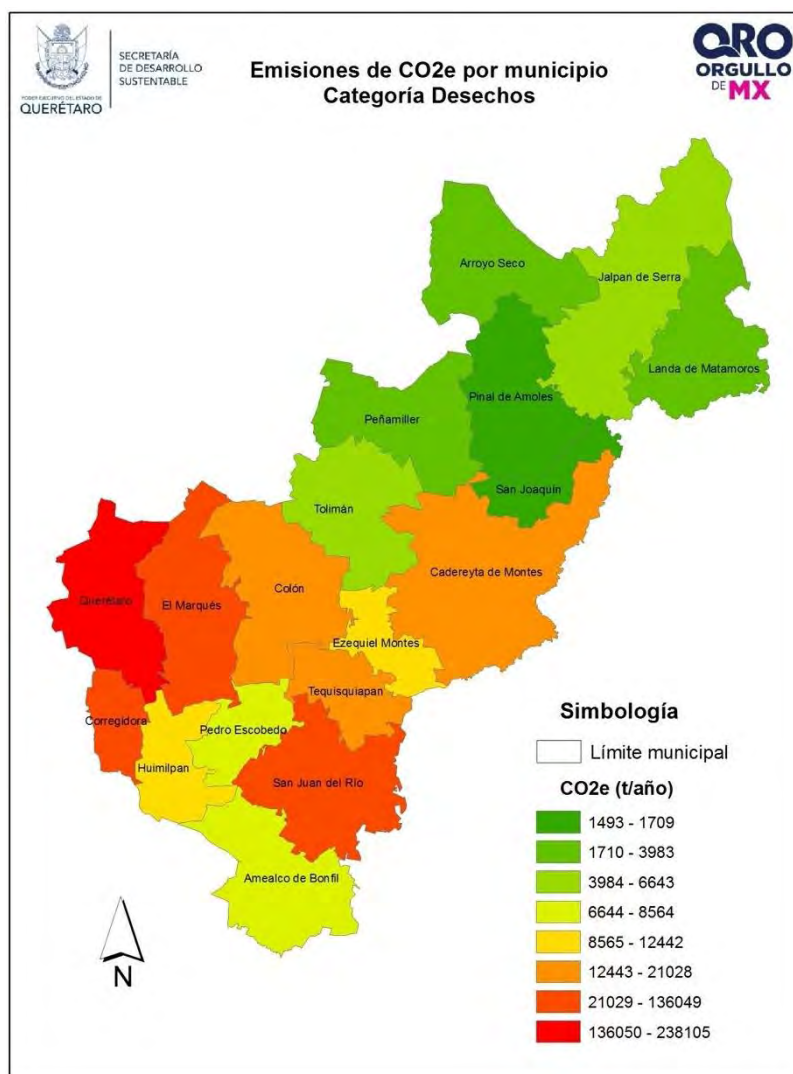
Como era de esperarse, los municipios con mayor índice de población y aquellos con las zonas urbanas más grandes en la entidad presentan mayores emisiones. Tal es el caso del municipio de Querétaro y San Juan del Río, que contribuyen con el 39% y 22%, respectivamente de las emisiones de esta categoría en la entidad. Cabe destacar que aun cuando el municipio de Querétaro alberga más del 70% de la generación de RSU en la entidad, el sitio de disposición final en el municipio tiene un sistema de captura de biogás que en 2015 operaba y con ello mitigó emisiones importantes de CH₄ a la atmósfera.

En el Mapa 41 se presenta la distribución de las emisiones a nivel municipal de CO₂e en la categoría Desechos, donde destacan los municipios de Querétaro y San Juan del Río, por la magnitud de la población presente en ellos, que generan dichos desechos.

Municipio	Disposición final de RSU	Municipales no tratadas	Municipales tratadas	Industriales	Quema de residuos a cielo abierto	Municipales no tratadas
	CH ₄ (t)				CO ₂ (t)	N ₂ O (t)
Amealco de Bonfil	145.23	121.13	6.12	-	85.80	3.20
Pinal de Amoles	-	46.76	0.31	-	35.89	1.34
Arroyo Seco	74.57	25.16	0.08	-	18.64	0.70
Cadereyta de Montes	375.76	169.15	2.85	-	97.41	3.64
Colón	558.47	156.32	2.05	-	87.77	3.28
Corregidora	1,437.42	110.83	411.33	-	254.46	9.50
Ezequiel Montes	277.58	144.66	-	-	56.82	2.12
Huimilpan	277.93	75.37	9.77	-	53.63	2.00
Jalpan de Serra	144.33	56.86	1.16	-	37.68	1.41
Landa de Matamoros	55.58	33.06	0.39	-	25.14	0.94
El Marqués	1,548.18	510.24	11.83	-	218.87	8.17
Pedro Escobedo	-	256.54	0.48	-	95.68	3.57
Peñamiller	91.94	39.33	-	-	28.21	1.05
Querétaro	5,179.55	2,348.41	457.96	38.78	1,231.00	45.97
San Joaquín	31.77	16.06	0.32	-	13.28	0.50
San Juan del Río	2,065.55	382.54	93.96	2,170.54	375.92	14.04
Tequisquiapan	418.28	234.69	2.88	-	99.08	3.70
Tolimán	146.39	73.78	1.68	-	39.60	1.48
Estado	12,828.53	4,800.89	1,003.15	2,209.32	2,854.88	106.62

Tabla 55. Emisiones totales de la categoría de Desechos.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.



Mapa 41. Emisiones de CO₂e, de la categoría Desechos.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Inventario Estatal de Emisiones de GEI.

En términos de CO₂e se observa que en la disposición final de RSU es el que aporta mayores emisiones en esta categoría con el 58%, seguido de las aguas residuales municipales no tratadas (27%) y el tratamiento de aguas residuales industriales, con el 10% de la emisión en la entidad.

4.3.8 Proyección de emisiones de GEI por la categoría de Desechos

En el caso de la proyección de Desechos, se realizaron las estimaciones con base en el comportamiento de los datos de población obtenidos del Consejo Nacional de Población

(CONAPO), ya que la producción de residuos está directamente relacionada a la población en la entidad. Se espera un aumento en todas las subcategorías derivado del aumento de población (Tabla 56).

Subcategoría	Emisiones CO ₂ e (t)		
	2015	2018	2031
Incineración de desechos	2,854.9	3,032.0	3,695.3
Eliminación de desechos sólidos	359,198.7	381,481.1	464,935.5
Aguas residuales	252,627.0	268,298.4	326,992.4
Total estatal	614,680.60	652,811.45	795,623.17

Tabla 56. Proyección de emisiones de CO₂e para la categoría desechos.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

4.4 Estimación de la incertidumbre, Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Querétaro

Las incertidumbres estimadas para el inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente, como a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

Tal como lo sugieren las Guías de Buenas Prácticas (GBP) de IPCC, no se consideran las incertidumbres asociadas a los valores de Potencial de Calentamiento Global.

Se utilizó la metodología del nivel 1 "Estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes con supuestos simplificados", recomendada en el capítulo 6 de la GBP del IPCC.

Los valores de incertidumbre presentados en el Anexo A contemplan las subcategorías y sectores para los cuales fue posible estimar de manera individual un valor de la incertidumbre para el año 2015, ya sea para el dato de actividad y/o para el factor de emisión. El total de las emisiones consideradas para el cálculo de los valores de incertidumbre representan el 100% de las emisiones totales del inventario.

De acuerdo con esta aproximación, se estima que el inventario tiene una incertidumbre combinada global de 8.48% por la incertidumbre introducida en la contribución de las emisiones.

4.5 Oportunidades de Mitigación

Energía

Las principales oportunidades de mitigación se encuentran en la subcategoría de transporte, ya que ésta genera más de 9 millones de toneladas de CO₂e por año, lo que representa aproximadamente el 46.6% de las emisiones del Estado; por lo cual, la aplicación de medidas implicaría una reducción significativa de las emisiones a la atmósfera.

De igual manera, la aplicación de medidas relacionadas con la eficiencia energética en los distintos sectores del Estado contribuirá a disminuir los combustibles utilizados durante la generación de energía eléctrica, y por ende las emisiones a la atmósfera.

Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

A pesar de la poca contribución porcentual de emisiones en el Estado, la industria de los minerales (1.2%, equivalente a 235 mil toneladas de CO₂e) representa un área de oportunidad para la implementación de medidas de mitigación que, aunque de forma individual no es representativa en el Estado, en conjunto con otras categorías contribuiría a una mayor reducción total.

Dentro de las áreas de oportunidad identificadas está el desarrollo de nuevas tecnologías en procesos de producción, o la implementación de tecnologías limpias para la calefacción y/o refrigeración, así como desarrollar programas que otorguen incentivos a empresas con reducción de emisiones.

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

El cambio de uso de suelo representa la mayor contribución para esta categoría; aunado a esta, los suelos gestionados aportan emisiones a la atmósfera de forma significativa que, en conjunto, representan el 17% de las emisiones en el Estado. Con base en estos resultados, se identificaron áreas de oportunidad en los sistemas de producción al diversificar cultivos y reducir el uso de fertilizantes químicos, así como la tecnificación de la producción. Además, las emisiones generadas por el ganado pueden ser reducidas por la captación y aprovechamiento del metano (CH₄).

Por otra parte, la absorción de CO₂e estimada por permanencias de tierras y pastizales representaría una absorción aproximada del 3% de las emisiones en el Estado, generando un área de oportunidad referente a la conservación de uso de suelo.

Desechos

La disposición final de RSU es la principal contribuyente de emisiones para esta categoría, representando el 1.8% de las emisiones totales en el Estado; seguida del tratamiento y

eliminación de aguas residuales, generados principalmente por las aguas municipales sin tratar. En conjunto, estas subcategorías representan el 2.5% de las emisiones de la entidad, por lo que la implementación de medidas de mitigación, contribuirían a la reducción de emisiones.

Una de las medidas identificadas es mejorar la captación del biogás generado por la carga orgánica contenida en las aguas residuales y en los sitios de disposición final, aprovechándolo como alternativa para la generación de energía.

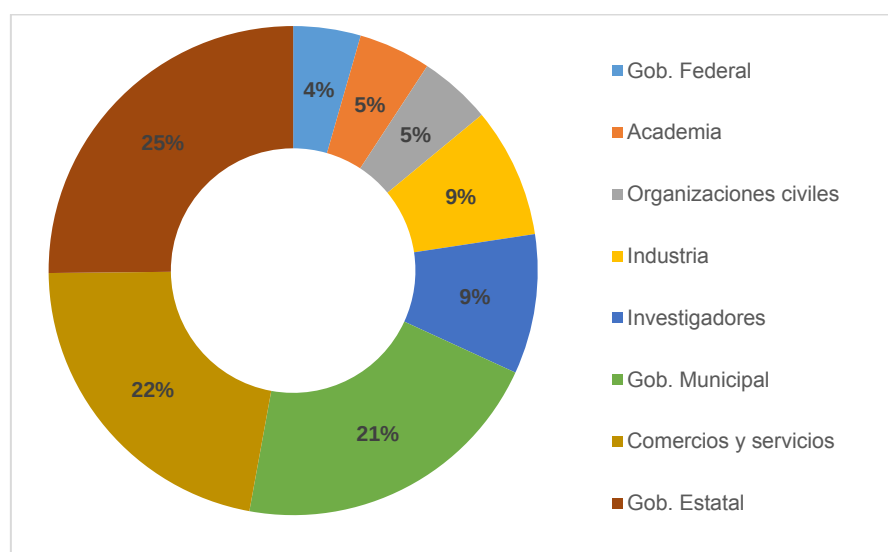
También, el fomento del reciclaje, separación y valorización de los residuos contribuiría a reducir la cantidad de desechos destinados a los sitios de disposición final y con ello a la reducción de emisiones.

5. Agenda Climática

La Agenda Climática Estatal debe ser transversal y considerar el involucramiento y compromiso de todas las dependencias estatales a través de la Comisión Estatal de Cambio Climático, así como el involucramiento de los municipios y la federación, además de la participación de la sociedad. Esto a fin de considerar en el mediano y largo plazo alcanzar los objetivos que se planteen.

Lo anterior es parte del esquema de Gobernanza Climática en el Estado, considerada como el conjunto de mecanismos y medidas orientados a dirigir el sistema social hacia la prevención, mitigación o adaptación a los riesgos planteados por el cambio climático.

En este contexto, una parte importante es cómo involucrar a los diferentes sectores y a la sociedad, para que por un lado se les proporcione información sobre lo que es el cambio climático, y por otro se involucren y participen en las acciones que se realicen. Para esto, como parte del desarrollo del PEACCEQ se realizaron cinco talleres de consulta participativa; de los cuales, uno fue con municipios y otro técnico sectorial, mismo que involucró a funcionarios de los diferentes niveles de gobierno, así como diferentes expertos en materia ambiental. Adicionalmente, se realizaron tres talleres regionales en los municipios de Querétaro, San Juan del Río y Jalpan de Serra, en los que participaron sectores como: industrial, comercial y de servicios, agrícola, agropecuario, salud, educación, iniciativa privada, instituciones de investigación y gubernamentales (Imagen 1, 2 y 3).



Gráfica 24. Participación porcentual de sectores en talleres regionales.

Fuente: Elaboración propia.

En total se contó con la participación de aproximadamente 320 asistentes, siendo los principales sectores: 25% Gobierno estatal, 22% de comercios y servicios, 21% Gobierno municipal,

Investigación e industria cada uno con 9%, organizaciones civiles y academia cada uno con 5% (Gráfica 24).



Imagen 1. Reuniones con municipios.



Imagen 2. Reunión con gobierno estatal, instituciones de investigación e industriales.

Durante el desarrollo de las reuniones y talleres, se realizó la presentación de conceptos básicos sobre cambio climático, así como el diagnóstico estatal sobre cambio climático, que incluía un análisis de vulnerabilidad en el Estado y las emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero generadas en el Estado, con lo cual se sensibilizó a los asistentes sobre la problemática para posteriormente pedir su participación y aportación para identificar cómo se debe atender. Para ello se conformaron mesas de trabajo por sector, en las cuales cada uno de los participantes tuvo la oportunidad de aportar sus puntos de vista y proponer medidas y acciones que se pueden realizar en el corto, mediano y largo plazo.

Como resultado de las reuniones y talleres se generaron propuestas de medidas y acciones para dar atención al tema de cambio climático, las cuales se integraron de forma general en las medidas y acciones establecidas en el presente documento.



Imagen 3. Talleres regionales con diversos sectores.

5.1 Percepción social

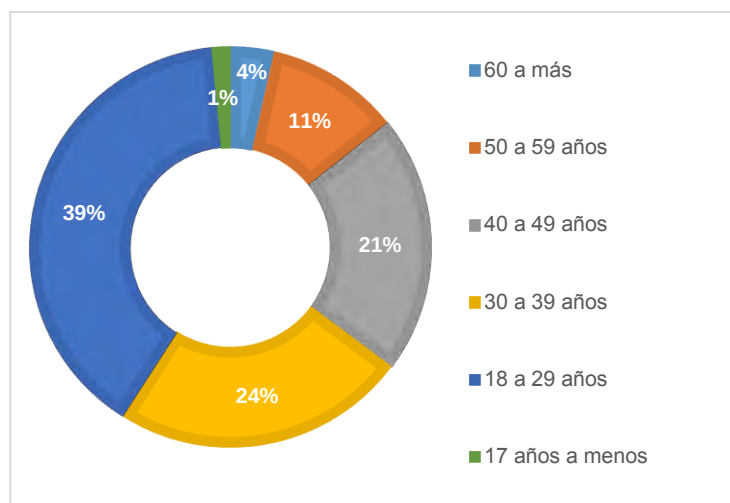
Además de los talleres, se realizó una encuesta de percepción sobre cambio climático dirigida a la población en general del Estado. Al inicio de este ejercicio se presentó la hipótesis de que el tema de cambio climático está muy socializado. Sin embargo, después del mismo se consideró importante que se divulguen de manera correcta las evidencias científicas del cambio climático y que se mantengan como parte de la agenda pública, principalmente con especialistas e instituciones de actividades relacionadas al tema.

Para ello, se diseñó una encuesta estructurada, la cual se aplicó de forma electrónica a la población estatal, con apoyo de la página de la red social "Facebook" de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. La cantidad de encuestas a aplicar se calculó considerando la población total del Estado de Querétaro para el año 2018, de 2,091,823 habitantes; con este dato y considerando que se aplicaría aleatoriamente, se tomó como base el cálculo para muestreo aleatorio-muestreo probabilístico, para un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%. Determinando la aplicación de al menos un total de 384 muestras, la respuesta de la población Queretana fue positiva, logrando una participación de 389 ciudadanos siendo por tanto representativa.

De acuerdo a experiencias previas en ejercicios semejantes, la encuesta fue diseñada considerando que la población en general no considera el cambio climático como un tema de mucha importancia, y aunque la mayor parte ha escuchado sobre sus causas y consecuencias, la mayoría de las personas aún no se han sensibilizado y por lo tanto no lo perciben como algo que les vaya a afectar en el futuro, o simplemente consideran que no está en sus manos realizar acciones para combatirlo.

El conocimiento sobre la percepción social respecto del tema de cambio climático entre la población del Estado de Querétaro, efectos y acciones realizadas, sin duda permitió contar con elementos que fortalecieron las propuestas planteadas para difusión, concientización y educación ambiental.

El 95% de los participantes tenían entre 18 y 59 años (Gráfica 25). Mientras tanto, los menores de 17 años registran una participación del 1%, y por último las personas adultas mayores representan un 4%. En cuanto al género, la encuesta fue respondida por un 55% de mujeres y 45% hombres.

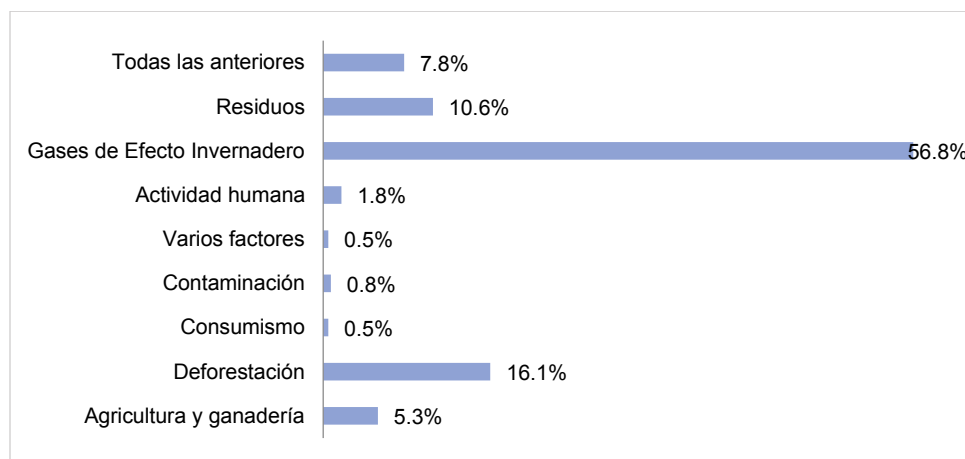


Gráfica 25. Participación porcentual respecto de la edad de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

La participación en mayor proporción fue en la Zona Metropolitana de Querétaro con 60%, seguido de los municipios que conforman la Sierra Gorda con 14%, para la ZMSJR y Otros corresponde un 13% para cada uno.

De los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta, se concluye que el 91% de los encuestados conoce lo que es el cambio climático, mientras que un 8% tuvo duda y el resto no contestó. El 100% de los encuestados considera que existe el cambio climático y trae consecuencias, sin embargo, solo al 97% le preocupa e interesa el tema mientras el 3% manifestó lo contrario.



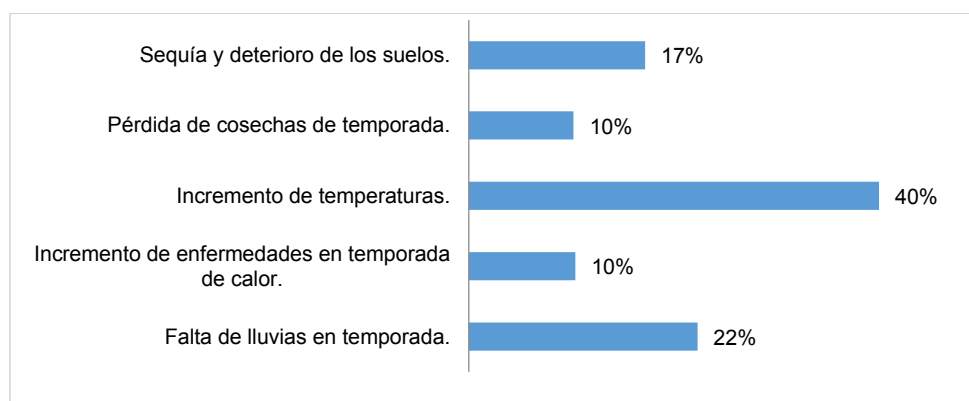
Gráfica 26. Percepción sobre las causas del cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

El 53% de la población encuestada coincide que el cambio climático es resultado de las actividades que realizamos los seres humanos y el 46% considera que es generado por actividades humanas y naturales. En relación a las principales causas del cambio climático, el 56.8% manifestó que son los gases de efecto invernadero, 16.1% la deforestación, 10.6% residuos, 5.3% la agricultura y la ganadería y el 7.8% que todas las anteriores (Gráfica 26).

Sobre las fuentes que emiten los GEI, el 40% de los encuestados consideró que son las industrias y los químicos, el 28% los vehículos automotores, y un 13% quemas e incendios, mientras calles sin pavimentar, ganado y agricultura con 7% cada uno y un 6% por la actividad humana.

El 75% de la población afirma que actualmente vivimos las consecuencias del cambio climático, el 21% indica que viviremos cosas más graves y el 4% considera que aún no se perciben cambios.



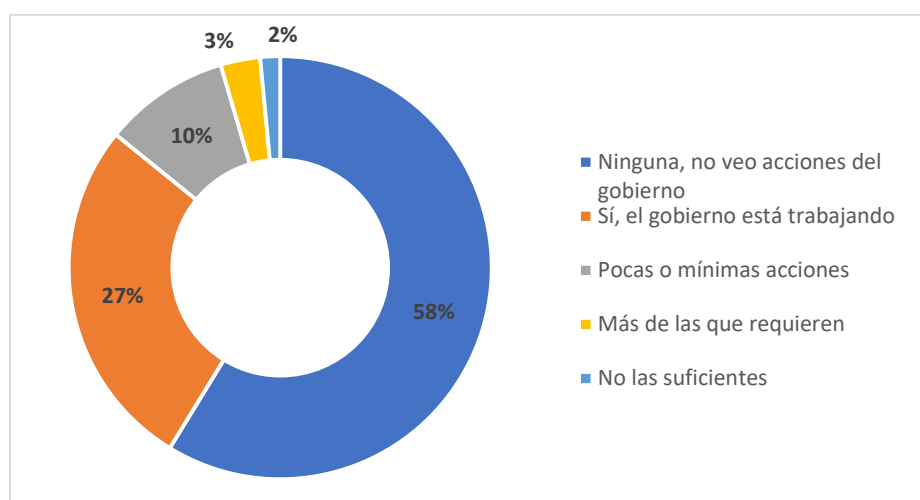
Gráfica 27. Percepción sobre las consecuencias del cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las consecuencias que ha traído el cambio climático, el 40% indica que el incremento de las temperaturas es la principal consecuencia del cambio climático entre los queretanos, seguido de la falta de lluvias con el 22% y sequía y deterioro de los suelos con 17% (Gráfica 27).

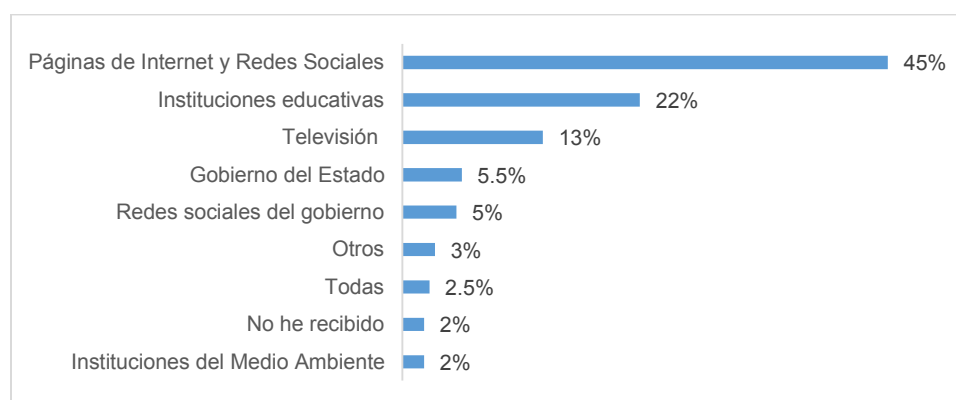
El 49% de la población encuestada afirma poder pagar por productos y servicios con el fin de reducir el cambio climático, mientras que el 36% tal vez lo haría y el 14% indica que no.

Sobre las acciones que ha realizado el gobierno ante el cambio climático, el 58% manifestó que no ve ninguna acción, un 27% que el gobierno sí está trabajando, mientras que el 10% menciona que son pocas acciones las que se realizan (Gráfica 28).



Gráfica 28. Percepción sobre la atención gubernamental al tema del Cambio Climático.
Fuente: Elaboración propia

El 30% de los encuestados manifestó que la sociedad es la principal involucrada en el tema del cambio climático, un 25% consideró que "todos" (Gobierno, municipios, sociedad, industria, ambientalistas, ONG's) y el 24% consideró que las empresas e industrias. En cuanto a la forma en la que han recibido información sobre cambio climático, el 45% manifestó que por internet y redes sociales, 22% por instituciones educativas y 13% por televisión (Gráfica 29).

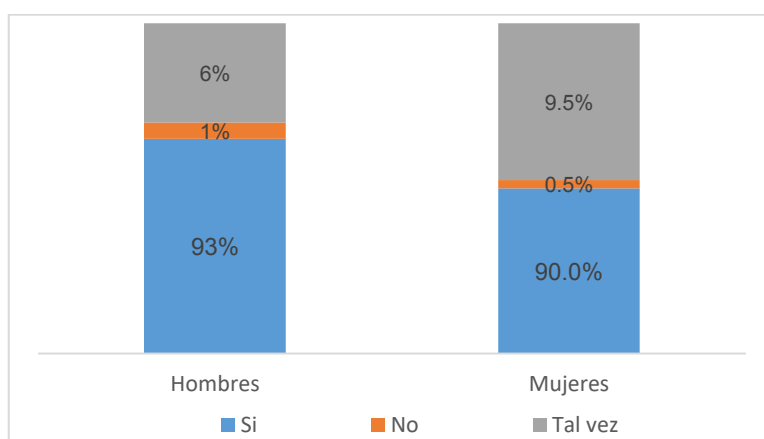


Gráfica 29. Percepción sobre las consecuencias del cambio climático.
Fuente: Elaboración propia.

Las acciones para reducir las consecuencias del cambio climático que refieren los encuestados son: aplicación de las 3R's con un 44%, ahorro de energías en casa y centro de trabajo con el 15%, y compra de productos sustentables y verificación del automóvil con un 7% cada uno, mientras un 6% utilizando el transporte público. Sin embargo, el 16% indicó la aplicación de todas las respuestas anteriores y el 12% restante la opción de entre otras acciones.

En cuanto a los resultados de la encuesta por género, se destaca lo siguiente:

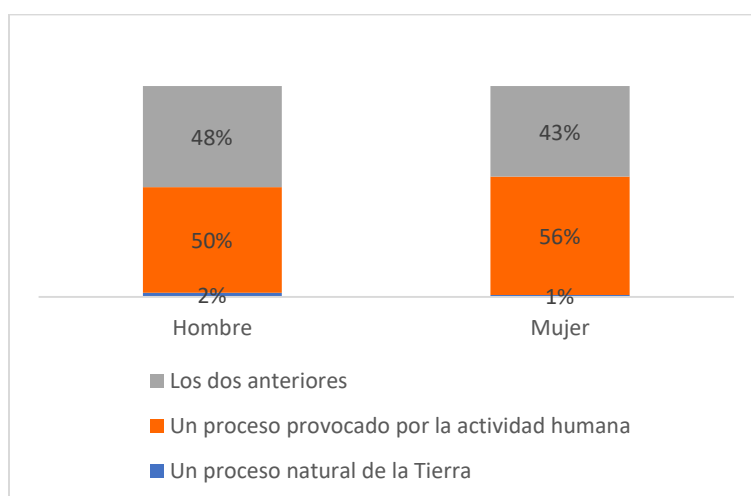
Ambos géneros creen firmemente la existencia del cambio climático y cerca del 97% está preocupado por el tema. Un 90% de hombres y mujeres conocen acerca del cambio climático, mientras que una mayor proporción de mujeres, es decir, el 9.6% lo duda y los hombres un 6% (Gráfica 30).



Gráfica 30. Conocimiento del cambio climático por género.

Fuente: Elaboración propia.

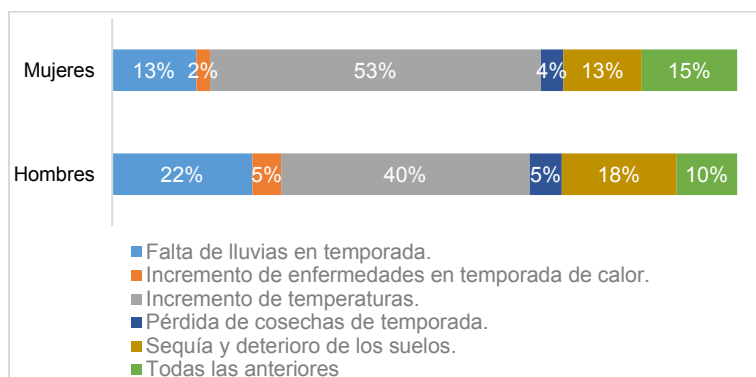
Ambos géneros tienen opiniones encontradas sobre la causa principal del cambio climático, donde, en los hombres, un 50% considera que es generado por la actividad humana y un 48% un proceso natural y antropogénico. En el caso de las mujeres, un 56% opina que es causado por la actividad humana y un 43% por procesos naturales y antropogénicos (Gráfica 31).



Gráfica 31. Percepción de la causa del cambio climático por género.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a los impactos el cambio climático, poco más del 70% de ambos géneros considera que ya estamos viviendo las consecuencias. Sin embargo, un 7% de los hombres aún no sienten los efectos mientras que las mujeres solo un 2%. Acerca de las consecuencias del cambio climático en la ciudad, aunque difiere la proporción por género, ambos coinciden que el principal problema es el aumento de la temperatura y la falta de lluvias (Gráfica 32).



Gráfica 32. Impactos del cambio climático, percepción por género.
Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados presentados de la encuesta se percibe la necesidad de establecer una estrategia de comunicación y difusión; la cual, podrá dirigirse principalmente a ciudadanos entre 18 y 60 años de edad, además de reforzar con acciones de educación y concientización en materia de cambio climático. Lo anterior se logrará a través de talleres o cursos en sectores específicos para que se logre un cambio de hábitos en la población. Para menores de 18 años es recomendable establecer programas específicos de educación ambiental en materia de cambio climático. Asimismo, considerar dicho programa dentro del sistema escolarizado con enfoque a la educación básica, media superior y superior, sin olvidar el papel clave de los docentes. De esta manera se puede abordar el tema de manera más amplia y generar el involucramiento de la sociedad desde temprana edad.

Además, se debe considerar que la Ley Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro plantea, como uno de sus objetivos, promover la realización de campañas de educación e información para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático, principalmente con mujeres y los pueblos indígenas para resaltar la importancia que tiene la prevención, adaptación y mitigación ante este fenómeno, así como lo establecido en el Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro .

Por ello es trascendental considerar la implementación de la educación ambiental no formal en los sectores urbano y rural, ya que las diferencias socioeconómicas y políticas han sido uno de los principales obstáculos para el desarrollo de la educación ambiental en la sociedad (SEMARNAT, 2006). El apoyo de estas acciones con sectores específicos y organizaciones de la sociedad civil, podría ser una estrategia para avanzar más rápido hacia una sociedad informada, consciente y participativa.

5.2 Propuesta de agenda climática estatal

Una vez analizado los avances del Estado sobre acciones ante el cambio climático, así como las propuestas de atención por parte de cada uno de los sectores involucrados y el conocimiento de lo que percibe la sociedad, se identificaron lineamientos que se deben abordar en la agenda climática estatal, las cuales son:

- Tener una visión a largo plazo definida para 2050.
- Fomentar la investigación local para actualizar y tener información precisa a nivel local sobre áreas vulnerables, amenazas y acciones de adaptación.
- Establecer acciones de mitigación y adaptación.
- Revisar de manera constante las acciones y avances que se tienen a fin de fortalecer y reorientar las medidas que se proponen.
- Cuantificar el costo de las acciones y medidas que se realicen a medida que se vayan ejecutando.
- Establecer acciones para tener una sociedad consciente e informada que se involucre en las acciones que se lleven a cabo.

Con esta agenda se plantea la visión, estrategias, medidas y acciones que se mencionan en el capítulo siguiente.

6. Estrategias y acciones

6.1 Objetivos del programa

General

Impulsar, integrar y coordinar políticas públicas para prevenir y mitigar riesgos sociales, económicos y ambientales generados por los impactos del cambio climático, así como para la disminución de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Sumándose así al compromiso de México a nivel Internacional de su Contribución Determinada Nacional (NDC).

Específicos

- Impulsar la instrumentación de políticas públicas en materia de prevención, adaptación, mitigación y financiamiento al cambio climático con un enfoque de corto, mediano y largo plazo.
- Identificar los riesgos ambientales, económicos y sociales que enfrenta el Estado ante los efectos del cambio climático.
- Identificar fuentes clave de emisiones de GyCEI.
- Promover el uso de energías alternativas para mitigar las emisiones de GyCEI.
- Incidir en cambios de conducta, hábitos y actitudes de la población a través de la educación y concientización.
- Contar con capacidades locales para enfrentar el cambio climático.
- Fomentar la innovación tecnológica para la atención a los efectos del cambio climático.

6.2 Visión al 2050

Querétaro es un Estado en constante crecimiento, competitivo, que se desarrolla de forma sostenible a través del manejo sustentable de sus recursos naturales y con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Implementa políticas públicas mediante la coordinación interinstitucional e involucramiento de los diferentes sectores, mitigando los impactos generados por el cambio climático; teniendo una sociedad informada, responsable y resiliente.

6.3 Metas

Las metas están enfocadas a la prevención, adaptación, mitigación y concientización de la población. Se plantean en el corto, mediano y largo plazo: para los años 2024, 2030 y 2050.

Meta I.

Para 2024 se realizarán acciones de adaptación por parte del 10% de la población más vulnerable a los efectos del cambio climático respecto al año base 2018.

Para el 2030 el 40% y para el 2050 el 80% de la población más vulnerable a los efectos del cambio climático respecto al año base 2018.

Meta II.

- En 2024 se ha mitigado el 8.4% de las emisiones de CO₂e, respecto a lo esperado conforme al inventario 2015.
- Para 2030 se ha mitigado el 27.0% de las emisiones de CO₂e, respecto a lo esperado conforme al inventario 2015.
- Para el 2050 se ha mitigado el 65.0% de las emisiones de CO₂e, respecto a lo esperado conforme al inventario 2015.

Meta III.

En 2024 el 15% de la población de nivel básico, medio, medio superior y superior está informada sobre el cambio climático.

En 2030 el 40% y en 2050 el 80% de la población de nivel básico, medio, medio superior y superior estará informada sobre el cambio climático.

Es recomendable que las metas se revisen y actualicen al menos cada tres años, para lo cual se debe considerar que se deben ir precisando y actualizando los indicadores de emisiones de GEI y población vulnerable.

6.4 Estrategias

Para el logro de los objetivos y metas propuestas, se plantean cinco estrategias para adaptación y mitigación de emisiones, así como estrategias transversales sobre educación, difusión, políticas públicas, fortalecimiento institucional, investigación y financiamiento (Figura 10).

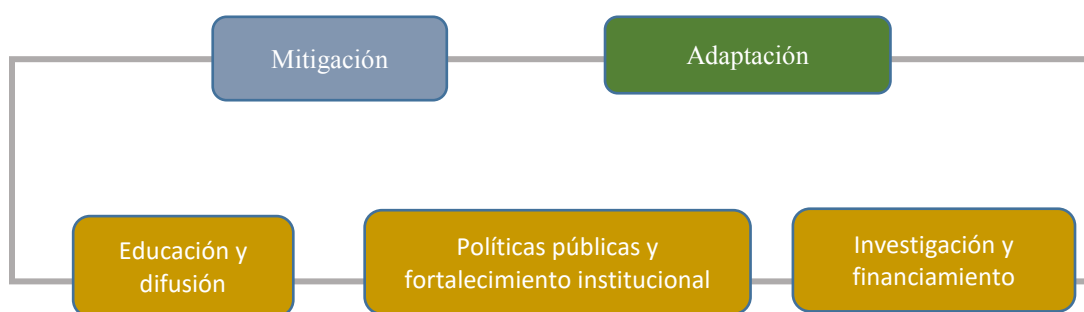


Figura 10. Estrategias del Programa Estatal de Acción ante el Cambio climático para el Estado de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia.

Estrategia I. Mitigación de GEI

- I.1 Movilidad Sustentable.
- I.2 Eficiencia energética.
- I.3 Mejoramiento de las prácticas agrícolas y agropecuarias.
- I.4 Incremento de la capacidad de captura de carbono.
- I.5 Mitigación de emisiones de GEI por la generación de RSU y tratamiento de agua.

Estrategia II. Adaptación

- II.1 Salud y gestión de riesgos por desastres.
- II.2 Seguridad alimentaria.
- II.3 Aprovechamiento y uso eficiente de agua.
- II.4 Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- II.5 Conservación y protección de los recursos naturales.
- II.6 Entorno urbano e infraestructura.

Estrategia III. Educación y difusión

- III.1 Fortalecimiento de la participación social, educación y cultura ambiental.
- III.2 Difusión y socialización.

Estrategia IV. Políticas públicas y fortalecimiento institucional

- IV.1 Impulso y fortalecimiento de políticas públicas.
- IV.2 Fortalecimiento institucional.

Estrategia V. Investigación y financiamiento

- V.1 Impulso a la investigación.
- V.2 Financiamiento.

6.5 Contribución del Estado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En congruencia con los objetivos, metas y estrategias establecidas en el Estado de Querétaro, el PEACCEQ, a través de su implementación, contribuirá al cumplimiento de 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se enlistan a continuación:

	Poner fin a la pobreza en todas sus formas.		Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.		Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.		Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.
	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.		Promover sociedades pacíficas e inclusivas, para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.		Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.
	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.		

Figura 11. Contribuciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Fuente: ONU, 2015.

6.6 Medidas y Acciones

En este apartado se plantean las medidas y acciones propuestas para el cumplimiento de cada una de las estrategias planteadas, estableciendo un indicador para cada medida y acción, con el cual se evaluará su cumplimiento. Las medidas y acciones planeadas son parte de las propuestas realizadas en los talleres de consulta participativa realizados en dependencias estatales, municipales y sectores industrial, comercial y de servicios, salud, educación, protección civil y sociedad civil.

Para cada acción se establece su prioridad considerando el corto, mediano y largo plazo. Es importante que se lleve un seguimiento continuo de medidas y acciones, en el entendido que, estas son dinámicas y por tanto, deberán irse ajustando conforme se vayan actualizando y precisando los indicadores del PEACCEQ.

Estrategia I. Mitigación

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
I.1 Movilidad sustentable							
I.1.1 Fomentar el uso de transporte público y desincentivar el uso de vehículos particulares.	Reducción de emisiones de GEI por fuentes móviles respecto a las emisiones por fuentes móviles en el año base.	I.1.1.1 Mejorar la infraestructura y reorganizar los tiempos de recorridos del transporte público.	Reducción de los tiempos de recorrido por ruta respecto al año base.	IQT SDUOP DMM	X		
		I.1.1.2 Alinear unidades, horarios y rutas de transporte público con referencia a la demanda.	Tasa de variación de usuarios del transporte público.	IQT DMM	X		
		I.1.1.3 Impulsar el uso de la bicicleta y el transporte público.	Tasa de variación de usuarios del transporte público y la bicicleta.	IQT DMM	X		
		I.1.1.4 Impulsar un programa de movilidad escolar en las zonas metropolitanas de Querétaro y San Juan del Río.	Tasa de variación de usuarios inscritos en los programas.	IQT DMM		X	
I.1.2 Fomentar el transporte de bajas emisiones.		I.1.2.1 Impulsar la renovación de transporte público con vehículo de bajas emisiones en todos los Municipios.	Porcentaje de unidades de baja emisiones.	IQT	X	X	X
		I.1.2.2 Incorporar el 100% de vehículos eléctricos para el transporte público en Zonas Metropolitanas de Querétaro y San Juan del Río.	Porcentaje de vehículos eléctricos en uso.	IQT DMM			X
		I.1.2.3 Impulsar iniciativas para fomentar el uso de gas en el transporte público en todos los municipios del Estado.	Tasa de variación de acciones de fomento realizadas.	Municipios PEEQ		X	X
		I.1.2.4 Promover la electrificación de vehículos, para que las ventas de vehículos nuevos en el Estado	Porcentaje de unidades de vehículos ligeros vendidos	ComECCEQ IQT		X	X



Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
I.1.3 Impulso a la movilidad sustentable.		sean vehículos electricos e híbridos, hasta lograr que el 100% de ventas de vehículos sean eléctricos e híbridos.	híbridos o eléctricos				
		I.1.2.5 Impulsar la actualización del parque vehicular en transporte de carga.	Porcentaje de unidades de transporte de carga renovadas.	ComCCEQ	✖		
		I.1.3.1 Fortalecer e impulsar la instrumentación completa del Sistema Integrado de Transporte en Zona Metropolitana de Querétaro.	Sistema completo en operación.	IQT SDUOP CEI y Municipios			
		I.1.3.2 Impulsar la implementación de un programa de movilidad sustentable en las zonas metropolitanas.	Porcentaje de acciones ejecutadas de los programas.	IQT DMM	X	X	
		I.1.3.3 Incorporar al programa de transporte sustentable, las flotillas de las diferentes dependencias de gobierno estatal y municipal.	Porcentaje de vehículos oficiales renovados o adaptados al uso de combustibles alternativos o híbridos.	PEEQ IQT Municipios	X	X	
I.2 Eficiencia energética							
I.2.1. Mitigación de emisiones de GEI en el sector Industrial, comercial y de servicios							
I.2.1.1 Impulso de un programa de eficiencia energética en el sector industrial, comercial y de	Reducción de emisiones industriales de GEI respecto a las emisiones	1.2.1.1.1 Establecer un incentivo de reconocimiento al sector industrial, comercial y de servicios, que implemente acciones de eficiencia energética.	Tasa de variación de incentivos otorgados.	SEDESU	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
servicios.	industriales, comerciales y de servicios en el año base.	I.2.1.1.2 Impulsar la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones industriales a una escala suficiente para satisfacer el consumo de electricidad hasta llegar al 75%.	Porcentaje de consumo de electricidad que satisface el consumo.	SEDESU		X	X
		I.2.1.1.3 Fomentar el uso de energías renovables en el sector industrial, comercial y de servicios.	Tasa de variación de las acciones de fomento realizadas.	SEDESU	X		
		I.2.1.1.4 Impulsar la implementación de medidas de eficiencia energética eléctrica en todo el sector industrial suficientes para lograr el consumo de electricidad para llegar al 50%.	Porcentaje de reducción de consumo eléctrico en el sector industrial.	SEDESU		X	X
		I.2.1.1.5 Impulsar la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en instalaciones comerciales a una escala suficiente para satisfacer el consumo de electricidad para llegar al 75%.	Porcentaje de energía solar fotovoltaica que satisface el consumo eléctrico en el sector comercial.	SEDESU		X	X
		I.2.1.1.6 Promover la generación de inventarios de GEI en el sector energético.	Inventarios generados.	CECC	X		
		I.2.1.1.7 Impulsar el incremento de la capacidad de producción de biocombustibles en el Estado suficiente para compensar un porcentaje del consumo de combustibles fósiles para lograr el 15% de compensación.	Porcentaje compensado de consumo de combustibles fósiles debido al uso de biocombustibles.	SEDESU CECC		X	X

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		I.2.1.1.8 Implementar un sistema estatal de indicadores de sustentabilidad energética para medir el avance de la implementación de medidas y acciones de eficiencia energética.	Sistema de indicadores implementado.	SEDESU CECC		X	
1.2.2 Mitigación de emisiones de GEI en el sector residencial							
1.2.2.1 Uso eficiente de la energía en el sector residencial.	Reducción de emisiones domésticas de GEI respecto a las emisiones domésticas en el año base.	I.2.2.1.1 Fomentar el uso de lámparas ahorradoras y ahorro de energía.	Acciones de fomento realizadas.	SEDESU IVEQ CCS	X		
		I.2.2.1.2 Fomentar el uso eficiente de agua.		SEDESU CEA CCS	X		
1.2.2.2 Promoción de energías alternativas en el sector residencial.		I.2.2.2.1 Impulsar la instalación de calentadores y paneles solares.		SEDESUQ Municipios IVEQ	X		
		I.2.2.2.2 Impulsar el uso de ecotecnias en programas sociales.		SEDESUQ SEDESU	X		
1.2.2.3 Impulso a la vivienda sustentable.		I.2.2.3.1 Promover la incorporación de normatividad en viviendas.		SDUOP SEDESU Legislatura	X		
1.2.3 Eficiencia energética en espacios públicos							
1.2.3.1 Eficiencia energética en servicios públicos.	Reducción de consumo de energía en espacios públicos respecto a consumo en el periodo anterior.	I.2.3.1.1 Incentivar la utilización de energías renovables en espacios públicos.	Tasa de variación de dispositivos instalados y operando.	SEDESU Municipios	X		
		I.2.3.1.2 Implementar suficiente capacidad solar en la red eléctrica para reducir la intensidad de carbono de la energía basada en la red, para lograr el 50% de los niveles continuando con las tendencias actuales (escenario BAU).	Porcentaje de reducción de intensidad de carbono de la energía basada en la red eléctrica.	SEDESU		X	X

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		I.2.3.1 3 Impulsar la instrumentación de programas de eficiencia energética en los servicios públicos.	Programa operando.	SEDESU Municipios	X		
1.2.3.2 Eficiencia energética en dependencias Estatales y municipales.		I.2.3.2.1 Instrumentar el programa de eficiencia energética e incorporación de energías renovables en instituciones de gobierno estatal y municipal.	Tasa de variación de Dependencias y organismos con programa operando.	SEDESU Municipios	X		
		I.2.3.2.2 Impulsar la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica in situ en edificios municipales y estatales a una escala suficiente para satisfacer el 75%.	Porcentaje de satisfacción del consumo de electricidad con energía fotovoltaica.	SEDESU		X	X
		I.2.3.2.3 Establecer reconocimiento para dependencias que demuestren haber disminuido su consumo energético anual.	Tasa de variación de dependencias y organismos con reconocimiento.	SEDESU	X		
1.2.3.3 Impulso de programa de eficiencia energética en escuelas públicas del Estado.		I.2.3.3.1 Implementar un programa de eficiencia energética e incorporación de energías renovables en escuelas públicas de niveles básico y superior.	Tasa de variación de Escuelas públicas con programa operando.	SEDESU SEDEQ	X		
		I.2.3.3.2 Implementar un esquema de reconocimiento para las escuelas que logren reducir su consumo energético y mantenerla de manera anual.	Porcentaje de escuelas con reconocimiento respecto al total de escuelas, por año.	SEDESU SEDEQ	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
I.3 Mejoramiento de las prácticas agrícolas y agropecuarias							
I.3.1 Impulso para la creación de sistemas agroforestales.	Reducción de emisiones agropecuarias de GEI respecto a las emisiones agropecuarias en el año base.	I.3.1.1 Impulsar la creación de nuevos sistemas agroforestales para que se conviertan hasta 20,000 ha de tierras agrícolas de monocultivos a nuevos sistemas agroforestales.	Cantidad anual de hectáreas convertida de tierras agrícolas de monocultivo a nuevos sistemas agroforestales.	SEDESU SEDEA		X	X
I.3. 2 Impulso para la creación de un programa de campo limpio.		I.3. 2.1 Control de envases de pesticidas y derivados de los sistemas de producción e Incorporación al suelo de residuos de cosechas.	Programas operando.	SEDESU SEDEA	X		
I.3.3 Impulso a la tecnificación de la producción agrícola.		I.3.2.2 Impulsar alternativas de fertilización, aprovechamiento del tipo de suelo y diversificación de cultivos.	Acciones de fomento realizadas.	SEDEA	X	X	
		I.3.3.1 Impulsar programas de capacitación a agricultores para la incorporación de nuevas técnicas agrícolas.		SEDEA	X		
		I.3.3.2 Apoyar a los agricultores para gestionar apoyos para la incorporación a programas de tecnificación.	Número de agricultores incorporados al Programa con proyectos en operación.	SEDEA	X	X	
I.3.4 Educación al productor para la no quema de residuos y tierras.		I.3.4.1 Capacitación a productores, programas sociales en medios.	Número de productores capacitados.	SEDEA SEDESOQ	X		
I.3.5 Fomento a la captación y aprovechamiento de metano en el sector		I.3.5.1 Fomentar la incorporación de biodigestores en granjas porcícolas.	Tasa de variación de número de granjas con biodigestores operando.	SEDEA SEDESU	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
agropecuario.		I.3.5.2 Identificar programas para gestión de apoyos que permitan la incorporación de biodigestores.	Programas identificados.	SEDEA SEDESOQ	X		
I.4 Incremento de la capacidad de captura de carbono							
I.4.1 Incrementar la capacidad de captura de carbono de los recursos forestales.	Tasa de variación de la captura de carbono en los predios forestales.	I.4.1.1 Incorporar predios con manejo forestal a programas de certificación en manejo forestal sustentable	Predios con manejo forestal certificados.	SEDESU CONAFOR y SEDEA	X		
		I.4.1.2 Establecer plantaciones forestales agrosilvopastoriles.	Superficie con plantaciones forestales comerciales.	SEDESU CONAFOR y SEDEA	X		
		I.4.1.3 Impulsar acciones para que se establezcan nuevos ecosistemas forestales para tener un total de 30,000 ha (considerando un ritmo de 1,000 ha/año).	Cantidad anual de hectáreas con nuevos ecosistemas forestales.	SEDESU CONAFOR y SEDEA		X	X
		I.4.1.4 Promover acciones para evitar la deforestación en el Estado, considerando que para 2050, se habrá evitado un total de 26,100 ha de deforestación.	Tasa de variación de deforestación anual	SEDESU CONAFOR y SEDEA		X	X
		I.4.1.5 Elaborar y/o mantener actualizado un inventario forestal estatal, orientado a limitar los impactos de GEI y mejorar las políticas y acciones de restauración de bosques degradados y prácticas regenerativas, en tierras de pastoreo.	Inventario forestal estatal actualizado.	SEDESU CONAFOR y SEDEA		X	
I.4.2 Implementar el comercio de Bonos de Carbono en áreas	Tasa de variación de transacciones de bonos de carbono	I.4.2.1 Implementación de proyectos para venta de bonos de carbono.	Proyecto acreditado e implementado.	ComECCEQ, SEDESU		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
forestales del Estado.		I.4.2.2 Implementar mecanismos para el registro de transacciones estatales en mercados internacionales.	Tasa de variación de organizaciones registradas.	ComECCEQ, SEDESU		X	
I.4.3 Impulso para la recuperación de tierras degradadas.	Superficie de tierras recuperadas respecto a la superficie degradada total, en porcentaje, por periodo.	I.4.3.1 Restaurar áreas con especies nativas.	Superficie restaurada con especies nativas.	SEDESU CONAFOR	X		
		I.4.3.2 Impulsar la regeneración de tierras de pastoreo, para regenerar hasta 270,000 ha.	Cantidad anual de hectáreas regeneradas.	SEDESU CONAFOR		X	X
		I.4.3.3 Impulsar acciones de conservación de suelo y agua.	Superficie restaurada.	SEDESU CONAFOR	X		
I.5 Mitigación de emisiones de GEI por la generación de RSU y tratamiento de agua.							
I.5.1 Reducción de emisiones de GEI con el Manejo integral de residuos							
I.5.1.1 Fortalecer la operación de los sitios de disposición final.	Tasa de variación del cumplimiento de los sitios con respecto al año anterior.	I.5.1.1.1 Identificar áreas de oportunidad en sitios de disposición final para que cumplan con la normatividad vigente.	Porcentaje de sitios de disposición final que cumplen la normatividad.	SEDESU DSPM		X	
		I.5.1.1.2 Impulsar la implementación de un programa de cumplimiento, conforme a la normatividad aplicable, para la mejora continua de la operación de los sitios de disposición final operados por municipios, concesionados particulares.		SEDESU DSPM		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		I.5.1.1.3 Analizar la factibilidad de continuar con la operación de sitios de disposición final y determinar alternativas en los municipios de Amealco de Bonfil, Cadereyta de Montes, Ezequiel Montes, Landa de Matamoros, Peñamiller y Tequisquiapan, para que cumplan con lo establecido en la normatividad vigente.	Análisis de factibilidad realizado y sitios de disposición final cumpliendo con la normatividad.	SEDESU DSPM		X	
		I.5.1.1.4 Elaborar e implementar un manual de Operación y Supervisión del sitio de disposición final.	Porcentaje de SDF con manual.	SEDESU DSPM	X		
		I.5.1.1.5 Instrumentar un programa anual de inspección sobre la operación de sitios de disposición final, conforme a lo establecido en la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Porcentaje de SDF inspeccionados.	PEPMADU SEDESU		X	
I.5.1.2 Fomentar la operación de rellenos sanitarios intermunicipales.	Porcentaje de Residuos depositados en Sitios regionales.	I.5.1.2.1 Impulsar la coordinación intermunicipal para la operación de rellenos sanitarios regionales.	Porcentaje de Municipios coordinados para el depósito en rellenos sanitarios regionales.	SEDESU H. Ayuntamientos de los municipios		X	
		I.5.1.2.2 Establecer los lineamientos de operación para la disposición de los RSU entre los Municipios involucrados.	Lineamientos de operación por relleno regional.	H. Ayuntamientos de los municipios		X	
I.5.1.3 Prevenir la disposición inadecuada de RSU.	Tasa de variación de denuncias por tiraderos de RSU.	I.5.1.3.1 Implementar campañas para prevenir los tiraderos a cielo abierto.	Tasa de variación de Campañas realizadas.	PEPMADU SEDESU municipios		X	
		I.5.1.3.2 Implementar un programa para el saneamiento y posible clausura de los sitios de disposición	Programas de saneamiento y/o clausura	PEPMADU SEDESU municipios			X

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		final de Tolimán y Tequisquiapan.	implementados.				
I.5.1.4 Impulsar del aprovechamiento de residuos orgánicos.	Porcentaje de residuos orgánicos aprovechados.	I.5.1.4.1 Evaluar la factibilidad de aprovechar los residuos provenientes de la pérdida y desperdicio de alimentos generados en mercados, comercios y servicios para impulsar la creación de bancos de alimentos.	Tasa de variación de residuos provenientes de la pérdida y desperdicio de alimentos.	SEDESU, SEDESOQ		X	
		I.5.1.4.2 Impulsar acciones para generación de composta con los residuos generados en parques y jardines, mercados y centros comerciales.	Tasa de variación de generación de composta generada de los residuos de parques y jardines, mercados y centros comerciales.	DSPM de los municipios		X	
		I.5.1.4.3 Fomentar en comunidades el aprovechamiento de residuos orgánicos como alimento para animales de corral y de traspatio.	Tasa de residuos orgánicos recolectados en comunidades.	DSPM DGMA de los municipios	X		
		I.5.1.4.4 Analizar la factibilidad del aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios para la generación de energía, considerando el costo beneficio.	Tasa de generación de energía en rellenos sanitarios.	DSPM de los municipios			X
I.5.1.5 Fomentar una cultura con enfoque a la economía circular.	Porcentaje de residuos depositados en Sitios de Disposición Final contra los generados.	I.5.1.5.1 Fomentar la cultura con enfoque a la economía circular en los municipios.	Actividades de fomento aplicadas en municipios.	DSPM de los municipios ONG Centros Educativos y de Investigación	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		I.5.1.5.2 Registrar Planes de manejo de responsabilidad extendida.	Tasa de variación de los planes registrados.	SEDESU y Sujetos obligados	X		
		I.5.1.5.3 Impulsar un Programa de economía circular en sectores específicos.	Porcentaje de residuos reusados, reparados y reciclados no enviados a disposición final.	DSPM de los Municipios ONG Centros Educativos y de Investigación	X		
		I.5.1.5.4 Impulsar el desarrollo del Programa Regional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Reserva de la Biosfera, Sierra Gorda.	Programa Publicado.	DSPM de los municipios ONG Centros Educativos SEDESU	X		
		I.5.1.5.5 Implementar cursos, talleres y campañas de economía circular de RSU.	Número de talleres realizados.	DSPM de los Municipios ONG Centros Educativos y de investigación	X		
I.5.1.6 Impulsar acciones de aprovechamiento de residuos de manejo especial en el sector ladrillero.		I.5.1.6.1 Impulsar acciones para el aprovechamiento energético de residuos de manejo especial como combustible alterno en el sector ladrillero.	Estudios realizados.	SEDESU SEDESOQ	X	X	
I.5.2 Reducción de emisiones de GEI por tratamiento de Agua							
I.5.2.1 Construcción y/o modernización de PTAR.	Reducción de emisiones por tratamiento de agua de GEI respecto a	I.5.2.1.1 Impulsar la construcción y modernización de PTAR en nuevos desarrollos industriales y habitacionales.	Plantas construidas y/o modernizadas en operación.	CEAQ	X	X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
	las emisiones en el año base.	I.5.2.1.2 Fomentar el uso de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales.	Acciones de fomento realizadas.	CEAQ		X	
I.5.2.2 Optimización en la operación de PTAR.		I.5.2.2.1 Impulsar la disposición adecuada de lodos generados en las PTAR.		SEDESU CEAQ		X	

Estrategia II. Adaptación

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
II.1 Salud y gestión de riesgos por desastres							
II.1.1 Salud							
II.1.1.1 Vigilancia epidemiológica de padecimientos relacionados con el cambio climático.	Porcentaje de casos presentados anualmente.	II.1.1.1.1 Implementar procedimiento para identificación y monitoreo de enfermedades transmitidas por vectores relacionados con efectos en salud.	Procedimiento implementado.	SESEQ	X	X	
		II.1.1.1.2 Establecer un programa anual de comunicación y concientización a la población sobre prevención de enfermedades transmitidas por vectores.	Implementación del programa.	SESEQ CCS	X		
II.1.1.2 Reforzamiento de la vigilancia sanitaria.		II.1.1.2.1 Establecer un programa anual de vigilancia sanitaria en los diferentes sectores de la población.	Programa en operación.	SESEQ	X		
		II.1.1.2.2 Difundir acciones de limpieza de traspatio, descacharrización, reuso de materiales.	Acciones implementadas.	SESEQ CCS	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		II.1.1.2.3 Implementar un Sistema de información sobre vigilancia sanitaria.	Sistema implementado y en operación.	SESEQ CCS	X		
II.1.1. 3 Fortalecimiento de programas enfocados a la protección de la salud.	Porcentaje de programas fortalecidos.	II.1.1.3.1 Identificar e implementar programas enfocados a la protección de salud en entidades del sector público y privado.	Dependencias y organismos públicos con programa operando.	SESEQ	X		
		II.1.1.3.2 Capacitación del personal de salud responsable de la implementación de programas.	Número de personas capacitadas.	SESEQ	X		
II.1.2 Gestión de riesgos por desastres							
II.1.2.1 Actualización periódica del atlas de riesgo.	Atlas actualizado.	II.1.2.1.1 Incorporar el tema del cambio climático en atlas de riesgo estatal y municipal.	Tema incorporado en Atlas.	CEPCQ CECC Municipios	X	X	
		II.1.2.1.2 Revisar cada 2 años y actualizar el Atlas de Riesgo Estatal conforme al cambio de uso de suelo.	Atlas actualizado.	CEPCQ CECC Municipios		X	
		II.1.2.1.3 Impulsar el desarrollo de atlas de riesgo municipales.	Número de Municipios con Atlas de riesgo.	CEPCQ ComECCEQ Municipios	X		
		II.1.2.1.4 Modificar el código urbano acorde a la ley de asentamiento para volver obligatoria la observancia del atlas de riesgo en cambio de uso de suelo.	Código urbano modificado.	SDUOP SEGOB	X		
II.1.2.2 Monitoreo de las zonas de riesgo de inundación y temperaturas extremas.	Monitoreo operando.	II.1.2.2.1 Identificar zonas de riesgo y elaborar plan de acción de prevención para la población vulnerable.	Planes de acción elaborados.	CEPCQ CECC Municipios	X		
		II.1.2.2.2 Monitoreo continuo de precipitación, temperaturas, sequías.	Monitoreo operando.	CEPCQ CEA, CONAGUA Municipios	X	X	X

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		II.1.2.2.3 Difusión e Información a la ciudadanía sobre casos y análisis históricos.	Acciones de difusión implementadas.	CEPCQ CCS Municipios	X	X	
II.1.2.3 Creación de observatorio de riesgos naturales.	Observatorio operando.	II.1.2.3.1 Conformar un equipo intersectorial e interdisciplinario de observadores.	Equipo conformado y en operación.	SG SC	X		
		II.1.2.3.2 Identificar actividades que ponen en grave riesgo la salud y afectan al medio ambiente.	Actividades identificadas reducidas.	SG SC	X		
		II.1.2.3.3 Establecer un programa anual de vigilancia urbana y rural sobre riesgos.	Programa establecido.	SG SC	X		
II.2 Seguridad alimentaria.							
II.2.1 Agricultura protegida.	Porcentaje de superficie de agricultura protegida anualmente.	II.2.1.1 Promover el crecimiento de agricultura protegida en zonas agrícolas vulnerables.	Acciones de fomento realizadas.	SEDEA	X		
		II.2.1.2 Identificar e impulsar la incorporación de cultivos alternativos en zonas vulnerables.		SEDEA	X		
		II.2.1.3 Impulsar la generación de apoyos para crecimiento de agricultura protegida.	Apoyos otorgados en el periodo respecto a apoyos otorgados en el periodo anterior en porcentaje.	SEDEA SEDESOQ	X		
		II.2.1.4 Impulsar la capacitación a agricultores para la incorporación de agricultura protegida y siembra de cultivos alternativos.	Número de agricultores capacitados.	SEDEA	X		
II.2.2 Implementación y optimización de sistemas de riego.	Porcentaje de superficie bajo riego optimizada.	II.2.2.1 Impulsar la implementación y optimización de sistemas de riego.	Sistemas implementados.	SEDEA CONAGUA	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
II.2.3 Protección de cultivos por impactos generados por eventos atribuibles al cambio climático.	Porcentaje de superficie asegurada.	II.2.3.1 Impulsar la creación de estrategias para aseguramiento de cultivos, que permitan disminuir pérdidas económicas por afectaciones atribuibles a los efectos del cambio climático.	Estrategias diseñadas implementadas.	SEDEA	X		
II.3 Aprovechamiento y uso eficiente de agua.							
II.3.1 Fomento del uso eficiente de agua.	Cantidad de agua consumida per cápita anual.	II.3.1.1 Fortalecer los programas de verificación de fugas en los sistemas de extracción y abastecimiento de agua municipales.	Reducción del porcentaje de agua servida perdida por fugas.	CEAQ Municipios	X		
		II.3.1.2 Fomento al uso de agua tratada en riego de áreas verdes a nivel municipal y en el sector industrial para disminuir las descargas de aguas residuales.	Volumen de aguas residuales utilizadas en el periodo.	CEAQ Municipios	X		
		II.3.1.3 Implementación de Programas anuales de Educación Ambiental a la población sobre uso eficiente de agua.	Programas implementados.	CEAQ SEDEQ	X		
II.3.2 Conservación de cuerpos de agua.	Porcentaje de cuerpos de agua conservados.	II.3.2.1 Conservación de la cobertura vegetal, principalmente en zonas de recarga.	Porcentaje de cobertura vegetal en zonas de recarga, respecto al año base.	SEDESU CONAFOR SEDEA	X	X	
		II.3.2.2 Mejoramiento de las condiciones de infiltración y escurrimientos superficiales en terrenos degradados.	Superficie mejorada.	SEDESU CONAFOR	X		
		II.3.2.3 Implementar un Plan de manejo de agua, en donde se considere el pago por servicios ambientales y cobro por pérdida de servicios ambientales.	Plan implementado en operación.	CONAFOR SEDESU	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
II.3.3 Promoción de captación de agua de lluvia en zonas rurales.	Incremento porcentual de volumen de captación de agua respecto al año anterior.	II.3.3.1 Impulsar la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en zonas rurales.	Sistemas implementados.	SEDESOQ	X		
		II.3.3.2 Fomentar la adaptación de pavimentación permeable en caminos donde sea factible.	Superficie adaptada.	SDUOP	X		
II.4 Ordenamiento Ecológico del Territorio.							
II.4.1 Planificación urbana inteligente.	Planeación urbana inteligente.	II.4.1.1 Impulsar la implementación de todos los mecanismos necesarios para apoyar la planificación urbana inteligente que cubra el 75% de la población estatal, abarcando los municipios de Corregidora, El Marqués, Huimilpan y Querétaro, así como el Área Metropolitana de San Juan del Río.	Porcentaje de población estatal con planeación urbana inteligente.	SDUOP PEEQ		X	X
II.4.2 Fortalecimiento del Ordenamiento Territorial.	OET actualizado, publicado y en operación.	II.4.2.1 Actualizar el código urbano y de la Ley de Equilibrio Ecológico.	Código actualizado.	SDUOP PEEQ	X		
		II.4.2.2 Crear programas de ordenamiento, sin modificar en 20 años con un horizonte de crecimiento en este plazo, así como su correcta y verídica aplicación en los Municipios.	Programa creado.	SDUOP PEEQ	X		
		II.4.2.3 Cumplir la normatividad ambiental y aplicar programas de ordenamiento.	Programa en operación.	SDUOP PEEQ	X		
II.4.3 Orientación del Desarrollo Urbano con base en la normatividad ambiental aplicable.	Procedimiento de autorización con normatividad ambiental incorporada, establecido.	II.4.3.1 Establecer políticas públicas enfocadas a la creación de espacios para bosques urbanos o áreas verdes que conserven o restituyan los servicios ambientales.	Políticas públicas establecidas.	SEDESU SDUOP	X		
		II.4.3.2 Aplicar la Ley Gral. De Responsabilidad Ambiental.	Aplicación en operación.	PEPMADU	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		II.4.3.3 Fomentar la reforestación en áreas de construcción.	Porcentaje de superficie reforestada respecto a la superficie en áreas de construcción.	SEDESU SDUOP	X		
II.5 Conservación y protección de los recursos naturales.							
II.5.1 Fortalecimiento de las ANP existentes.	Porcentaje de ANP con programa de manejo en ejecución.	II.5.1.1 Impulsar el manejo adecuado de ANP para evitar la deforestación y pérdida de la biodiversidad.	Porcentaje de pérdida de cobertura vegetal en ANP por periodo.	SEDESU CONAFOR SEDEA Municipios	X		
		II.5.1.2 Impulsar el manejo holístico de praderas y de áreas de pastoreo en ANP.	Porcentaje de superficie de praderas bajo manejo en ANP en el periodo.	SEDESU CONAFOR	X		
		II.5.1.3 Promocionar la importancia de la conservación y producción de plantas nativas.	Acciones de promoción implementadas.	CONAFOR SEDESU CCS	X		
		II.5.1.4 Incluir la participación comunitaria en proyectos de investigación en las ANP del Estado.	Porcentaje de participación comunitaria en proyectos de investigación.	SEDESU SEDESOQ CONCYTEQ	X		
		II.5.1.5 Impulsar el desarrollo de actividades de ecoturismo.	Tasa de variación en número de visitantes por periodo.	STEQ SEDESU Municipios	X		
II.5.2 Impulso para la identificación y decreto de corredores biológicos en el Estado.	Corredores decretados publicados, respecto al número de corredores identificados.	II.5.2.1 Identificar los sitios con vocación natural que puedan o deban ser considerados como corredores biológicos.	Sitios identificados mediante estudios de caso, publicados.	SEDESU	X		
		II.5.2.2 Proponer la conservación de los corredores biológicos identificados.	Propuesta aprobada.	SEDESU		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		II.5.2.3 Decretar corredores biológicos en el Estado, así como su conexión con otros Estados, para prohibir el desarrollo (urbano, industrial, agropecuario) en la cercanía de los mismos.	Decretos publicados incorporados como parte del Programa del Programa de Ordenamiento Territorial.	SEDESU SDUOP		X	
II.6 Entorno urbano e infraestructura.							
II.6.1 Fortalecimiento de infraestructura vial.	Kilometraje de vialidades fortalecidas, por periodo.	II.6.1.1 Impulsar el desarrollo de estudios de infraestructura vial en zonas urbanas.	Estudios realizados publicados.	IQT SDUOP CEI Municipios	X		
		II.6.1.2 Coordinación Estado y Municipios para fortalecer la infraestructura vial.	Convenios de coordinación firmados.	IQT SDUOP CEI Municipios y SCT	X	X	
II.6.2 Mejoramiento de infraestructura de drenaje.	Kilometraje de drenaje fortalecido, por periodo.	II.6.2.1 Fomentar la separación drenaje pluvial y sanitario a nivel municipal en nuevos desarrollos.	Kilometraje de sistemas separados construido y operando, por periodo.	SDUOP CEAQ		X	
		II.6.2.2 Fortalecer la normatividad de construcción para hacer obligatoria la separación de drenajes en nuevos desarrollos residenciales e industriales.	Normatividad modificada publicada.	CEAQ SDUOP PEEQ		X	
II.6.3 Fortalecimiento de la infraestructura de salud.	Porcentaje de Instalaciones fortalecidas.	II.6.3.1 Analizar las necesidades de infraestructura de salud en todos los Municipios del Estado.	Diagnóstico de necesidades elaborado publicado.	SSEQ, Municipios	X	X	
		II.6.3.2 Fomentar la coordinación Federal y Estatal para fortalecimiento de la infraestructura de salud.	Convenios de coordinación firmados.	SSEQ SS	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
II.6.4 Fortalecimiento de servicios básicos en pueblos y comunidades indígenas y zonas marginadas.	Porcentaje de comunidades indígenas y zonas marginadas con servicios en operación.	II.6.4.1 Identificar carencias de servicios básicos en zonas vulnerables de pueblos y comunidades indígenas y zonas marginadas.	Carencias identificadas.	SDUOP SEDESO Municipios	X	X	
		II.6.4.2 Impulsar programas sociales para reducir las carencias de servicios básicos en zonas vulnerables de pueblos y comunidades indígenas y zonas marginadas.	Programas sociales operando.	SDUOP SEDESOQ Municipios	X	X	

Estrategia III. Educación y difusión.

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
III.1 Fortalecimiento de la participación social, educación y cultura ambiental.							
III.1.1 Implementación de un Programa de educación en materia de cambio climático, vinculando todos los sectores involucrados.	Programa operando.	III.1.1.1 Elaborar e implementar programas de educación ambiental en los diferentes sectores: industrial, comercial de servicios, residencial, agrícola, educativo, salud, etc.	Programas elaborados en operación.	ComECCEQ SEDEQ SEDESU CCS	X		
		III.1.1.2 Elaborar material de educación y concientización sobre cambio climático.	Material elaborado y distribuido.	ComECCEQ SEDEQ SEDESU CCS	X		
		III.1.1.3 Capacitar al personal de las diferentes dependencias involucradas para impartir talleres, cursos sobre cultura vial, disminución de residuos y uso eficiente del agua.	Número de personas capacitadas.	ComECCEQ	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
III.2 Difusión y socialización.							
III.2.1 Integración e implementación de una estrategia de difusión en materia de cambio climático.	Estrategia implementada.	III.2.1.1 Identificar e incluir necesidades de comunicación y difusión sobre Protección Civil y Cambio Climático.	Diagnóstico de necesidades elaborado.	CECC CEPCQ CCS	X		
		III.2.1.2 Incluir acciones anuales de comunicación y difusión de campo limpio: control de envases de pesticidas y derivados de los sistemas de producción y no quema de esquilmo.	Acciones de comunicación implementadas.	SEDEA SEDESU CCS	X		
		III.2.1.3 Implementar difusión sobre limpieza en comunidades y lotes baldíos, en la cual se considere la creación de una línea de atención a denuncias ciudadanas.	Difusión implementada.	SEDESU CCS Municipios	X		
			Línea de atención instalada, difundida y en operación.				
		III.2.1.4 Impulsar campañas de reducción y separación de residuos.	Campañas en operación.	SEDESU CCS Municipios	X		
		III.2.1.5 Divulgación de tema de cambio climático en la población en general y de las medidas de adaptación que permitan el intercambio de experiencias de los diversos sectores involucrados a través de foros, talleres, cursos, etc.	Acciones de divulgación implementadas.	CECC ComECCEQ		X	
		III.2.1.6 Impulsar acciones sobre buenas prácticas en el sector turístico enfocados a la disminución de residuos, uso	Porcentaje de establecimientos turísticos con buenas prácticas	STEQ SEDESU CCS		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		eficiente de agua y eficiencia energética.	implementadas.				
III.2.2 Impulso de campañas de concientización de consumo responsable.	Campañas de concientización implementadas.	III.2.2.1 Vinculación de actividades entre los sectores productivos para fomentar el consumo responsable.	Cantidad de empresas vinculadas.	CECC CCS	X		
		III.2.2.2 Establecer programa anual de concientización de consumo responsable.	Programa implementado.	CECC CCS	X		

Estrategia IV. Políticas públicas y fortalecimiento institucional.

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
IV.1 Impulso y fortalecimiento de políticas públicas.							
IV.1.1 Fortalecimiento del marco legal estatal y municipal, en materia de cambio climático.	Marco legal fortalecido publicado.	IV.1.1.1 Revisión y en su caso actualización de las leyes estatales vinculadas con cambio climático.	Legislación estatal actualizada con enfoque de cambio climático.	CECC Legislatura		X	
		IV.1.1.2 Emitir el Reglamento de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro.	Reglamento publicado y en operación.	CECC Legislatura	X		
		IV.1.1.3 Impulsar la creación de reglamentos municipales en materia de cambio climático.	Número de municipios con reglamento en materia de cambio climático.	CECC Municipios	X		
IV.1.2 Establecimiento de lineamientos de Áreas Prioritarias de	Número de lineamientos en operación.	IV.1.2.1 Establecer lineamientos para identificar las áreas prioritarias de restauración.	Número de lineamientos emitidos.	SEDESU	X	X	



Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
restauración.		IV.1.2.2 Elaborar convenios de concertación con dueños y poseedores de terrenos para ejecutar los trabajos de restauración.	Convenios de concertación firmados e implementados.	SEDESU Propietarios de terrenos		X	
IV.1.3 Instrumentación de un mecanismo de regulación de emisiones de GEI en el Estado.	Mecanismos en operación en el periodo.	IV.1.3.1 Considerar en el Reglamento Estatal CC, un apartado para la regulación de emisiones de GEI.	Reglamento publicado y en operación.	CECC	X		
		IV.1.3.2 Integrar reporte de GEI a través de la COA estatal.	Reportes integrados a la COA estatal publicados.	SEDESU	X		
		IV.1.3.3 Monitoreo de GEI a través de reportes.	Reportes de monitoreo publicados.	SEDESU	X		
IV.1.4 Cumplimiento de normatividad ambiental y aplicación de programas de ordenamiento.	Porcentaje de proyectos con sanción por incumplimiento.	IV.1.4.1 Revisar y revertir el Plan Parcial de desarrollo en conjunto con los organismos involucrados para recuperar las zonas de amortización.	Plan Parcial revisado y actualizado, publicado.	SDUOP SEDESU	X	X	
		IV.1.4.2 Implementar una política pública para la reutilización de suelo y materia orgánica generada en cambios de uso de suelo.	Política pública establecida.	Municipios SEDEA	X		
IV.1.5 Impulsar la creación de una política pública para generar un instrumento económico por la generación de emisiones de GEI.	Política pública establecida e ingresos obtenidos por la generación de emisiones de GEI en el periodo.	IV.1.5.1 Analizar la factibilidad de incorporación de una política pública para la generación de un instrumento económico derivado de emisiones de GEI.	Análisis realizado.	SEDESU CECC Legislatura		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		IV.1.5.2 Establecer el mecanismo para generar los instrumentos económicos derivados de la generación de emisiones de GEI.	Mecanismo económico establecido.	SEDESU CECC Legislatura		X	
		IV.1.5.3 Incorporar los ingresos generados por la generación de emisiones al Fondo para la Protección Ambiental el Desarrollo Sustentable de Querétaro.	Ingresos por generación de emisiones de GEI en el periodo.	SEDESU CECC Legislatura		X	
IV.1.6 Impulsar en los municipios la implementación de estrategias enfocadas a la atención del cambio climático.	Porcentaje de municipios con estrategias de atención en operación.	IV.1.6.1 Promover e impulsar la creación de Programas de Acción Climática en los municipios.	Número de municipios con programa de acción climática publicado en operación.	CECC ComECCEQ	X	X	
		IV.1.6.2 Coadyuvar con los municipios para integrar sistemas de información de generación de indicadores de cambio climático.	Número de municipios con sistemas de información en operación.	ComECCEQ	X		
IV.1.7 Impulsar en los municipios el registro de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA).	No. de NAMA registradas en el periodo.	IV.1.7.1 Identificar acciones de mitigación que puedan inscribirse al proyecto de NAMA.	Acciones identificadas.	SEDESU	X		
		IV.1.7.2 Impulsar la integración de proyectos e inscribir ante la SEMARNAT.	Proyectos registrados como NAMA.	SEDESU		X	
		IV.1.7.3 Implementación de proyecto.	Proyectos implementados.	SEDESU		X	
		IV.1.7.4 Fortalecer la NAMA registrada de la Reserva de la Biósfera, Sierra Gorda.	Acciones de fortalecimiento en el periodo.	SEDESU SC	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
IV.1.8 Establecer un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de acciones de mitigación a nivel estatal.	Sistema MRV establecido.	IV.1.8.1 Crear un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación para las acciones que se realicen en materia de atención al cambio climático.	Sistema MRV Creado.	ComECCEQ, SEDESU	X		
IV.2 Fortalecimiento institucional.							
IV.2.1 Fortalecimiento de la infraestructura, personal y equipamiento a nivel estatal y municipal en áreas de atención al cambio climático.	Acciones de fortalecimiento anual implementadas.	IV.2.1.1 Identificar necesidades de personal, con base en un análisis de atribuciones establecidas en el ámbito de sus competencias y los perfiles de puestos del personal asignado para atención de temas de atención al cambio climático en dependencias estatales y municipales.	Diagnóstico de necesidades de recursos humanos elaborado.	CECC Municipios	X	X	
		IV.2.1.2 Identificar las necesidades de equipamiento e infraestructura interna para atender las atribuciones y compromisos establecidos en materia de cambio climático en dependencias municipales.	Diagnóstico de necesidades de recursos materiales elaborado.	CECC	X		
		IV.2.1.3 Implementar un programa anual de capacitación a todo el personal en materia de cambio climático.	Número de personas capacitadas.	CECC Municipios	X	X	
IV.2.3 Fomentar encuentros regionales de Entidades Federativas para el intercambio de	Encuentros realizados en el periodo.	IV.2.3.1 Impulsar la coordinación regional para el intercambio de experiencias enfocadas a atención del cambio climático a través de	Encuentros con otras entidades realizados.	SEDESU ComECCEQ	X	X	X

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
experiencia en materia de atención al cambio climático.		encuentros.					
		IV.2.3.2 Establecer acuerdos con Entidades para impulsar estrategias regionales para mitigación y adaptación ante el cambio climático.	Número de acuerdos firmados.	SEDESU ComECCEQ	X	X	X
IV.2.4 Actualización trianual del inventario de GEI.	Inventario actualizado, publicado trianualmente.	IV.2.4.1 Crear sistemas de información local para recopilación de información de los diferentes sectores, necesaria para actualización del inventario de GEI.	Sistemas de información operando.	ComECCEQ	X		
		IV.2.4.2 Impulsar la creación de capacidades locales para la estimación de emisiones por categoría.	Personal capacitado.	ComECCEQ	X		

Estrategia V. Investigación y financiamiento.

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
V.1 Investigación.							
V.1.1 Impulso a la investigación en materia de cambio climático en el Estado.	Investigaciones publicadas.	V.1.1.1 Analizar la factibilidad de crear un grupo interdisciplinario de investigación estatal para identificar y promover estudios prioritarios y específicos en materia de cambio climático.	Grupo creado.	ComECCEQ	X		

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
		V.1.1.2 Crear una cartera de proyectos de investigación sobre cambio climático.	Número de proyectos.	ComECCEQ	X	X	
		V.1.1.3 Gestionar recursos para elaboración de proyectos prioritarios.	Cantidad de recursos gestionados.	CECC	X	X	
		V.1.1.4 Emitir convocatoria para el desarrollo de proyectos específicos.	Convocatoria publicada.	CECC		X	
V.2 Financiamiento.							
V.2.1 Destinar presupuesto anual por parte las dependencias involucradas para el cumplimiento de medidas.	Presupuesto asignado.	V.2.1.1 Identificar proyectos de las diferentes dependencias estatales involucradas para destinar recursos específicos para su cumplimiento.	Presupuesto destinado para proyectos.	CECC		X	
V.2.2 Generación de proyectos susceptibles de financiamiento en fondos estatales, nacionales e internacionales enfocados al tema de cambio climático.	Porcentaje de proyectos identificados con financiamiento.	V.2.2.1 Analizar requisitos de elegibilidad en fuentes de financiamiento local, estatal, nacional e internacional.	Análisis comparativo elaborado.	CECC	X		
		V.2.2.2 Elaborar proyectos elegibles conforme a los términos de referencia de las fuentes de financiamiento posibles.	Proyectos elaborados con revisión externa.	CECC	X		
V.2.3 Proyectos disponibles para gestión de financiamiento.	Cartera de proyectos elaborada conforme a términos de referencia por fuente.	V.2.3.1 Gestionar la presentación de proyectos elegibles por fuente de financiamiento.	Porcentaje de proyectos aceptados por fuentes de financiamiento.	ComECCEQ	X	X	
		V.2.3.2 Administrar proyectos financiados.	Porcentaje de proyectos concluidos en tiempo y forma conforme al	ComECCEQ		X	

Medida	Indicador de la medida	Acciones	Indicador de la acción	Responsable	Plazo		
					2024	2030	2050
			calendario y programa.				
		V.2.3.3 Evaluar proyectos financiados concluidos.	Porcentaje de proyectos con evaluación final positiva según la fuente de financiamiento.	CECC ComECCEQ		X	
V.2.4 Impulsar la creación de fondos locales integrados con las multas o compensaciones establecidas por la generación de impactos ambientales en los municipios.	Fondo creado en operación.	V.2.4.1 Impulsar la creación de fondos ambientales municipales.	Documentación y coordinación del fondo elaborada y aprobada.	CECC Municipios	X		

7. Financiamiento

Para el cumplimiento del programa es indispensable contar con recursos económicos que permitan la implementación de las medidas y acciones, por lo que se debe buscar que todas las dependencias involucradas y los municipios cuenten con presupuesto anual. Así pues, existen fondos de financiamiento internacional y nacional, disponibles para que se puedan acceder a ellos con proyectos específicos. Algunos de ellos se mencionan en este apartado.

1. Internacional

Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA)

Las NAMA son acciones voluntarias realizadas en el país para reducir emisiones de GEI. Una NAMA puede ser un programa institucional, cambio regulatorio, incentivo fiscal u otra medida. Debido al carácter abierto y flexible de la NAMA, se ha dado lugar a tres tipos de medidas según su financiamiento:

1. Unilaterales (sin el apoyo de terceros).
2. Apoyadas (con apoyo financiero, transferencia tecnológica y/o de desarrollo de capacidades).
3. Acreditadas (las reducciones son vendidas para el Mercado de Carbono).

El Registro Nacional NAMA tiene como propósito conocer las iniciativas que se están desarrollando en el país, centralizar la información en la SEMARNAT/Dirección General de Políticas para el Cambio Climático, y asistir en el registro internacional y en la canalización de posibles apoyos. Es un registro voluntario e independiente de la aprobación de registro ante la CMNUCC que se inicia enviando una solicitud de registro vía correo electrónico a SEMARNAT.

Los datos de contacto son: Dirección General de Políticas para el Cambio Climático. SEMARNAT.
Tel: (55) 5490-2100, Ext. 22127.

Agencia Danesa de Energía (DEA)

El financiamiento de esta Agencia proviene de la Dotación Climática Danesa y se canaliza a México en forma de cooperación técnica (DEA, 2018). Desde 2014, se tiene colaboración con México para cumplir las metas de mitigación y adaptación a través de SEMARNAT y SENER, y organismos subsidiarios como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), el INECC y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Los proyectos entre la DEA y el gobierno mexicano se enfocan en transferencia de conocimiento, capacitaciones y asistencia técnica sobre cambio climático y energía.

Más información: <https://ens.dk/en>; teléfono: 4533926700 y 453392716; correo: ens@ens.dk

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Los instrumentos financieros utilizados son para proyectos de cooperación técnica a través de préstamos no reembolsables, préstamos al sector privado, préstamos concesionales, garantías, y otro tipo de préstamos. Las líneas de acción que se impulsan son para el tema de cambio climático y sostenibilidad ambiental: desarrollo, inclusión social e igualdad, productividad e innovación e integración económica.

Mayor información en:

Teléfono: (52-55) 9138-6200, correo: BIDMexico@iadb.org

Banco Mundial

El BM utiliza instrumentos financieros como préstamos tradicionales y a fondo perdido en forma de cooperación técnica y garantías. Sus objetivos son terminar con la pobreza extrema a nivel mundial y promover una “prosperidad compartida” que permita mejorar el bienestar en todos los sectores de la sociedad. Desde 1989 el BM apoya a México en temas de cambio climático; al 2018, se apoyaron 37 proyectos de cambio climático. Entre los proyectos apoyados por el Banco Mundial se destacan los siguientes temas:

- Desarrollo del sector financiero y el sector privado, entre otros aspectos.
- Pueblos indígenas.
- Reglamentación y políticas sobre competencia.
- Educación para todos.
- Gestión de la contaminación y salud ambiental.
- Descentralización.
- Participación y compromiso cívico.
- Servicios e infraestructuras rurales.
- Políticas e instituciones ambientales.
- Cambio climático.

Además, en 2017 con recursos del Fondo Estratégico de Cambio Climático, se aprobó el proyecto “Mecanismo de Donaciones Específico para los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales México”, como préstamo a fondo perdido. Dicho fondo proporciona financiamiento para ampliar las actividades encaminadas a los retos del cambio climático.

Más información:

Oficina en México: teléfono: 5255 5480-4200; correo: bmmexico@worldbank.org

Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF)

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial es una entidad financiera independiente, que otorga donaciones a países en desarrollo y a países con economías en transición para proyectos relacionados con la biodiversidad, el cambio climático, las aguas internacionales, la degradación de tierras, la capa de ozono y los contaminantes orgánicos persistentes.

Tiene tres tipos de financiamiento enfocados a adaptación:

- Fondo Fiduciario 'Prioridad Estratégica sobre la Adaptación' (PEA) medidas de adaptación.
- Fondo para los Países Menos Adelantados (FPMA); aplicación de los programas nacionales de acción para la adaptación.
- Fondo Especial para el Cambio Climático (FECC); máxima prioridad a la adaptación.

El GEF ha sido uno de los mayores socios de México; sin embargo, a medida que los indicadores económicos del país van en aumento, como el Producto Interno Bruto (PIB) y el PIB per cápita, la asignación de recursos cada vez es menor, ya que el fondo comienza a dar prioridad a países de renta más baja. Las principales áreas focales que se han apoyado a México con este fondo son: cambio climático, degradación de suelo y biodiversidad.

Las condiciones para poder acceder a este financiamiento son:

- Ser un país elegible: si el país ha ratificado las convenciones a las que sirve el GEF, si el país es elegible para recibir financiamiento del WB o asistencia técnica de UNDP.
- El proyecto debe ser liderado por el país receptor y no por un socio externo.
- La propuesta debe vincular prioridades nacionales ambientales con los objetivos y programas del GEF, de acuerdo con la reposición más actual.
- Los proyectos deben buscar financiamiento solo para los costos incrementales de las medidas necesarias para alcanzar los objetivos ambientales planteados por el GEF.
- Ser una entidad pública o privada o de la sociedad civil.

Más información: <https://www.thegef.org/country/mexico>; teléfono: 52 55 3688 2608

Fondo Verde para el Clima (GCF)

El GCF es la principal vía para canalizar el financiamiento climático público internacional. Fue creado a partir de la Conferencia de las Partes (COP) de Durban y del Acuerdo de París. Su objetivo principal es financiar proyectos que alienten a un cambio de paradigma para transitar a una sociedad y economía resiliente, baja en emisiones de carbono. Tiene como compromiso asignar 50 por ciento de los fondos a actividades de adaptación y 50 por ciento a actividades de mitigación.

El GCF moviliza su financiamiento a través de Entidades Acreditadas, es decir, a través de organizaciones privadas, públicas, gubernamentales, subnacionales, regionales o internacionales con las capacidades para impulsar acciones climáticas. Las entidades supervisan, gestionan y monitorean sus proyectos y programas una vez que son aprobados por el fondo.

Existen dos tipos de Entidades Acreditadas según el acceso a los recursos del fondo:

- Entidades de Acceso Directo. Son organizaciones subnacionales, nacionales o regionales que deben ser nominadas por las Autoridades Nacionales Designadas (NDA, por sus siglas en

inglés) o puntos focales de los países en desarrollo, y son elegibles para recibir apoyo de preparación del GCF.

- Entidades de Acceso Internacional. Se encuentran las agencias de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), bancos multilaterales de desarrollo, instituciones financieras internacionales e instituciones regionales.

Para que una organización sea acreditada como Entidad de Acceso Directo debe ser nominada por una NDA y presentar su solicitud ante el GCF. Antes de aplicar, el GEF recomienda a las organizaciones interesadas utilizar su herramienta de evaluación en línea para saber si cuentan con los requerimientos básicos para aplicar.

Más información: NDA_mexico@hacienda.gob.mx, teléfono 52 55 3688 2608

Fondo para la Adaptación (FA)

Este fondo obtiene sus recursos a través de un gravamen del 2 por ciento sobre la venta de créditos de emisiones del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Se estableció en el 2001 para financiar proyectos y programas concretos de adaptación en países en desarrollo que ratificaron el Protocolo de Kioto, y que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

El FA apoya proyectos en áreas temáticas de: agricultura, manejo de zonas costeras, reducción de riesgo de desastres, seguridad alimentaria, bosques, desarrollo rural y urbano, gestión del agua, y proyectos multisectoriales.

Para acceder al apoyo los países deben enviar sus propuestas a través de una institución acreditada, ya sea nacional, regional o multilateral ya que estas son las que recibirán el fondo. Las propuestas deben estar alineadas con las prioridades nacionales de desarrollo de cada país.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) es la institución nacional acreditada en México.

Más información en: www.adaptation-fund.org

Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund

Es un fondo de fondos para convertir el capital del sector privado en proyectos de energía limpia en países en desarrollo y economías en transición. Es asesorado por el Grupo del Banco Europeo de Inversiones.

Los fondos de GEEREF invierten en mercados emergentes con marcos regulatorios apropiados para energía limpia, donde los recursos de energía renovable de alta calidad y la reducción constante de los costos de la tecnología crean oportunidades de inversión atractivas.

La oportunidad de invertir en energías renovables en economías en desarrollo está impulsada por tres factores principales: 1) población y crecimiento económico; 2) crecimiento de la demanda energética; y 3) una proporción creciente de energía limpia en la combinación de energía. Este

último refleja un énfasis en la seguridad e independencia energética, las preocupaciones sobre la balanza de pagos, la mejora de la economía en relación con los costos de los combustibles fósiles y la fijación de precios del carbono en algunas regiones.

Más información: <https://geeref.com/>; teléfono 352 4379 70492, correo: info@geeref.com

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El MDL es un procedimiento contemplado en el Protocolo de Kioto (PK) en el cual países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones aplicables a cumplir con su propio compromiso de reducción. Los países donde se realizan los proyectos se benefician de la transferencia de tecnología, los flujos de capital de inversión para proyectos de mitigación y los resultados que estos ofrecen para las políticas de desarrollo sustentable.

Sin embargo, a partir del año 2013 la situación de los MDL cambió debido a varios factores, entre ellos, la enorme caída de los precios de las reducciones por la amplia oferta de bonos y la poca demanda de éstos al final del primer periodo de compromiso.

Más información: Dirección General de Políticas para el Cambio Climático/ Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT. Teléfono: 5490-2100 Ext. 22127.

2. Nacional

Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)

BANOBRAS es una institución financiera de la Banca de Desarrollo encargada de crear infraestructura y servicios públicos para el crecimiento del país.

Los instrumentos financieros para cambio climático se enfocan en financiar proyectos de energía (generación y transmisión de electricidad, gasoductos, fuentes renovables de energía, petróleo y gas, etc.), agua (plantas de tratamiento, acueductos, etc.), residuos sólidos (confinamiento y clausura de depósitos, aprovechamiento de residuos para generación de energía, etc.) e infraestructura urbana (transporte masivo, autopistas y vialidades urbanas).

Para acceder al financiamiento es necesario ser Estado, Municipio, Organismo Público Descentralizado, organismos paraestatales o municipales y desarrolladores privados de infraestructura que cuenten con proyectos de infraestructura y/o de servicios públicos con impacto social o rentabilidad económica. Así como, cumplir con los requisitos según el tipo de instrumento requerido.

El proceso consiste en la presentación de la solicitud de ingreso o proyecto y el cumplimiento de cada una de las condiciones por los interesados; así como la evaluación por BANOBRAS de los proyectos.

Más información: www.banobras.gob.mx; teléfono 52 55 5270 1565

Fideicomiso Fondo Nacional de Infraestructura (FONANDIN)

El FONADIN es el medio de coordinación del Gobierno de México para el desarrollo de infraestructura, principalmente en las áreas de comunicaciones, transportes, hidráulica, medio ambiente y turístico. Apoya en la planeación, fomento, apoyos, construcción, conservación, operación y transferencia de proyectos de infraestructura con impacto social o rentabilidad económica o financiera, en los que participe el sector privado.

Las entidades del sector público podrán solicitar apoyos recuperables y no recuperables para la realización de los estudios necesarios para determinar la factibilidad de los proyectos. Para proyectos de inversión, se puede solicitar el otorgamiento de apoyos recuperables y no recuperables. En el caso de los no recuperables, el apoyo debe solicitarse antes de que inicie el procedimiento de licitación del proyecto de infraestructura de que se trate. Si se solicita apoyo recuperable, con el objeto de que el mismo tenga mayor impacto, la solicitud deberá realizarse preferentemente antes de que inicie el procedimiento de licitación del proyecto.

Se contemplan 4 programas sectoriales para apoyar específicamente a los sectores de infraestructura, transporte, agua y saneamiento, así como residuos sólidos, los cuales son:

- Fondos de Capital de Riesgo: financiamiento de los proyectos de infraestructura con elevado potencial y riesgo en el corto y mediano plazos.
- PROTRAM: el Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo apoya el financiamiento de proyectos de inversión en Transporte Urbano Masivo.
- PROMAGUA: apoyo en materia de cobertura y calidad de servicios de agua potable a entidades federativas y municipios cuya población sea de preferencia superior a los 50,000 habitantes.
- PRORESOL: apoyos financieros destinados para estudios y asesorías de proyectos de residuos sólidos urbanos (RSU), así como para proyectos de inversión de infraestructura para la gestión integral de RSU.

Más información en: <https://www.fonadin.gob.mx/>

Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE)

El FOTEASE es un instrumento de política pública de la Secretaría de Energía cuyo objetivo es instrumentar acciones que sirvan para contribuir al cumplimiento de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, promoviendo la utilización, el desarrollo y la inversión de las energías renovables y la eficiencia energética.

Los recursos del FOTEASE, están dirigidos a otorgar apoyos de carácter recuperable y no recuperable, incluyendo garantías de crédito u otro tipo de apoyo financiero a proyectos que permitan:

- Promover, incentivar y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y de uso doméstico, comercial, industrial y agropecuario.
- Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable.
- Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética.
- Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía.
- Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos, que requieren del suministro de energía para su funcionamiento.

Más información: Coordinador del Fondo para la Transición Energética, teléfono 55 5000-6000 ext. 1062 y 2686.

Nacional Financiera (NAFIN)

En materia de cambio climático, NAFIN se ha enfocado, principalmente, en el financiamiento a través de créditos y garantías a proyectos de eficiencia energética, fuentes renovables de energía y nuevos sistemas de transporte.

Para el apoyo de este financiamiento es necesario cumplir con ciertas condiciones acorde al tipo de crédito a solicitar:

- Eco Crédito Empresarial Masivo.
- Eco Crédito Empresarial Individual.
- Créditos para proyectos sustentables (energía y cambio climático). Empresas medianas o grandes o vehículos de propósito específico constituidos en México para el desarrollo de proyectos de energía, así como instituciones financieras (nacionales o extranjeras) y organismos financieros multilaterales que aportan financiamiento a proyectos de energía.

Más información: <https://www.nafin.com/portalfn/content/home/home.html>; teléfono: 01 800 623 4672; correo: info@nafin.gob.mx

3. Estatal

Fondo para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sustentable en Querétaro

Este fondo apoya proyectos tendientes a generar estrategias y mecanismos que permitan la implementación de acciones y proyectos orientados al fomento de una cultura de desarrollo humano sustentable mediante el cuidado, prevención, protección, conservación y aprovechamiento del patrimonio natural del Estado de Querétaro, por medio de los cuales se promueva alguno de los siguientes aspectos:

- Incrementar, conservar y promocionar el patrimonio natural de Querétaro.
- Reducir la emisión y presencia de contaminantes en los ecosistemas.
- Aprovechar de manera racional y equitativa los recursos naturales del Estado.

- Sensibilizar a la población sobre la importancia de fomentar una cultura para el desarrollo humano sustentable.
- Fortalecer el acervo documental y estadístico, en materia ambiental que permita la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas.

Los apoyos se otorgarán de acuerdo a las Reglas de Operación.

Más información: www.sedesu.gob.mx; teléfono: 52 44 2211 6800

8.Evaluación

La LGCC señala que la política de cambio climático sea sustentada a través de actividades de MRV y M&E, por tanto, es importante que los tres órdenes de gobierno asuman el compromiso de incorporar estos criterios en sus esquemas de gobierno y políticas públicas.

Es relevante que se precise la forma en la cual se le dará seguimiento y se realizará la evaluación del PEACCEQ, por lo que en el presente apartado se sugiere el mecanismo para dichos procesos, con lo cual se podrá conocer el avance de cada una de las medidas y el cumplimiento de los objetivos, metas y estrategias.

Asimismo, se hace mención de la necesidad de definir al responsable de evaluar el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación; resaltando que el PEACCEQ es dinámico y en la medida que se implemente, las medidas y acciones podrán ser ajustadas incluyendo sus indicadores.

Para cuantificar el avance de las metas establecidas, los procesos de monitoreo y verificación periódicos son clave para así determinar si los esfuerzos que se han realizado han sido apropiados y suficientes. En caso contrario, esta información sirve para la toma de decisiones, e incluso la modificación de acciones.

Una de las ventajas del PEACCEQ es la flexibilidad de redefinir acciones ante los resultados de los reportes o algún imprevisto justificable.

Para el seguimiento del PEACCEQ, en fecha 29 de noviembre de 2019 quedó instalada la Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro (ComeCCEQ), conformada por los titulares de las dependencias e instancias señaladas en el artículo 11 de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro; posteriormente, en virtud de la reforma a la Ley de referencia, publicada en el citado medio de difusión oficial en fecha 21 de diciembre de 2020, la ComeCCEQ se encuentra integrada por los titulares de las siguientes dependencias e instancias:

- 1) Secretaría de Gobierno
- 2) Secretaría de Salud
- 3) Secretaría de Desarrollo Sustentable
- 4) Secretaría de Desarrollo Agropecuario
- 5) Secretaría de Seguridad Ciudadana
- 6) Secretaría de Turismo
- 7) Secretaría de Educación
- 8) Secretaría de la Juventud
- 9) Secretaría de Desarrollo Social
- 10) Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
- 11) Instituto Queretano del Transporte
- 12) Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano Querétaro
- 13) La Coordinación Estatal de Protección Civil
- 14) La Comisión Estatal de Aguas
- 15) El Centro de Ecología y Cambio Climático del Estado de Querétaro; y
- 16) El Presidente de la Comisión de Medio Ambiente de la Legislatura del Estado.

La ComECCEQ cuyo Reglamento Interno fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro “La Sombra de Arteaga” en fecha 19 de mayo de 2020, detenta entre otras atribuciones, las siguientes:

1. Aprobar el PEACCEQ.
2. Convocar a las organizaciones de los sectores sociales y privados a que manifiesten su opinión y propuestas en materia de cambio climático.
3. Definir, convocar e instalar grupos de trabajo necesarios para la consultoría científica, técnica, legal, y financiera, para atender los temas específicos objeto de la presente Ley.
4. Gestionar recursos para ejecutar el Programa Estatal y dar seguimiento al presupuesto anual en materia con el apoyo de la Secretaría de Planeación y Finanzas del Poder Ejecutivo.
5. Difundir sus trabajos y resultados, así como publicar un informe anual de actividades;
6. Apoyar las acciones de gestión necesarias para el cumplimiento de los compromisos.
7. Formular, proponer y coordinar políticas públicas, planes, metas y estrategias en las diferentes dependencias de la administración pública estatal en materia de prevención, adaptación y mitigación del cambio climático, eficiencia energética y el uso de energías renovables, así como su incorporación en los programas y acciones, de conformidad con lo previsto en la Estrategia Nacional y el Programa Estatal.
8. Impulsar acciones que permitan tener una sociedad bien informada que participe en el proceso de evaluación, calificando principalmente las acciones en las que colabore activamente.

Asimismo, como lo establece el Artículo 12, fracción IV de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro, será necesario que, dentro de esta, se conformen grupos de trabajo, sugiriendo sean por estrategia para un mejor seguimiento e implementación, considerando que estos tengan entre otras, las siguientes atribuciones:

- Identificar las limitaciones o fortalezas para la implementación de las medidas.
- Coordinar a las instancias involucradas para la implementación de las medidas establecidas en cada estrategia.
- Impulsar la implementación de las medidas que le correspondan.
- Documentar el cumplimiento de cada una de las medidas.
- Presentar al ComECCEQ al menos cada seis meses el informe de avances y cumplimiento.

En el primer semestre del año 2021, la SEDESU deberá definir la metodología a partir de la cual, el ComECCEQ realizará la evaluación del PEACCEQ dentro del primer semestre del año 2021, considerando la evaluación a través de los indicadores definidos por medida y acción de cada estrategia, así como el alcance de metas y objetivos planteados.

Se sugiere que la evaluación por parte del ComECCEQ, se realice de manera semestral, y que de cada evaluación se emita un informe a la población sobre los avances y cumplimientos. Esta evaluación podrá realizarse tomando en cuenta los reportes de seguimiento que emitirá anualmente la ComECCEQ, así como datos con que cuente la PEPMADU, derivados de su función

de vigilancia consignada en el artículo 7 de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Querétaro.

La evaluación periódica de las medidas y acciones, permitirá en su caso reorientar las medidas y hacer los ajustes que se consideren para cumplir con los objetivos y metas planteados. La retroalimentación proveniente de la evaluación periódica es una herramienta efectiva para mejorar el enfoque de las políticas públicas.

Posteriormente, cuando el PEACCEQ haya finalizado, se realizará una evaluación externa que mostrará los impactos reales sobre la mitigación y adaptación, y expresará en cierta medida la siguiente planificación en materia de cambio climático.

Es importante señalar que además de la evaluación que realice el ComECCEQ, se deberá considerar establecer el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, el cual sustentará las evaluaciones realizadas.

Otro aspecto importante a considerar es que la SEDESU propiciará la participación activa de la población en la evaluación de la política pública estatal en esta materia, a través de la organización y realización de foros de consulta ciudadana, en tanto que de acuerdo al Reglamento Interior de la ComECCEQ, ésta cuenta con un Consejo Consultivo que además de brindarle la asesoría necesaria en asuntos de su competencia, entre otras atribuciones, promoverá a su vez, la participación social, informada y responsable, a través de las consultas públicas que determine en coordinación con la ComECCEQ, cuyos Avisos deberán ser publicados en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro y en dos periódicos de mayor circulación en la entidad.

Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación

Es importante que se considere la creación de un sistema electrónico de información para facilitar el reporte de avances por las dependencias, pues de esta manera se evaluará y cuantificará periódicamente. Esto además permitirá tener mayor precisión, comparabilidad y transparencia dado que se tendrá el respaldo histórico de los avances. Asimismo, permitirá dar acceso a la población para consultar reportes de avances en el momento que se lo requieran.

La SEDESU es la responsable del proceso de seguimiento y evaluación, además del análisis de los resultados derivados del MRV (Figura 12).

Para definir el Sistema MRV, la SEDESU deberá considerar lo siguiente:

- Monitoreo: obtención de variables necesarias para cálculo de indicadores.
- Reporte: manejo y reporte de variables e indicadores.
- Verificación: determinación de confiabilidad de indicadores.

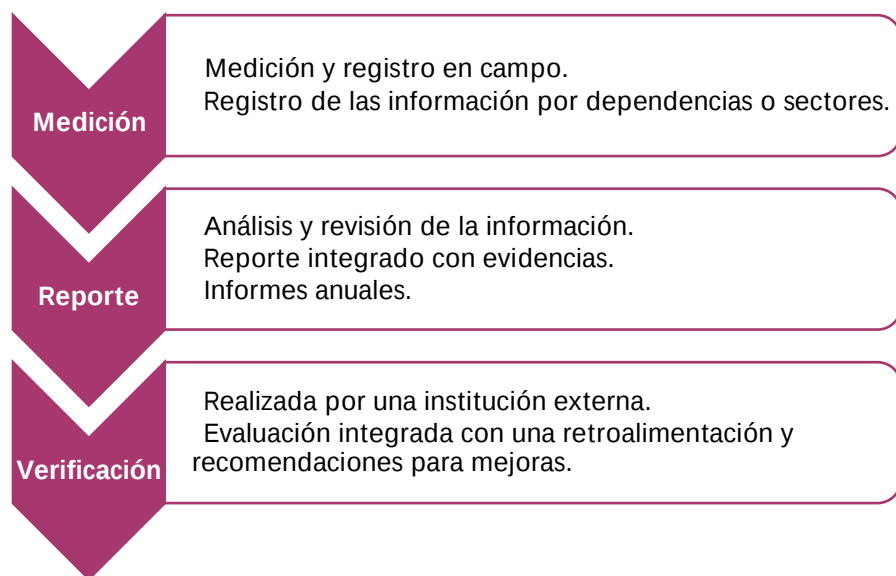


Figura 12. Esquema de metodología MRV.

En este sentido se reitera que quedaron definidos los indicadores por medida y acción, y el responsable, lo que permitirá comenzar con el Sistema MRV desde el inicio de su implementación, el cual podrá ajustarse en la medida que se comience con ella.

Glosario

Adaptación. Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.

Ahorro de energía. Racionalización de los procesos y consumos energéticos para aumentar la eficiencia de sus usos y evitar consumos innecesarios.

Antropogénico. Término utilizado para hacer referencia a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales, sin influencia humana.

Cambio Climático. Variación 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 períodos de tiempo comparables.

Centro. Centro de Ecología y Cambio Climático del Estado de Querétaro.

CO₂ equivalente. Medida normalizada del efecto del conjunto de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el clima. Se define como la concentración de CO₂ que produciría el mismo nivel de forzamiento radiativo que una mezcla dada de CO₂ y otros GEI. Resulta de transformar el efecto de cada GEI en la cantidad de CO₂ que tendría un efecto equivalente, e integrarlo en una sola figura.

Comisión. Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro.

Desastre. Resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y/o extremos, concatenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta del sistema o la comunidad afectada.

Efecto Invernadero. Es el efecto de la radiación infrarroja debido a todos los gases y sustancias presentes en la atmósfera capaces de absorber y emitir en la frecuencia infrarroja del espectro de radiación. Los denominados gases de efecto invernadero, las nubes y -en menor cuantía- los aerosoles absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra y por otras partes de la atmósfera. Todas estas sustancias emiten radiación en todas las direcciones, pero la cantidad neta emitida al espacio es normalmente menor que la que se emitiría en ausencia de estas sustancias absorbentes de radiación infrarroja debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y la consiguiente reducción de las emisiones. Un aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto contribuyendo a un calentamiento de la temperatura del aire en la superficie y en la troposfera.

Eficiencia energética. Conjunto de acciones relativas a la gestión eficiente de la demanda, uso racional y eficiente de la energía, entre otras, que permitan optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos para garantizar la satisfacción del usuario y las necesidades energéticas del Estado.

Energías limpias. Fuentes de energía y procesos de generación de electricidad definidos como tales en la Ley de la Industria Eléctrica.

Escenario. Descripción plausible, y generalmente simplificada, sobre cómo puede desarrollarse el futuro, basada en una serie de asunciones consistentes y coherentes entre sí. Conjunto de hipótesis de trabajo sobre cómo puede evolucionar la sociedad y qué puede suponer esa evolución para el clima.

Evento extremo. Un suceso meteorológico extremo es un suceso que es raro para un lugar determinado y una época del año. La definición de raro puede variar pero, en general, se refiere a un suceso que está por debajo / encima del percentil 10/90 de la correspondiente función de densidad de probabilidad estimada a partir de las observaciones. Cuando un suceso meteorológico extremo persiste durante un cierto tiempo puede clasificarse como suceso extremo climático, especialmente si da lugar a un valor promedio o total que a su vez es extremo.

Fenología. Relación entre los fenómenos biológicos que se repiten periódicamente (por ejemplo, las etapas de desarrollo y la migración) y los cambios climáticos y estacionales.

Forzamiento radiativo. Cambio (en relación con el año 1750, que es tomado como momento en que se inicia la revolución industrial) en la diferencia entre la cantidad de calor que entra en la atmósfera y la que sale de ella. Un forzamiento positivo tiende a calentar el planeta, mientras que uno negativo tiende a enfriarlo.

Gobernanza climática. Conjunto de mecanismos y medidas orientados a dirigir al sistema social hacia la prevención, mitigación o adaptación a los riesgos planteados por el cambio climático.

Impactos (consecuencias, resultados). Efectos en los sistemas naturales y humanos. En el AR5, el término impactos se emplea principalmente para describir los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas; medios de subsistencia; Estados de salud; ecosistemas; bienes económicos, sociales y culturales; servicios (incluidos los ambientales) e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos, incluidas las inundaciones, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los impactos denominados impactos físicos.

Isla de Calor. Gradiente térmico que se observa entre los espacios urbanos densamente ocupados y construidos y la periferia rural o peri-urbana; es una modificación climática no intencional cuando la urbanización le cambia las características a la superficie y a la atmósfera de la Tierra.

Mitigación En el contexto del cambio climático, se refiere a la intervención humana para reducir las fuentes o incrementar los sumideros de gases de efecto invernadero.

N input. Nitrógeno aplicado al suelo a través de fertilizantes sintéticos

Proyección climática. Es la respuesta simulada –generalmente mediante el uso de modelos climáticos- del sistema climático a un escenario de emisiones o concentraciones futuras de gases de efecto invernadero y aerosoles. Las proyecciones climáticas se distinguen de las predicciones por su dependencia del escenario de emisión o concentración considerado. Las proyecciones están por lo tanto condicionadas a las suposiciones relativas a los escenarios que pueden o no tener lugar.

Resiliencia. Capacidad de un sistema socio ecológico de afrontar un suceso o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Riesgo. Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos.

Sumidero de carbono. Cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero.

Vulnerabilidad. Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

Siglas y acrónimos

AD	Datos de Actividad
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra
AIE	Naciones Unidas y la Agencia Internacional de Energía
ANP	Área Natural Protegida
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CCS	Coordinación de Comunicación Social
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CEA	Comisión Estatal de Aguas Querétaro
CEAQ	Comisión Estatal de Aguas de Querétaro
CECC	Centro de Ecología y Cambio Climático
CEI	Comisión Estatal de Infraestructura
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CENAPRED	Comisión Nacional de Prevención de Desastres
CEPCQ	Coordinación Estatal de Protección Civil de Querétaro
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
COA	Cédula de Operación Anual
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
ComECCEQ	Comisión Estatal de Cambio Climático del Estado de Querétaro
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONCYTEQ	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COP	Conferencia de las Partes
CP	Conferencia de las Partes
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DEA	Agencia Danesa de Energía
DENV	Virus del dengue
DMAM	Direcciones de Medio Ambiente de los Municipios
DMM	Direcciones de Movilidad Municipales
DSPM	Direcciones de Servicios Públicos Municipales
EF	Emission Factors
ESGEQ	Secretaría de Gobierno del Estado de Querétaro
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FOTEASE	Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
GBP	Guías de Buenas Prácticas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWP	Potenciales de calentamiento global
GyCEI	Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
HFC	Hidrofluorocarbonos
IDES	Indicadores para el desarrollo energético sostenible
IEDS	Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPPU	Procesos industriales y uso de productos
IQT	Instituto Queretano del Transporte
IRI	Research Institute for Climate and Society
IVEQ	Instituto de la Vivienda del Estado de Querétaro
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
LEAP	Long- range Energy Alternatives Planning System
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MOVES	Vehicle Emission Simulator
MRV	Medición, Reporte y Verificación.
NAFIN	Nacional Financiera
NAMA	Acción de Mitigación Nacional Apropriada
NDC	Contribución Determinada Nacional
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NIR	Infrarrojo cercano
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidad
PEACCEQ	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PEEQ	Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PEPMADU	Procuraduría Estatal de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano
PFC	Perfluorocarbonos
PIB	Producto Interno Bruto

PMACCQ	Plan Municipal de Atención al Cambio Climático del municipio de Querétaro
PND	Plan Nacional de Desarrollo
ProAire	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
RCP	Trayectorias de Concentración Representativas
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SC	Sociedad Civil
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SDF	Sitio de Disposición Final
SDUOP	Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
SECTUR	Secretaría de Turismo del Estado de Querétaro
SEDEA	Secretaría de Desarrollo Agropecuario
SEDESOQ	Secretaría de Desarrollo Social de Querétaro
SEDESU	Secretaría de Desarrollo Sustentable
SEDEQ	Secretaría de Educación
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SESEQ	Servicios de Salud del Estado de Querétaro
SG	Secretaría de Gobierno
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIG	Sistemas de Información Geográfico
SPI	Standardized Precipitation Index
SS	Secretaría de Salud
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro
USCUSS	Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura
ZAE	Zonas Agroecológicas
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
ZMSJR	Zona Metropolitana de San Juan del Río

Unidades

°C	Grados Celsius
cm	Centímetros
Gg	Gigagramos
GJ	Gigajoule
GWh	Gigawatts por hora
ha	Hectárea
hab	Habitantes
has	Hectáreas
gr	Gramos
kJ	Kilojoule
km	Kilómetros
km ²	Kilómetros cuadrados
lps	Litros por segundo
Mg	Megagramos
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m ³	Metro cúbico
MW	MegaWatts
pH	Medida de acidez o alcalinidad
PJ	Petajoule
%	Porcentaje
t	Toneladas
TJ	Terajoule
W/m ²	Forzamiento radiativo

Compuestos

CaCO ₃	Piedra caliza
CaO	Óxido de calcio
CH ₄	Metano
CN	Carbono negro
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes al Metano
HFC, PFC	Halocarbonos
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos
HCFC - 22	Hidroclorofluorocarbonos, como refrigerante en sistemas de refrigeración y en sistemas de aire acondicionado
HCFC – 141b	Hidroclorofluorocarbonos, como espumante y como agente de limpieza.
Mg(CO ₃) ₂	Dolomita
N	Nitrógeno
N ₂ O	Óxido de nitrógeno
Na ₂ CO ₃	Ceniza de sosa
NH ₃	Amoniaco
NOx	Óxidos de nitrógeno
SF ₆	Hexafluoruro de azufre

Referencias

- Alcaraz-Segura, D., Cabello, J., Paruelo, J.M., Delibes, M. 2008a. Assessing protected areas to face environmental change through satellite-derived vegetation greenness: The case of the Spanish National Parks. *Environmental Management*.
- Atlas de Riesgo del Estado de Querétaro
- Barradas VL. 1991. Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City. *Int. Journal of Biometeorology* 35: 24-28.
- Bonan G. B. (2002). *Ecological climatology: concepts and applications*. New York: Cambridge University Press.
- CENAPRED, 2008. Incendios Forestales, Comisión Nacional de Prevención de Desastres, Mayo 2008. <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/159-FASCCULOINCENDIOSFORESTALES.PDF>
- Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), 2014. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal. Ciudad de México. Recuperado: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/zonas-restringidas/areas-naturales-protegidas-federal>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), 2015. Indicadores Socioeconómicos de los Pueblos Indígenas de México.
- CONABIO, 2012. Áreas Geoestadísticas Municipales.
- CONAFOR, 2016, Comisión Nacional Forestal <https://www.gob.mx/conafor/prensa/acumula-queretaro-32-incendios-forestales-en-2016>.
- CONAGUA, 2016. Estadísticas del Agua en México.
- CONAGUA, 2016. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.
- CONAPO. Proyección de la población de los municipios a mitad de año por sexo y grupos de edad, 2010-2030.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2018.
- http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Situacion_Demografica_Publicaciones.
- DesInventar. Sistema de inventario de efectos de desastres 2018. <https://www.desinventar.org/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO No. 73. Roma, Italia.
- FAO. FAOSTAT. Recuperado de : <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html
- INECC, 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. México.
- INECC, 2015. Modelación de descarbonización profunda del sistema energético en México al 2050.

- INEGI, 2007. Censo agrícola, ganadero y forestal.
- INEGI, 2015. Anuario Estadístico y Geográfico de Querétaro.
- INEGI, 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal.
- INEGI, 2016. Encuesta Intercensal.
- INEGI, 2017. Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Querétaro.
- INEGI. 2013. Carta climatológica, escala 1:1, 000,000.
- INEGI. 2013. Uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie V (capa de unión).
- Íñiguez Dávalos, L., & Jiménez Sierra, C., & Sosa Ramírez, J., & Ortega-Rubio, A. (2014). Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad. *Investigación y Ciencia*, 22 (60), 65-70.
- IPCC, 2013. Cambio Climático: Bases Físicas. Guía resumida. Grupo de Trabajo I.
- IPCC, 2013. Quinto informe de evaluación. Resumen para responsables de políticas públicas. Grupo de trabajo I.
- IPCC, 2018. Informe especial octubre 2018.
- IQT, 2016. Programa Estatal de Transporte Querétaro 2016-2021
- Ize Lema, Irina, El cambio climático y la salud humana. *Gaceta Ecológica* [en línea] 2002, (octubre-diciembre): [Fecha de consulta: 16 de abril de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906503>> ISSN 1405-284.
- Maslin, M., *Global Warming, a very short introduction*. Oxford University Press, Oxford 2004. <https://www.lenntech.es/efecto-invernadero/historia-calentamiento-global.htm#ixzz5hvWNohCc>. Consultado en diciembre 2018.
- Monterroso R. A., A. Fernández E., R. I. Trejo V., A. C. Conde A., J. Escandón C., L. Villers R. y C. Gay G. 2014. 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. <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA>.
- Municipio de Querétaro, 2016. Plan de Movilidad 2026.
- Naciones Unidas, 2016. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), 2008. Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías.
- Poder ejecutivo del Estado de Querétaro, 2018. Anuario Económico Querétaro Competitivo.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.
- SADER, 2015. Anuario Estadístico del Sector Rural Querétaro 2015, Inventario ganadero por municipio, según especie a diciembre de 2014.
- SADER, 2015. Inventario 2015 Número de cabezas de ganado por especie y municipio.
- SADER, 2017. Información solicitada vía oficio sobre el uso de urea como fertilizante.
- SADER-SIAP, 2017. Estadística de la Producción Agrícola de 2015.
- SEDEA, 2015. Anuario estadístico del sector rural Querétaro.
- SEDESU, 2006. Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.
- SEDESU, 2015. Inventario de Emisiones de GEI en el Estado de Querétaro.
- SEMARNAT e INECC, 2018. México, Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- SEMARNAT, 2006. Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México.

- SENER, 2016. Balance Nacional de Energía 2015.
- SENER. (n.d.). Retrieved 2014 from Sistema de Información Energética: <http://sie.energia.gob.mx/>
- Villegas-Trejo, Alejandro, Che-Mendoza, Azael, González-Fernández, Mariana, Guillermo-May, Guillermo, González-Bejarano, Hugo, Dzul-Manzanilla, Felipe, Ulloa-García, Armando, Danis-Lozano, Rogelio, & Manrique-Saide, Pablo. (2011). Control enfocado de *Aedes aegypti* en localidades de alto riesgo de transmisión de dengue en Morelos, México. *Salud Pública de México*, 53(2), 141-151. Recuperado en 16 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000200007&lng=es&tlng=es
- Zúñiga, E. y V. Magaña, 2018. Vulnerabilidad y riesgo por lluvias intensas en México: el efecto del cambio en la cobertura del uso del suelo. DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.59465](https://doi.org/10.14350/rig.59465)

Anexo A. Incertidumbres estimadas del inventario de emisiones de GEI del Estado de Querétaro.

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Tier	Factor de emisión	Fuente del dato de actividad	Incertidumbre			
							Del dato de actividad	Del factor de emisión	Combinada	Combinada como % del total de emisiones nacionales en el año
Energía	1A1 Industrias de la energía	1A1ai Generación de electricidad	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	6	8	10.00	0.88
		1A1aiii Plantas generadoras de energía	IPCC 2006	2	IPCC 2006	SADER, SEDESU	1	5	5.10	0.01
	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	Automotriz	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	6.2	10	11.77	0.04
		Celulosa y papel	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	7	10	12.21	0.18
		Industria de alimentos y bebidas	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	5.4	10	11.36	0.26
		Industria del plástico y hule	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	6	10	11.66	0.07
		Industria Metalmecánica	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	7	10	12.21	0.10
		Industria textil	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	7	10	12.21	0.10
		Química	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	7	10	12.21	0.15
		Vidrio	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	7	10	12.21	0.27
		Producción de ladrillo	Base a FE nacionales	3	Medidos en hornos ladrilleros en México	Encuesta	4.8	10	11.09	0.06
		Otras industrias	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	COA	8	10	12.81	0.28
	1A3 Transporte	1A3a Aviación civil	IPCC 2006	1	default	SCT	3.5	2	4.03	0.01
		1A3b Transporte terrestre	MOVES	3	MOVES	Encuestas	1.3	1.2	1.77	0.82
		1A3c Ferrocarriles	IPCC 2006	1	default	SCT	3.5	2	4.03	0.01
	1A4 Otros sectores	1A4a Comercial / Institucional	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006		3.5	2	4.03	0.03
		1Ab Residencial	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SENER, CRE	2	1.5	2.50	0.06
		1A4c Agricultura/Silvicultura	IPCC 2006	2	CO ₂ Nacional, otros IPCC-2006	SENER, CRE	2	1.5	2.50	0.02
Procesos industriales y uso de productos	2A Industria de los minerales	2A2 Producción de cal	IPCC 2006	1	default	COA	10	12	15.62	0.06
		2A3 Producción de vidrio	IPCC 2006	2	default	COA	5	10	11.18	0.08
		2A4 Otros usos de carbonatos en los procesos	IPCC 1996	1	default	COA	5	12	13.00	0.02
	2C Industria de los metales	2C1 Producción de hierro y acero	IPCC 2006	1	default	COA	10	12	15.62	0.00

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Querétaro 2021-2050

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Tier	Factor de emisión	Fuente del dato de actividad	Incertidumbre			
							Del dato de actividad	Del factor de emisión	Combinada	Combinada como % del total de emisiones nacionales en el año
	2F Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2F1 Refrigeración y aire acondicionado	IPCC 2006	1	default	COA	5	10	11.18	0.04
	2G Manufactura y utilización de otros productos	2G2 SF6 y PFC de otros usos de productos	IPCC 2006	1	Reportado por el industrial	COA	5	12	13.00	0.00
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	3A Ganadería	3A1 Fermentación entérica	IPCC 2006	1	default	SADER	10	10	14.14	0.48
		3A2 Gestión del estiércol	IPCC 2006	1	default	SADER	10	10	14.14	0.08
	3B Tierra	Tierras convertidas a tierras forestales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR			-	-
		Tierras convertidas a Pastizales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	0.77
		Tierras convertidas a Asentamientos	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	0.03
		Tierras convertidas a tierras Agrícolas	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	1.32
		Tierras convertidas a otras tierras	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	0.00
	Permanencias	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	0.59
		Pastizales que permanecen como pastizales	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR	3	20	20.22	0.08
		Tierras Agrícolas que permanecen como tierras Agrícolas	IPCC 2006	3	Específico para México	INEGI-CONAFOR			-	-
	3C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	3C1 Emisiones de GHG por quema de biomasa	IPCC 2006	2	Nacional	CONAFOR	8	10	12.81	0.20
		3C2 Encalado	IPCC 2006	1	default	SADER	8	10	12.81	0.07
		3C3 Aplicación de urea	IPCC 2006	1	default	SADER	8	10	12.81	0.00
		3C4 Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados	IPCC 2006	1	default	SADER	8	10	12.81	0.01
		3C5 Emisiones indirectas de N2O de los suelos gestionados	IPCC 2006	1	default	SADER	8	10	12.81	0.84
		3C6 Emisiones indirectas de N2O resultantes de la gestión del estiércol	IPCC 2006	1	default	SADER	8	10	12.81	0.01
Desechos	4A Eliminación de desechos sólidos	Disposición final de RSU	Modelo Mexicano de Biogás	3	FE del modelo	Características específicas de los SDF (SEDESU)	10	10	14.14	0.26
	4C Incineración e incineración abierta de desechos	Quema de residuos a cielo abierto	IPCC 2006	1	default	INEGI	10	10	14.14	0.00
	4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Aguas Residuales Municipales (tratadas)	IPCC 2006	2	Nacional	CONAGUA	10	10	14.14	0.02
		Aguas Residuales Municipales (sin tratar)	IPCC 2006	2	Nacional	CONAGUA	10	10	14.14	0.12
		Aguas Residuales Industriales (tratadas)	IPCC 2006	1	default	Industrial	10	10	14.14	0.04
Total							Incertidumbre general		8.48	