



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS

**ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIO ECOLÓGICO
DE TENANCINGO, ESTADO DE MÉXICO FRENTE A
LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA 2023-2025**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR
EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA

M. EN C.A. SERGIO GARCÉS DÍAZ

COMITÉ TUTORIAL

DRA. EN U. VERÓNICA MIRANDA ROSALES

DR. EN C.A. CARLOS ALBERTO PÉREZ RAMÍREZ

DR. EN A.P. FRANCISCO JAVIER ROSAS FERRUSCA



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

ENERO, 2026

Tabla de contenido

Resumen	5
Abstract.....	6
1. Introducción	7
2. Diseño de la investigación	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Planteamiento del problema.....	21
2.3 Preguntas de investigación	26
2.4 Hipótesis	26
2.5 Objetivos	27
2.5.1 Objetivo general	27
2.5.2 Objetivos específicos.....	27
2.6 Justificación	28
3. Marco teórico conceptual de las percepciones socio ecológicas ante la variabilidad climática.....	31
3.1. Sistemas socio ecológicos (SSE).....	31
3.1.1. Antecedentes	31
3.1.2. Conceptualización de sistemas socio ecológicos.....	32
3.1.3. Tipos de sistemas socio ecológicos.....	35
3.1.4. Marcos para el análisis de los sistemas socio ecológicos.....	36
3.2. Percepciones socio ecológicas	46
3.2.1. Percepción social y dimensión ambiental	46
3.2.2. Percepciones socio ecológicas para el análisis de la relación sociedad- naturaleza	50
3.3. Cambio climático (CC)	53
3.3.1. Relevancia ambiental del cambio climático.....	53
3.3.2. Aproximaciones conceptuales sobre cambio climático	55

3.4. Variabilidad climática (VC)	57
3.4.1 Abordajes conceptuales de la variabilidad climática	57
3.4.2 Diferenciación temporal y espacial	59
3.5. Nociones asociadas al cambio y la variabilidad climática	60
3.5.1. Eventos climáticos extremos	60
3.5.2 Crisis climática.....	62
3.5.3 Vulnerabilidad.....	63
3.5.4 Mitigación	65
3.5.5 Adaptación	67
4. Metodología.....	73
5. Resultados	84
5.1. Configuración del sistema socio ecológico de Tenancingo.....	84
5.1.1. Características del sistema ecológico	84
5.1.2. Características del sistema social.....	98
5.2. Interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática	122
5.2.1. Vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática	124
5.2.2. Recursos hídricos y vulnerabilidad climática: disponibilidad, aprovechamiento y contaminación	127
5.2.3. Efectos de la variabilidad climática en las características del suelo ...	130
5.2.4. Variabilidad climática y perturbación a la diversidad biológica	134
5.2.5. Desafíos del sector educativo ante la variabilidad climática.....	136
5.2.6. Repercusiones de la variabilidad climática en el sector salud	139
5.2.7. Vínculo entre pobreza y variabilidad climática	142
5.2.8. Impactos de la variabilidad climática en los sectores productivos	146
5.2.9. Análisis del SSE en Tenancingo ante la variabilidad climática	150
5.3. Marco político-institucional frente al cambio climático y variabilidad climática	164
5.3.1. Acuerdos internacionales con participación de México frente a los efectos del cambio climático	164

5.3.2. Políticas e instrumentos en el ámbito federal.....	167
5.3.3. Políticas e instrumentos en el ámbito estatal	180
5.3.4. Políticas e instrumentos en el ámbito municipal.....	194
5.3.5 Alcances del marco político institucional frente al cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo	202
5.4 Percepciones socio ecológicas del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo	219
5.4.1 Funcionarios públicos	220
5.4.2 Instituciones académicas.....	223
5.4.3 Organizaciones sociales.....	225
5.4.4 Población local	228
5.4.5 Análisis de las percepciones socio ecológicas de los actores sociales frente al CC y VC	243
6. Medidas de adaptación a la variabilidad climática en Tenancingo	249
6.1 Medidas de adaptación del sistema ecológico	251
6.2 Medidas de adaptación del sistema social	258
7. Discusión general	266
8. Conclusiones	272
9. Referencias	279
10. Anexos.....	305
10.1 Instrumentos de investigación	305
10.2 Producción científica: artículos científicos	312
10.3 Estancia académica	313
10.4 Ponencias en eventos académicos	314
10.5 Cursos de actualización disciplinaria.....	315

Resumen

El municipio de Tenancingo, ubicado en el Estado de México, presenta complejas problemáticas ambientales ligadas a la variabilidad climática (VC), que se revelan con la presencia de lluvias atípicas, sequías prolongadas, inundaciones, deslaves y temperaturas inusuales. Dichas afectaciones se ven incrementadas por la pérdida de biodiversidad, la degradación de suelos, la contaminación del agua, el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos y la limitada coordinación y capacidad de gestión ambiental de las autoridades en turno, productores y población local. En este contexto, el objetivo de la investigación fue analizar el sistema socio ecológico (SSE) de Tenancingo, frente a la variabilidad climática, considerando sus interacciones, el marco político institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación. El proyecto se llevó a cabo a través de una metodología con enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, destacando la aplicación de entrevistas semiestructuradas y cuestionarios dirigidos a actores clave del municipio, con la finalidad de conocer sus percepciones socio ecológicas ante la VC, sus actitudes y el valor hacia el medio ambiente del municipio. Como resultados, se interpretó al SSE de Tenancingo desde una perspectiva sistémica, en el cual interaccionan lo ecológico con lo social y viceversa, se determinaron los alcances del marco político-institucional, las percepciones socio ecológicas de los actores locales y se diseñaron medidas de adaptación basadas en enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y en Reducción del Riesgo de Desastres (RRD). Se concluye que el sistema socio ecológico de Tenancingo, presenta una alta sensibilidad a la variabilidad climática y que cuenta con una capacidad limitada de adaptación, que se atribuye especialmente a la degradación ambiental, la falta de planificación y una débil coordinación entre instituciones. Sin embargo, se identificaron elementos potenciales que pueden favorecer el diseño de medidas de adaptación, que permitan enfrentar los efectos y desafíos de la problemática ambiental asociada a la variabilidad climática en el contexto municipal.

Palabras clave: Sistemas socio ecológicos, Variabilidad climática, Percepción social, Adaptación

Analysis of the socio-ecological system of Tenancingo, State of Mexico, regarding to climate variability

Abstract

The municipality of Tenancingo, located in the State of Mexico, exhibits complex environmental challenges associated with climate variability (CV), expressed through atypical rainfall patterns, prolonged droughts, flooding events, landslides, and anomalous temperature fluctuations. These impacts are further intensified by biodiversity loss, soil degradation, water contamination, the excessive application of chemical fertilizers and pesticides, and the limited coordination and environmental management capacities of local authorities, producers, and the broader community. Within this context, the objective of the study was to analyze Tenancingo's socio-ecological system (SES) in relation to climate variability, taking into account system interactions, the political–institutional framework, and the socio-ecological perceptions of diverse social actors, with the purpose of formulating context-specific adaptation measures. The research employed a mixed-methods design that integrated qualitative and quantitative approaches, particularly through the use of semi-structured interviews and structured questionnaires directed at key stakeholders in the municipality. These instruments sought to assess their socio-ecological perceptions of CV, their environmental attitudes, and their valuation of the municipality's natural resources. The findings enabled a systemic interpretation of Tenancingo's SSE, highlighting reciprocal interactions between ecological and social components. Additionally, the study delineated the scope and limitations of the political–institutional framework, examined the socio-ecological perceptions of local actors, and developed adaptation strategies grounded in Ecosystem-based Adaptation (EbA), Community-based Adaptation (CbA), and Disaster Risk Reduction (DRR) approaches. The study concludes that Tenancingo's socio-ecological system exhibits high sensitivity to climate variability and possesses limited adaptive capacity, largely attributable to environmental degradation, insufficient planning, and weak inter-institutional coordination. Nonetheless, the analysis identified enabling factors that could strengthen the design and implementation of adaptation measures aimed at mitigating the impacts and addressing the challenges posed by climate variability within the municipal context.

Keywords: Socio ecological systems, Climate variability, Social perception, Adaptación

1. Introducción

Uno de los mayores desafíos a los que hoy en día se enfrenta la humanidad es el cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC), problemática la cual, dado que se trata de una problemática, que, debido a su complejidad, su magnitud y su carácter transversal, afecta a los sistemas naturales y sociopolíticos a nivel global. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2021), la temperatura media global ha aumentado aproximadamente de 1,4 °C a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, incrementando la frecuencia y severidad de los extremos climáticos. Es de reconocer que sus impactos no son homogéneos, debido que mientras en algunas zonas persisten las inundaciones, en otras sufren de severas sequías, afectando a todo ser vivo sobre el planeta.

En particular, para el caso concreto de la variabilidad climática, Poleo (2016) indica que se refiere a la existencia de oscilaciones en las condiciones meteorológicas a través de determinados lapsos temporales que abarcan entre días, semanas, meses, años y décadas. Los cambios son determinados por factores naturales, pero también por factores antropogénicos. Se estima que en América Latina, una zona altamente vulnerable, entre el 20 y el 25 % de la población ya se encuentra expuesta a riesgos climáticos extremos, en particular la población de las áreas rurales (Bárcena *et al.*, 2020). Sus efectos han sido evidentes en situaciones fundamentales, como son los impactos en el área de la salud (Sánchez *et al.*, 2022), en el área de la agricultura (Reyes *et al.*, 2018) o incluso trazando efectos en el área del turismo (Moreno, 2015), evidenciando que la VC altera la vulnerabilidad intensificando los peligros existentes en áreas con escasa resiliencia institucional y económica.

De esta forma, la VC, no refiere solamente a fenómenos físicos, sino también sociales y políticos, los cuales, a través de las percepciones sociales, la capacidad de sus instituciones, así como de la gobernanza ambiental, fijan las posibilidades de adaptación ante dichos fenómenos (IPCC, 2021).

Referente al cambio y a la variabilidad climática, la literatura científica ha evidenciado un crecimiento importante, donde estudios realizados por Ávila (2015) y Favier *et al.* (2019), han destacado los impactos directamente de la VC a la salud, los ecosistemas y la economía, lo que ha generado costos económicos significativos, de acuerdo con el Banco mundial (2021), la estimación de daños por desastres climáticos supera los más de 300 mil millones de dólares anuales. En este sentido Ferreras *et al.* (2011) sostienen que se deben reconsiderar los paradigmas de la crisis climática tomando al progreso como una nueva oportunidad para hacer sociedades más justas y sustentables.

Clayton (2019), enfatizó los efectos a nivel psicológico y social explicando cómo la percepción ante fenómenos naturales influye en las conductas de la sociedad. Por lo que dichas indagaciones confirman que la variabilidad climática va más allá de una cuestión climática, sino que es un problema que afecta a la sociedad y a la biodiversidad cuestionando el desarrollo, consumo, gestión y administración de los bienes comunes.

Por su parte Rosete (2014) y Meira *et al.* (2009), destacaron que la adaptación a fenómenos climáticos ya establece una nueva inquietud para las políticas públicas, las cuales requieren la interacción y combinación del conocimiento científico y de la percepción local.

En el caso de México, Ruiz (2019) y Pacheco (2015), manifestaron la existencia de una constante brecha entre la creación y la implementación efectiva de estrategias climáticas principalmente a escala municipal, donde los instrumentos de mitigación como de adaptación son incipientes y no cuentan con un seguimiento, situación crítica si tenemos en cuenta que más del 70 % de los municipios mexicanos presentan algún grado de vulnerabilidad climática, lo que demuestra el reto al que se enfrenta el sistema municipal de México.

Así mismo, la educación ambiental se configura como uno de los componentes fundamentales para una transformación social y sustentable frente a la problemática climática como el CC y la VC, donde autores como Gavilanes y

Tipán (2021) y Tréllez (2002), coinciden que una de las principales maneras para un cambio de mentalidad y de participación ciudadana son los procesos educativos transversales.

En este contexto Aguilar *et al.* (2017), determinó que la percepción social es un instrumento fundamental para la comprensión local del fenómeno, así como de la orientación de las estrategias de adaptación.

Para el análisis de la incidencia de la VC es posible emplear el enfoque de los sistemas socio ecológicos (SSE), definidos por Janssen y Ostrom (2006) como sistemas adaptativos complejos, que proporcionan un marco teórico sólido y robusto, para comprender las conexiones recíprocas entre la organización social y los procesos ecológicos, incorporando conceptos como la adaptabilidad, la resiliencia y la autoorganización tal y como lo establecieron Folke *et al.* (2010). Por lo que, desde esta perspectiva, los SSE son sistemas dinámicos que se desarrollan en función de las decisiones colectivas, las presiones ecológicas y las oportunidades de aprendizaje social. Así, Berkes & Folke (2000) y Ostrom (2007), consideran a los SSE como unidades analíticas que combinan subsistemas ecológicos y sociales en constante interacción.

Se han planteado diversos marcos para estudiar los SSE, tales como el Marco de vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos acolados establecido por Turner *et al.* (2003) o el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) de Masera *et al.* (2000), con los cuales se evalúa la sustentabilidad, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad de los sistemas en distintas escalas. Retomándolos como referencias para el SSE, con la finalidad de identificar las problemáticas, sus interacciones y las posibles medias de adaptación.

Así, los SSE constituyen un marco para percibir cómo la sociedad constituye sus prácticas productivas, institucionales y culturales, basándose en los beneficios de los servicios ecosistémicos que los sustentan. Por consiguiente y de acuerdo con Folke *et al.* (2010), procesos como la variabilidad climática, no debe de ser

analizada de una forma aislada sino como parte de un conjunto complejo que incluye a actores sociales, políticas públicas, instituciones y procesos ecológicos. Analizar el sistema socio ecológicos ante la variabilidad climática implica identificar la manera en que los factores biofísicos y los aspectos sociales se enlazan para crear escenarios de adaptación, resiliencia y vulnerabilidad.

México representa un caso ejemplar para analizar la relación existente entre los SSE y la VC, debido a su diversidad biológica, la desigualdad económica y la discrepancia entre sus instituciones, que incrementan su vulnerabilidad ante la variabilidad climática. Principalmente en municipios que dependen en gran medida de los recursos naturales.

Para fines de la investigación, se trabajó con el municipio de Tenancingo, localizado al sur del Estado de México, constituyéndolo como un área relevante tanto en el ámbito social como ambiental. Contempla un clima templado subhúmedo, el cual es idóneo para la producción agrícola, florícola y acuícola. Se estima que más del 48% del municipio es utilizado como área de agricultura y floricultura, repercutiendo en la contaminación y erosión del suelo propiciado por el uso intensivo de agroquímicos (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024). Sin embargo, dichas condiciones lo hacen susceptible a la variabilidad climática y a las presiones propiciadas por la actividad antropogénica.

De acuerdo con Garcés *et al.* (2019), el municipio muestra signos de deterioro ambiental tales como la contaminación del aire que se ve afectada por el aumento vehicular y por la quema de residuos sólidos; la contaminación del agua provenientes de las descargas domésticas sin un tratamiento previo y por la acumulación de residuos sólidos sobre los cauces de los ríos; el suelo se ve perjudicado principalmente por el uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos; para el caso de la biodiversidad, sus principales problemáticas se deben a la reducción en la cobertura forestal debido a la deforestación y el crecimiento urbano.

De esta forma, Tenancingo afronta una complicada crisis ambiental que impacta tanto a sus ecosistemas como a su sociedad. Situaciones como la contaminación del aire y el agua, la disminución de tierras cultivables, así como la degradación de bosques ponen en riesgo la salud y la seguridad alimentaria en el municipio. Además, existe una escasa educación ambiental y la ausencia de opciones de producción sostenibles, que han deteriorado el entorno ecológico y la vulnerabilidad social, limitando las posibilidades de adaptación efectivas ante la variabilidad climática (Garcés *et al.*, 2019).

De igual manera el SSE de Tenancingo ha mostrado tensiones entre el área ecológica y la estructura social, los cuales son resultado de la falta y débil conexión entre las políticas ambientales, las capacidades institucionales y de la participación de la población del municipio. Aunque en México existen normas relacionadas con el clima, su implementación en el ámbito municipal sigue siendo insuficiente y fragmentada tal como lo estableció Ruiz (2019). En Tenancingo, esta deficiencia se manifiesta en la ausencia de sistemas de seguimiento, monitoreo y adaptación ante los efectos de la VC.

Además, tal y como lo mencionan Reyes *et al.* (2018), los efectos de la VC como la prolongación de las sequías, precipitaciones atípicas y cambios bruscos en las temperaturas, han alterado la temporada de producción y con ello la disponibilidad de recursos.

A pesar de esta compleja problemática que se registró en el municipio de Tenancingo, existen limitados estudios integrales que aborden la incidencia de la VC sobre el SSE y que proponga medidas de adaptación desde la perspectiva municipal, por lo que es necesario contribuir al desarrollo de una base teórica y metodológica que permita fortalecer la gestión ambiental local.

Por ello la investigación tuvo como objetivo general analizar el sistema socio ecológico de Tenancingo, frente a la variabilidad climática, considerando sus interacciones, el marco político-institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación. Con

dicho objetivo se busca ofrecer herramientas teóricas, conceptuales y metodológicas, que contribuyan en la toma de decisiones municipales en materia de variabilidad climática.

Para alcanzar este objetivo se adoptó una metodología integrada por cinco fases (configuración del SSE de Tenancingo, interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática, marco político-institucional frente al cambio climático y a la variabilidad climática, percepciones socio ecológicas frente a la variabilidad climática en Tenancingo y medidas de adaptación a la variabilidad climática en Tenancingo) con enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, aplicando entrevistas semiestructuradas y cuestionarios dirigidos a funcionarios públicos, instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y población local, con la finalidad de conocer las percepciones socio ecológicas de dichos actores clave ante la variabilidad climática, permitiendo con ello la identificación del conocimiento local, sus actitudes y el valor hacia el medio ambiente del municipio.

También se recopiló y analizó información sobre variables biofísicas (ubicación, clima, hidrología, geología, edafología, uso de suelo y vegetación y áreas naturales protegidas) y socioeconómicas (dinámica político-institucional, tenencia de la tierra, dinámica demográfica, de urbanización y ocupación del territorio, social y económica) en torno a la caracterización del sistema ecológico y social de Tenancingo. Asimismo, se ejecutó un análisis sobre el marco político-institucional, en el cual se consideraron acuerdos internacionales, leyes, reglamentos, normas, instrumentos e instituciones en sus tres ámbitos de gobierno (Federal, Estatal y Municipal) en materia de cambio climático derivado que en México no se cuenta con respuestas político-institucionales para frente a la variabilidad climática. Dicho análisis estimó los alcances y las limitaciones en el ámbito local ante la VC.

Con base en lo anterior, se formularon medidas de adaptación, basadas en las percepciones de la sociedad de Tenancingo, en concordancia con los enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y en Reducción del Riesgo de Desastres (RRD).

Cabe mencionar que el presente proyecto consta de siete apartados, donde el primero representa el diseño de investigación, donde se contextualiza a la variabilidad climática y su relación con los sistemas socio ecológicos. Contemplando los antecedentes, el planteamiento del problema, las preguntas de investigación, los objetivos tanto general como específicos y la justificación de la investigación.

Respecto al apartado dos, representa al marco teórico conceptual, sustentado por autores como Holling (1978), Berkes y Folke (2000), Rincón *et al.* (2014), Janssen y Ostrom (2006), Salas *et al.* (2011), Fonseca (2019) Aguilar *et al.* (2017), Quiroz (2013), González *et al.* (2021), Reyes *et al.* (2018), Ávila (2015), así como en Salazar *et al.* (2016), en el cual se plantean las principales aportaciones teóricas y enfoques que sustentan la investigación, en dicho apartado se plasman la conceptualización de términos fundamentales como los sistemas socio ecológicos, sus perspectivas, cambio climático y la variabilidad climática. También se integran una serie de marcos analíticos, tales como Marco de vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos y el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad.

En lo que concierne al apartado tres de metodología, se muestran las técnicas utilizadas para la recolección de información, así como los criterios establecidos para la selección de los actores clave, los métodos utilizados para analizar los datos recabados, las fases realizadas en el trabajo de campo y los criterios que justifican la elección de los instrumentos utilizados en la evaluación del sistema socio ecológico.

Para el apartado cuatro denominado resultados, se presenta la caracterización del SSE de Tenancingo, las interacciones entre lo ecológico y lo social, también el análisis del marco político-institucional y sus alcances, asimismo las percepciones socio ecológicas de actores claves de Tenancingo ante la variabilidad climática.

En el apartado cinco se proponen medidas de adaptación frente a la variabilidad climática, las cuales están basadas en las percepciones de los actores

clave de Tenancingo, con la finalidad de fortalecer el sistema socio ecológico municipal. Es de mencionar que dichas medidas de adaptación, se fundamentan con los enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y en Reducción del Riesgo de Desastres (RRD).

Posteriormente se incorpora la discusión general, en la cual se contrastan los resultados obtenidos con la literatura científica ya establecida. De igual manera se analizan las limitaciones que presenta el sistema socio ecológico y las oportunidades para fortalecer la resiliencia del municipio.

Finalmente se presentan las conclusiones de la investigación, donde se sintetizan los principales hallazgos respecto a la configuración del SSE y la incidencia de la variabilidad climática en Tenancingo, y se establece la agenda futura de investigación sobre la temática.

2. Diseño de la investigación

2.1 Antecedentes

El cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC), constituyen fenómenos naturales, que cada día preocupa más a los responsables de los organismos internacionales especializados, autoridades de los diferentes ámbitos de gobierno, las universidades y centros de investigación, el sector empresarial, organizaciones sociales y a la población local, debido a que ya no es solo una amenaza sino una realidad que impacta en el contexto global poniendo en riesgo la diversidad biológica, los servicios ecosistémicos y la propia supervivencia de la humanidad.

Se han desarrollado diversos estudios e investigaciones previas, que abordan las causas e impactos que conlleva al CC y la VC. De esta forma, Ávila (2015) señala que el cambio climático cobró gran auge a lo largo del siglo XX, debido a los efectos que ha generado en las distintas regiones del planeta, afectando no solo al ámbito ambiental sino también a las esferas políticas, económicas, sociales,

de salud y geográficas. Referente al área de la salud Favier *et al.* (2019) describieron los efectos del CC tales como enfermedades generadas por el clima, las emisiones de gases, desastres naturales, olas de calor, contaminación en agua y alimentos, enfermedades como el estrés, quemaduras solares, deshidratación, angustia, diarrea, hepatitis, fiebre tifoidea o la malaria que han determinado al cambio climático como la principal amenaza para la salud mundial del siglo XXI por los efectos que ha ocasionado.

Otro de los efectos del CC es la salud psicológica que de acuerdo con Clayton (2019), la psicología juega un papel importante ya que se han explorado las percepciones de las personas y sus creencias sobre este fenómeno, descubriendo las repercusiones actuales y potenciales en el bienestar social tanto a largo como a corto plazo, siendo la amenaza de la salud mental una evidencia crítica de que el cambio climático genera un incremento de los suicidios, conflictos sociales, injusticia social y falta de equidad.

Sumado a la preocupación por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el nuevo interés por parte de los distintos gobiernos del planeta radica en la adaptación a las nuevas condiciones climáticas por parte de toda la sociedad y sobre todo a sus actividades productivas (Rosete, 2014).

Tal y como hace mención Meira *et al.* (2009), en su investigación sobre la sociedad española ante el cambio climático, al CC se le ha colocado como uno de los temas centrales para la agencia científica, basando su investigación en dos grandes esferas; por un lado, el diagnóstico biofísico ligado a los posibles escenarios futuros y la otra al impacto sobre la sociedad (social, económica y calidad de hábitat).

En el año 2007 el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) establecía que la humanidad es la responsable en las alteraciones del clima, que es necesario y sobre todo urgente la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), porque entre más se demoren las

activaciones de políticas efectivas para reducir emisiones, es más probable que los escenarios futuros sean peores para la sobrevivencia de la humanidad.

Es necesario que se actué con ímpetu para lograr minimizar, detener pero sobre todo adaptarse a las nuevas condiciones que se están viviendo, ya que la lucha contra el cambio climático no es solo un reto, sino una oportunidad para un cambio en el estilo de vida que permita el desarrollo de un modelo más equilibrado, donde los patrones de progreso se refieran a la solidaridad, equidad, cooperación, participación, respeto a la sociedad pero sobre todo para un mundo más sustentable (Ferrerías *et al.*, 2011).

Olmos *et al.* (2016) en su trabajo de investigación sobre CC y perspectivas de género, aplicaron 286 encuestas a estudiantes universitarios para conocer la percepción y las acciones que este sector de la sociedad sabe referente a este fenómeno, obteniendo como resultado que ambos géneros saben de los impactos y afectaciones que genera, pero las mujeres sugieren que el gobierno debe ya de tomar medidas prioritarias ante el CC y los hombres priorizan la educación como medida ante este fenómeno.

El cambio climático se consolida como uno de los desafíos más importantes en zonas vulnerables, tal es el caso del mediterráneo y el Magreb que de acuerdo con Miranzo & del Río (2015), por las características físicas y humanas pero sobre todo a los conflictos regionales difíciles de solucionar, se suman los problemas asociados con el CC, el ritmo de crecimiento poblacional y a la incapacidad de los gobiernos regionales para asumir las inversiones necesarias ante los impactos medioambientales, generando como consecuencia que los recursos existentes no serán suficientes para la creciente demanda especialmente de agua.

Por su parte, Bolaños (2018) estudió cuatro dispositivos para Centroamérica: modelos climáticos, indicadores de vulnerabilidad ambiental, criterios para la asignación de microcréditos de fondos verdes para enfrentar el cambio climático y el programa de regularización temporal para migrantes afectados por desastres naturales, logrando conformar una biopolítica del CC, con el objetivo de que los

países desarrollados que emitan mayores cantidades de GEI estén obligados a indemnizar a los países pobres, los cuales son los que sufren las consecuencias de los actos de los países desarrollados.

En México, en el Estado de Tabasco, Ruiz (2019) describe la vulnerabilidad a las inundaciones ocasionadas por el cambio climático, y que en los planes de desarrollo del Estado no se contemplan acciones concretas ni claras referentes a dicho fenómeno, además de la nula estrategia de mitigación y adaptación, a pesar de que Tabasco cuenta con un vasto ordenamiento jurídico en CC, pero se presentan grandes carencias en su implantación.

Pacheco (2015) describe el caso del programa Veracruzano ante el cambio climático del 2008, en el cual afirma que se ha implementado una estrategia de comunicación y vinculación gubernamental para dar viabilidad a las acciones de mitigación y adaptación al CC, el cual se incluyó en el plan estratégico Veracruzano de educación ambiental.

Por otro lado, se reconoce que la educación ambiental, tiene validez como una importante estrategia para mitigar y adaptarse al CC, así lo establecieron Gavilanes & Tipán (2021) quienes formularon lineamientos, estrategias y enfoques que aporta la educación ambiental de forma holística y transversal en el programa curricular de los centros educativos. Para lograr un cambio de mentalidad referente al cambio climático, Tréllez (2002) sostiene que la educación debe ser el catalizador para los cambios sociales con nuevos sentidos en función de estos escenarios en los cuales debe de actuar; por lo que es necesario una educación distinta la cual contribuya a una educación sustentable, transformándose en el medio para promover los cambios necesarios de asegurar el desarrollo sustentable.

La educación ambiental constituye uno de los mejores mecanismos para aprender sobre las problemáticas del CC, debido a su enfoque educativo para que la población comprenda la magnitud del cambio climático y lograr generar actitudes a favor del medio ambiente (González *et al.*, 2019). Aunque para Bezerra (2019), en la mayoría de las escuelas no se incluye de manera formal en los programas de

estudio, solo se identifican y describen las acciones modos y perspectivas de ver la educación ambiental, obteniendo que, como resultado estudios descriptivos y exploratorios, los cuales a través de las actividades e investigaciones se adquieren una mayor percepción de cuestiones ambientales.

Respecto al desarrollo de algunos estudios e investigaciones previas de carácter empírico sobre el cambio climático, García & González (2018), analizaron el caso de los Pelayos de San Luis Pinar del Río, Cuba, donde identificaron la vulnerabilidad de esta zona; para lograr minimizarla implementaron un programa de educación ambiental, que permitió dar a la población de la zona las habilidades necesarias para lograr identificar, anticipar y sobre todo resolver problemas de corte ambiental, de igual manera lograr evaluar los resultados de las acciones realizadas y la adquisición de valores de responsabilidad.

De igual manera Chávez *et al.* (2022) identificaron las percepciones sociales de informantes claves de tres comunidades de la Huasteca Potosina, sobre el clima y los efectos negativos del cambio climático, comparando los datos del programa Estatal de Acción ante el CC de San Luis Potosí (PEACC-SLP) con datos sobre la percepción del CC de los adultos de tres comunidades referente a cambios de temperatura y precipitaciones, cambio de uso de suelo y de sus estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático en los últimos 40 años, concluyendo que el PEACC-SLP no refleja los impactos negativos registrados y visibles para los habitantes, impactos que están aumentando la vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos de la región.

Por otro lado, respecto a la variabilidad climática (VC), la cual Poleo (2016), describe como las variaciones del clima en periodos que pueden ser días, meses, años e incluso décadas y originadas por varios factores como la actividad solar, los cambios de órbita terrestre, la variación de la química atmosférica e incluso por las erupciones volcánicas de grandes magnitudes, sin dejar a un lado las actividades antropogénicas, por lo que se han desarrollado numerosos estudios e investigaciones que abordan la variabilidad de los fenómenos meteorológicos tanto

en su temporalidad y magnitud como en sus efectos y causas en las últimas décadas.

Tal es el caso de Tisconia *et al.* (2016), quienes caracterizaron y analizaron la variabilidad climática de algunas regiones en Uruguay, esto como factor de mayor relevancia en la producción agropecuaria, teniendo como objetivo lograr cuantificar los componentes de tenencia en temporalidades decadal e interanual de las variables climáticas relevantes a las actividades agropecuarias para diferentes periodos del año, obteniendo como resultados que en todas la variables analizadas de cada una de las localidades estudiadas, la variabilidad de temporalidad interanual es la de mayor incidencia, es decir los cambios y efectos son más notorios en periodos de años.

Por su parte García & Durán (2023) caracterizaron la variabilidad climática de la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en un lapso de 31 años, la cual se ubica en la amazonia de Napo Ecuador, siendo esta de suma importancia ya que es la que abastece 2.2 m³/s de agua al distrito de Quito, siendo sus variables la temperatura, precipitaciones y el caudal del río Chalpi Grande; los registros obtenidos fueron sistematizados por medio de sensores remotos y métodos estadísticos con el objetivo de validar los datos; como resultados obtuvieron que la variabilidad climática se incrementó en las estaciones de invierno y verano, así como también en las variables analizadas las cuales dedujeron pueden ser efecto de fenómenos atmosféricos como el latente problema del CC.

A pesar de que la variabilidad climática es una problemática de grandes magnitudes, aun hace falta mayor investigación de los impactos que provoca a todo sector productivo y económico, tal es el caso de lo establecido por Moreno (2015) quien analizó diversas investigaciones con el objetivo de lograr valorar los impactos que la VC provoca al turismo costero y a la pesca, con el fin de detectar la existencia de algún marco metodológico con el cual se pudiera realizar la comparación de los procesos meteorológicos y sentar la bases para futuras investigaciones; como resultados; no fueron los esperados debido a que no se hallaron aproximaciones

metodológicas con las cuales se lograra integrar el paso a paso a seguir para desarrollar la valoración económica de los impactos tanto socioeconómicos como socioambientales de la VC en cada uno de los niveles espaciales.

El sector agrícola no está exento de los estragos de la variabilidad climática es por ello que Reyes *et al.* (2018) en su investigación sobre la vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays* de temporal en el distrito de desarrollo rural 073 Toluca, México; analizaron la precipitación y la temperatura y como estos influyeron en las cosechas y rendimiento del maíz en un periodo comprendido de 1980 a 2014, de igual manera las condiciones económicas, sociales y los indicadores necesarios para obtener el grado de sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación, todo ello con el objetivo de la creación de un índice de vulnerabilidad a la VC en cada municipio.

Como resultados obtuvieron que a partir del año 2000 las variables climáticas con las que se trabajaron incrementaron en la parte de la zona metropolitana del valle de Toluca; concluyendo que el maíz es una especie que se beneficia con la temperatura, pero es perjudicado por la precipitación en las temporadas de riego e inundaciones, de igual manera identificaron que los municipios del sur del distrito son los más vulnerables por su baja capacidad adaptativa y hacen la recomendación de la creación de estrategias de adaptación las cuales deben ser capaces de afrontar la variabilidad climática.

Turbay *et al.* (2014), basaron su investigación en pretender establecer las practicas que usan los caficultores con el fin de enfrentar la variabilidad climática, todo ello en dos cuencas andinas colombianas, para lograr llevar a cabo dicho proyecto realizaron entrevistas y observaciones en talleres y fincas para posteriormente analizar la información adquirida. Obteniendo como resultados que las estrategias como la siembra escalonada, reforestaciones, la asociación de cultivos, el manejo de la sombra de los árboles de café o el cultivo de variedades resistentes a la roya se han utilizado como prácticas para lograr disminuir y minimizar los efectos de la variabilidad climática.

El sector salud al igual que la agrícola, también se ve afectado por los efectos de la variabilidad climática, Sánchez *et al.* (2022), determinaron la incidencia que tiene la VC en la infestación por mosquitos *Aedes aegypti* y con ellos la transmisión del dengue en la provincia de Guantánamo, Cuba para los años 2017-2019, dicho proyecto se realizó a partir de una descripción longitudinal y retrospectiva, conformada por una muestra en 9 municipios y 10221 casos sospechosos de dengue; con variables como la tasa de riesgo de arbovirosis según estratos, precipitaciones, temperatura y de infestación en depósitos de mosquitos según la temporada climática. Obteniendo como resultados que la temperatura media anual presento una variación de 1° C, mientras que las precipitaciones y humedad bajaron perjudicando a todos los estratos, la infestación se incrementó en estratos de clima tropical de sabana; concluyendo la investigación determinando que la VC si ejerce efectos positivos en el incremento de los contagios por el mosquito *Aedes aegypti* y con ello la transmisión del dengue en temporada climática húmeda de todos y cada uno de los estratos.

Si bien estas contribuciones abordan aspectos teóricos y su aplicación en casos empíricos sobre CC y VC, existen otros Estados y municipios donde no se han abordado el tema, tal es el caso del municipio de Tenancingo en el Estado de México, el cual presenta complejas problemáticas ambientales asociadas y relacionadas con la variabilidad climática, mismas que pueden ser abordadas desde los sistemas socio ecológicos para comprender la realidad actual, así como la formulación de medidas para la adaptación.

2.2 Planteamiento del problema

El municipio de Tenancingo se localiza al sur del Valle de Toluca en el Estado de México, pertenece a la región XVII Tenancingo, se localiza a una altitud de 2,030 metros sobre el nivel del mar, con una extensión territorial de 164.27 kilómetros cuadrados, lo que representa el 0.73% de la superficie del Estado. Una de sus características más sobresalientes es su clima templado, el cual es adecuado para

la producción agrícola, florícola y acuícola (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Para el año 2020, Tenancingo contaba con una población de 104,677 habitantes, siendo la cabecera municipal la de mayor cantidad de habitantes con un total de 14,038. Referente a la población económicamente activa (PEA) se tiene una estimación de 50,588 habitantes lo que representa el 48.32% de la población total siendo la cabecera municipal la de mayor concentración de PEA con el 15.41% (Censo de Población y Vivienda, 2020).

En los últimos años, el municipio ha enfrentado los impactos de los problemas asociados con la variabilidad climática, tales como sequías, intensificación de precipitaciones, deslizamientos, inundaciones, disminución en la disponibilidad de agua potable para uso doméstico y agrícola, así como la pérdida de la biodiversidad.

Respecto a las sequías y de acuerdo con un reporte emitido por Ríos (2024) del periódico el Sol de Toluca, las sequias propiciadas en el año 2024 generaron problemas ambientales, económicos e incluso de salud, tal es el caso del bordo de San José el Cuartel, el cual, debido a las bajas precipitaciones, el aumento de la temperatura y el saque del recurso, el cuerpo de agua se deseco propiciando un grave problema principalmente a la población de los alrededores del mismo.

Asimismo, en el año 2024, posterior a la temporada prolongada de sequias y con el comienzo del temporal de lluvias, tal y como se mencionó en el reportaje emitido por la cadena de noticias TVurbana, derivado de dichos acontecimientos se generaron grietas en la carretera Tenango- Tenancingo, lo que propicio el hundimiento de la misma y con ello la creación de un socavón, generando pérdidas económicas a los sectores productivos, turísticos y de transporte y además de los problemas sociales (movilidad) que dicho acontecimiento ocasionó.

Además, el municipio se ve afectado por la presencia de problemas no solo ambientales sino también sociales, económicos e incluso políticos, tales como la alta pobreza, inseguridad, falta de empleos, servicios básicos insuficientes, así como la corrupción política. Asimismo presenta diversas alteraciones y

degradaciones al ambiente a través del deterioro del entorno natural, el agotamiento y sobre explotación de los recursos como el agua, suelo y aire, sin dejar a un lado la pérdida de biodiversidad por las acciones antropológicas (Garcés *et al.*, 2019).

Referente al aire, la principal fuente de contaminación son las denominadas móviles donde se tienen registrados 2,996 vehículos, de los cuales 1,464 son particulares y 1,532 destinados al transporte público (1,489 taxis y 43 unidades de transporte de pasajeros) lo que generan incremento en las emisiones de contaminantes al ambiente que afectan la calidad del aire aumentando la cantidad de partículas suspendidas. En menor medida, pero no menos importante son los incendios forestales y la quema de basura a cielo abierto que cada día van en aumento (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Relacionado al recurso agua, la contaminación es principalmente por las descargas de aguas residuales domésticas y comerciales sin un previo tratamiento al río principal denominado Tenancingo. Uno de los productos más dañinos son los aceites vegetales y automotrices que provienen de todas las localidades del municipio hacia los escurrimientos naturales, se ha intensificado la contaminación del agua por el incremento poblacional originando un mayor volumen de descargas y de extracción.

Aunado a eso y conforme pasa el tiempo la contaminación por plaguicidas y agroquímicos utilizados en las zonas agrícolas e invernaderos van en aumento, dañando y deteriorando cada día más este recurso vital. Para el municipio no se cuenta con la información para establecer el volumen de aguas residuales por drenaje, no obstante, el volumen de agua tratada mensual es de 38,620.80 m³ (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

En lo que concierne al suelo las principales fuentes de contaminación son las 74.57 toneladas diarias de residuos sólidos generados en los centros de población, además de las alteraciones que se están presentando debido al uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas químicos, donde poco más del 48% del territorio

municipal es área agrícola, la cual es usada para la producción principalmente de flores de ornato (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Otra de las problemáticas es por el cambio de uso de suelo generado por el incremento del crecimiento poblacional, que ha ido incorporando una considerable superficie de suelo a uso urbano, con una densidad poblacional de 637.23 habitantes por Km². Además los generados en la producción de flores de ornato a través de invernaderos y para la producción en aumento de aguacates en la región, propiciando cambiar el uso de suelo de bosque a uso agrícola (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Aunado a eso, la tala clandestina se ha intensificado generando destrucción y pérdidas de la biodiversidad, la cual se estima en 921 hectáreas, lo que representa el 5.8% del territorio municipal en las últimas décadas, propiciando afectaciones ambientales las cuales perturban los servicios ecosistémicos esenciales para la población del municipio que dependen de ellos (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Relacionado a dichas problemáticas ambientales se han desarrollado diversos estudios, dirigidos principalmente a la contaminación de los agroquímicos y el cambio de uso de suelo resaltando los trabajos realizados por Carreño *et al.* (2019) quienes durante un periodo de 5 años y a través de trabajo en campo mediante entrevistas y pláticas con agricultores, observaron que los productores no tienen un manejo correcto de los fertilizantes y plaguicidas químicos, no le dan un uso adecuado a sus envases depositándolos en cualquier parte, lo cual se acentúa con la limitada instrumentación políticas públicas para la conservación ambiental. Concluyendo que el uso inadecuado y excesivo de agroquímicos ha generado el incremento de la contaminación del agua, tierra y aire y que existen un sin número de enfermedades a la población.

Torres (2016) en su proyecto de investigación sobre repercusiones a la salud por el uso de agroquímicos en los viveros de Tenancingo 2015-2016, realizó 30 entrevistas aleatorias semiestructuradas, de las cuales 15 fueron para floricultores

y 15 para vendedores de agroquímicos, obteniendo como resultados la gran contaminación y deterioro al medio ambiente que están ocasionando los agroquímicos, así como diversas afectaciones a la salud de las familias floricultoras, que han padecido enfermedades asociadas al contacto continuo de agroquímicos, debido al mal manejo de los envases tal y como lo establecen las etiquetas de los mismos, como consecuencias de no tomar las medidas necesarias y las debidas precauciones.

Las problemáticas ambientales en el municipio también están ligadas a los residuos sólidos establece Arzate (2015) quien, a través de un diagnóstico preliminar del manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio, determino que la generación per cápita de residuos en el municipio es de 0.6251 kg/habitante/día, donde la mayor cantidad es de residuos de alimentos y jardín. De igual manera hace mención que la generación de residuos sólidos depende del poder adquisitivo, de las actividades económicas de cada región, de hábitos alimenticios, de cultura, pero sobre todo de la educación de cada habitante.

La sustentabilidad juega un papel de suma importancia en el medio ambiente, es por eso que Garcés *et al.* (2019) realizaron una evaluación de sustentabilidad en tres municipios de la zona ecotono del Estado de México, siendo Tenancingo uno de ellos. Para esta investigación utilizaron la metodología del marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS), utilizando 20 indicadores acordes con el espacio municipal de análisis considerando los criterios de diagnóstico y atributos de sustentabilidad, obteniendo como resultados que con base en los indicadores seleccionados que el municipio posee 50% de sustentabilidad. Como resultado, se identificó que se consumen 63 litros de agua potable más que el valor óptimo, lo que en un futuro puede generar problemas de sobreexplotación y distribución del recurso, debido al incremento poblacional y la falta de mantenimiento de la red de distribución de agua potable. Otro de los resultados es la cantidad de químicos utilizados para la floricultura que,

a pesar de provocar contaminación del agua, suelo y aire se sigue incrementando su uso.

Sin embargo, a pesar de estas valiosas contribuciones, no se ha realizado algún proyecto de investigación referente a la incidencia de la variabilidad climática en el municipio, considerando las características, componentes e interacciones del sistema socio ecológico, los alcances del marco político-institucional, las percepciones de los actores locales, ni el diseño de medidas que contribuyan a su adaptación.

2.3 Preguntas de investigación

Frente a esta realidad, surgen como preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características del SSE de Tenancingo, Estado de México?
- ¿De qué forma la variabilidad climática incide en el sistema socio ecológico de Tenancingo, Estado de México?
- ¿Cuáles son los alcances del marco político-institucional ante la variabilidad climática en Tenancingo?
- ¿Cuáles son las percepciones socio ecológicas sobre la variabilidad climática del municipio?
- ¿De qué forma es posible delinear medidas de adaptación ante la variabilidad climática en Tenancingo?

2.4 Hipótesis

El SSE de Tenancingo, Estado de México, se caracteriza por integrar aspectos de los sistemas ecológico y social, relacionando las condiciones biofísicas con aspectos socioeconómicos del municipio. La variabilidad climática incide principalmente en el SSE de Tenancingo, por medio de las sequías e inundaciones. El marco político-institucional que existe se enfoca esencialmente al cambio climático, pero no a la variabilidad climática, por lo que actualmente es necesario la elaboración y aplicación constitucional específicamente para VC. Así mismo las

percepciones sociales, se enfocan principalmente en problemáticas relacionadas con la calidad y disponibilidad del agua potable, pero son limitadas respecto a otras problemáticas ambientales que se presentan actualmente en el municipio, asociadas con el cambio y degradación del suelo, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos. Es posible delinear medidas de adaptación ante la variabilidad climática, a partir las acciones institucionales, los conocimientos científicos y saberes locales para enfrentar los efectos y desafíos de la variabilidad climática en el contexto municipal.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo general

- Analizar el sistema socio ecológico de Tenancingo, Estado de México, frente a la variabilidad climática para el periodo 2023-2025, considerando sus interacciones, el marco político institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación.

2.5.2 Objetivos específicos

- Interpretar diversas perspectivas teóricas, conceptuales y metodológicas de los sistemas socio ecológicos, cambio climático, variabilidad climática y percepción social, para sustentar el desarrollo de la investigación y delinear un marco para el análisis de los sistemas socio ecológicos frente a la variabilidad climática.
- Determinar el sistema socio ecológico del municipio de Tenancingo, mediante las características biofísicas y socioeconómicas, con la finalidad de identificar sus condiciones actuales.
- Analizar las interacciones del sistema socio ecológico de Tenancingo, respecto a la variabilidad climática.

- Relacionar el marco político-institucional en materia de cambio climático y variabilidad climática, reconociendo sus alcances de la adaptación ante los efectos causados por el cambio climático.
- Analizar las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales frente a la variabilidad climática, con la finalidad de estimar la relevancia, efectos y soluciones a las problemáticas ambientales actuales.
- Formular medidas de adaptación de la variabilidad climática para el municipio de Tenancingo, basadas en la configuración e interacciones del SSE, los alcances del marco político-institucional y la percepción socio ecológica de los actores sociales.

2.6 Justificación

La variabilidad climática es un fenómeno natural que ya no es solo una amenaza, es una realidad que impacta no solo a nivel global sino también a nivel local, poniendo en riesgo la supervivencia de la humanidad. Es uno de los problemas ambientales más importantes de la actualidad que, junto con el cambio climático, puede darse por causas naturales o como cambios en los patrones climáticos resultado de actividades humanas, presentando cambios significativos en el sistema climático del planeta (INECC, 2018).

Por otro lado, los sistemas socio ecológicos, constituyen un marco para la comprensión de la realidad, siendo complejos y adaptativos, los cuales interactúan a múltiples escalas temporales y espaciales, entre agentes sociales y biofísicos (Janssen y Ostrom, 2006). Además, son elementos que regulan la posibilidad de introducir factores de desequilibrio entre el ambiente y la sociedad (Osorio, 2005).

A partir de estos planteamientos, se llevó a cabo el análisis de las problemáticas ambientales y de las percepciones socio ecológicas asociadas a la variabilidad climática que enfrenta actualmente el municipio de Tenancingo, Estado de México, considerando como afecta a su población y la formulación de acciones para minimizar y remediar dichas problemáticas.

Se eligió trabajar con el municipio de Tenancingo, Estado de México como área de estudio, debido a que pertenece a una zona de transición ecológica, y su ubicación geográfica permite tener las condiciones favorables para el establecimiento de una amplia diversidad de especies tanto de flora como de fauna, sin dejar a un lado su clima templado el cual es adecuado para la producción agrícola, florícola y acuícola.

Sin embargo, este municipio también enfrenta complejos problemas ambientales asociados con la variabilidad climática como la prolongación de la temporada de sequías, lluvias atípicas, temperaturas inusuales, inundaciones, deslizamientos, así como la disponibilidad de agua de riego y potable. Además, la contaminación por desechos sólidos y descargas de aguas negras (la mayoría sin previo tratamiento) al río Tenancingo, la contaminación del aire por la gran cantidad de vehículos automotores tanto del servicio público (taxis principalmente) como privados, asimismo de los incendios forestales, la quema de basura y pirotecnia (festividades), pero la mayor problemática se centra en el cambio de uso de suelo principalmente de bosque a urbano y de bosque a agrícola, provocando deforestación, pérdida de hábitat y sobre todo contaminación al suelo por el uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos para la producción de la floricultura la cual es su principal actividad económica (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Aunado a estas problemáticas, el municipio cuenta con limitados proyectos e iniciativas públicas, privadas o sociales que contribuyan a darles solución, del mismo modo, son escasos los estudios e investigaciones previas sobre la incidencia de la variabilidad climática, por lo que es válido contribuir al diseño de medidas de adaptación ante la VC, que puedan ser puestas en marcha en el entorno municipal.

De igual manera es necesario plantear medidas de adaptación ante la variabilidad climática debido que al ser acciones específicas y concretas con beneficios locales y efectos a corto plazo, van a reducir los impactos que este

fenómeno le está generando al sistema social, ecológico, económico e incluso político y cultural de Tenancingo.

Este proyecto va a contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) establecidos por la ONU a través de la Agenda 2030, principalmente el objetivo 13 Acción por el clima, que refiere a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, incluyendo el mejoramiento de la educación, lograr la sensibilización y la capacidad de la sociedad y de las instituciones para lograr mitigar el CC y la VC, pero sobre todo adaptarse a él y así lograr reducir sus efectos. Del mismo modo, se articula con otros ODS que se encuentran enlazados a la problemática, como el ODS 7: Energía asequible y no contaminante, el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, el ODS 12: Producción y consumo responsables, el ODS 14: Vida submarina y el ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, con los cuales se pretende impulsar una visión holística que se caracteriza por la sostenibilidad para abordar los problemas medioambientales en la actualidad.

Asimismo, la investigación se alinea con los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), delineados por la Secretaría de Ciencia, Humanidades Tecnología e Innovación (SECIHTI), en particular con el PRONACE de Sistemas Socio ecológicos y Sustentabilidad (SSE), debido a que el proyecto se basa en las perspectivas socio ecológicas de la población del municipio en estudio, permitiendo explorar y entender la complejidad, lo dinámico y lo evolutivo que llegan a ser dichos sistemas para y en las áreas biofísicas, socioeconómicas, culturales y políticas en sus distintas escalas, con la finalidad de hacer un uso y aprovechamiento de los ecosistemas, los recursos naturales y la biodiversidad desde la perspectiva de la sustentabilidad.

Con esta investigación se pretende generar nuevos conocimientos, en el marco de la línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) de desarrollo sustentable, al analizar la problemática ambiental en un caso empírico y la generación de medidas de solución soportadas en los sistemas socio ecológicos.

3. Marco teórico conceptual de las percepciones socio ecológicas ante la variabilidad climática

La presente investigación se sustenta en la teoría de sistemas socio ecológicos (SSE), representada por autores tales como Holling (1978), Berkes y Folke (2000), así como Janssen y Ostrom (2006) los cuales refieren que la relación entre sistemas ecológicos y sociales, están conectados para comprender al ser humano en la naturaleza, siendo complejos, no lineales y adaptativos. Dentro de este apartado se destacan las principales nociones de los sistemas socio ecológicos, considerando sus antecedentes, conceptos, tipos y modelos, así como las percepciones socio ecológicas para el análisis de la relación sociedad-naturaleza. Además, se aborda el CC, VC y nociones vinculadas como vulnerabilidad, mitigación, adaptación, variabilidad climática, eventos climáticos extremos y crisis climática.

3.1. Sistemas socio ecológicos (SSE)

Las relaciones hombre-naturaleza ocupan hoy en día el interés tanto de científicos como de organizaciones protectoras del medio ambiente, debido al incremento de las alteraciones que provoca el hombre a la naturaleza. Los sistemas socio ecológicos han ganado terreno en los ámbitos académicos, políticos e institucionales debido a que remarcan la integración de los aspectos sociales y ecológicos en el análisis de problemas ambientales (Verón y Barragán, 2015).

3.1.1. Antecedentes

La base teórica amplia e integrada de la ecología de sistemas tal como lo argumentaron Cerón *et al.* (2019) surgió a finales de la década de 1990 como resultado de una síntesis multidisciplinaria a largo plazo; como lo son la biología, economía, ecológica, matemáticas o la economía ecológica. El término inglés *social-ecological system* fue utilizado por primera vez por Berkes y Folke (2000) quienes establecieron frente a términos como eco-social o socio-ecological el

objetivo de dar el mismo peso a la dimensión social como a la ecológica. De igual forma Folke *et al.* (2005) establecieron que las dimensiones con prefijos eco o socio presentaban menor importancia a la hora del análisis de todo el sistema.

La noción de los SSE se han divulgado apresuradamente y se ha utilizado con frecuencia en la literatura científica para destacar la conexión que existe entre el sistema natural y el sistema social a partir de sus complejas retroalimentaciones e interdependencias, en un contexto de tiempo y espacio, como la provisión de servicios ecosistémicos, la vulnerabilidad y el uso del suelo (Berrouet *et al.*, 2018).

Cabe mencionar que el concepto de sistemas socio ecológicos y en acuerdo con Farhad, (2012), se encuentra aún en desarrollo teórico. Por lo que es forzoso el uso apropiado y moderado del concepto a escalas determinadas, para no generar un término de moda en el ámbito científico. Por tal motivo Price (2004) determinó que el escenario apropiado en el que se discuta este enfoque tiene que ser desde la epistemología la cual está con base en la perspectiva sistémica y compleja, que observe e integre características esenciales de los SSE, como la vulnerabilidad, transformación, resiliencia, autoorganización y adaptación.

Rincón *et al.* (2014), señalan que la noción del concepto ha seguido siendo actualizado a nivel internacional, como parte de comprender al sistema social y el sistema ecológico como uno solo, donde ver a la sociedad como parte de la naturaleza y reconocer que los límites entre ambos sistemas es simplemente algo absurdo. La unificación de la palabra socio ecológico permite comprender un sistema totalmente integrado entre sociedad y naturaleza, percibiendo al ser humano dentro del ámbito ecológico lo que favorece el análisis de las situaciones de diferente manera.

3.1.2. Conceptualización de sistemas socio ecológicos

En el año 2023, el Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad (SARAS) determina que los SSE son adaptativos y complejos, donde la sociedad es parte de la naturaleza, siendo el área social todas las actividades

humanas como lo son la tecnología, economía, cultura y política y del componente ecológico hace referencia a la biosfera, es decir que en forma simultánea, las personas, economías, sociedades y culturas dependen de la biósfera que les da forma y por tanto ambas se interrelacionan. De esta interacción provienen los sistemas socio ecológicos, cuyos componentes interactúan y se condicionan en forma dinámica y constante.

Para Anderies *et al.* (2004) los SSE son considerados por la relación entre los sistemas sociales y los ecosistemas, los cuales están constituidos por actores sociales e instituciones con sus dependencias, los cuales constituyen el resultado de la coevaluación y adaptación entre las sociedades y la ecología.

Cabe mencionar que García (2009) los refiere como sistemas complejos, los cuales están conformados por la relación entre los ecosistemas y el área social, pero también de acuerdo con Escalera y Ruiz (2011) se necesita precisar otros conceptos que intervienen de manera activa en la comprensión del enfoque sistémico, como lo es la resiliencia la cual ligada a lo socio ambiental se refiere a la capacidad que tiene la interacción socio natural para poder regenerarse sin alterar su forma.

Para Osorio (2005) el socio ecosistema es el elemento regulador el cual permite la posibilidad de introducir factores de control y corrección a los desequilibrios entre el ambiente y la sociedad, correcciones que implican la participación de actores sociales del sistema.

Los SSE como refieren Janssen y Ostrom (2006) son adaptativos complejos, en los cuales los agentes sociales y biofísicos están interactuando a múltiples escalas tanto espaciales como temporales, partiendo desde la perspectiva institucional, teniendo su enfoque en el estudio de gobernanza. Actualmente son considerados como objetos de frontera de tal forma que están estructurados débilmente por lo que es necesario su reestructuración hacia objetivos epistémicos (Becker, 2010).

Los sistemas socio ecológicos están compuestos de partes que interactúan para formar una entidad más compleja. En este caso, la epistemología es la visión sistémica y holística que, en vez de enfocar la comprensión detallada de las partes, enfatiza lo que contribuyen los componentes clave en la dinámica de todo el sistema. Para Raskin (2006) un SSE es una estructura compleja que se analiza considerando el subsistema social y ecológico. El primero conformado de comportamientos incluyendo las instituciones políticas, sociales, tecnológicas y de ideas que incluyen los valores, arte, cultura e ideologías, por su parte los subsistemas ecológicos incluyen los minerales, ecosistemas, hidrología, clima, procesos químicos, físicos y biológicos de la biosfera.

Es por eso que los SSE ostentan una complejidad organizada en tiempo y espacio, su dinámica establece cambios en la estructura y en su funcionamiento, que pueden producirse en forma impredecible, por lo que es posible afectaciones a los servicios ambientales, los cuales son la base para las actividades productivas y económicas, tal como lo establece el SARAS (2023).

El SSE se integra de redes a escala regional las cuales a su vez se articulan con redes locales, lo que conforma una estructura anidada de subsistemas, donde las interrelaciones se dan tanto verticalmente entre escalas como horizontalmente entre dos esferas: social y ecología, es por ello que permite un acercamiento a la comprensión de la complejidad y el manejo adaptativo de los sistemas de forma de asegurar la sustentabilidad de la vida en el planeta (SARAS,2023).

A partir de los elementos anteriores, es posible definir a los SSE para la investigación como aquellos sistemas donde la sociedad es parte de la naturaleza, siendo estos adaptativos y estando compuestos de partes que interactúan entre sí para lograr una entidad más compleja, donde componentes políticos, sociales, culturales, tecnológicos y ecológicos interactúan de manera continua a escalas espaciales y temporales, siendo conformados por la relación de la sociedad y ambiente estos aportan una visión integral de la complejidad que exigen los problemas ambientales y sociales.

3.1.3. Tipos de sistemas socio ecológicos

De acuerdo con lo plasmado por Salas *et al.* (2011), cualquier sistema puede categorizarse como SSE siempre que la relación o interacción entre lo social y ecológico que contiene no lo restrinja, por lo que una clasificación de ellos resulta difícil. Pero tomando como criterio de clasificación el diseño y control del sistema de, se establecen tres tipos, los cuales se describen en la siguiente tabla (1):

Tabla 1.

Tipos de sistemas socio ecológicos.

Sistemas diseñados-controlados.	Se consideran sistemas elaborados por los seres humanos, los cuales resultan de un diseño intencional, caracterizados porque el comportamiento de sus componentes es estrictamente controlado, como ejemplo de ellos son las obras de infraestructura, la industria o la producción tecnológica como son los aviones, automóviles o computadoras, los cuales han sido delimitados en su forma y función, estableciéndose como sistemas socio ecológicos en su delimitación de la relación de los sistemas sociales y ecológicos de los cuales fueron utilizados y para los cuales fueron creados.
Sistemas diseñados-no controlados.	Son considerados como sistemas diseñados intencionalmente para seguir reglas de operación las cuales van a guiar su comportamiento, aunque sus componentes no son fabricados, por lo que presentan un grado alto de autonomía, siendo un sistema parcialmente controlable porque puede ser intervenido y manipulado por las decisiones y/o acciones del ser humano, razón por la que presenta un amplio rango de posibles comportamientos. Ejemplos de este tipo de sistemas son los agroecosistemas, sistemas de manejo de recursos naturales, una política pública o incluso los humedales y agroecosistemas artificiales, esto debido a que son manipulados a través de reglas de operación, estos sistemas siguen un diseño humano intencional de un conjunto de reglas de operación, pero se denominan "no controlados" porque, contrario a lo que sucede en los sistemas diseñados controlados, sus componentes no son fabricados. Sin embargo, se convierte en sistema socio ecológico cuando se delimita a partir de la relación de decisiones y acciones con los ecosistemas, las organizaciones sociales, la cultura y el modelo de satisfacción de necesidades de la sociedad en la que se lleva a cabo dicha política.
Sistemas	Son considerado sistemas que no se fabrican ni se diseñan de una forma intencional, sino que se heredan cultural o naturalmente. Por lo que no siguen rigurosamente las decisiones

no diseñados- del ser humano, pero si pueden ser intervenidas y/o influenciados por ellos, considerados
no controlados. de alta incertidumbre por su escaso control.

“Este tipo de sistemas son de una escala y complejidad mayor que los sistemas anteriores se pueden incluir simultáneamente en los sistemas diseñados como en los sistemas no-diseñados, estos sistemas no obedecen a un diseño humano intencional, son sistemas que se forman de forma espontánea a través del tiempo y aunque no surgen de forma deliberada para cumplir un propósito particular, sí llevan a cabo funciones esenciales para su existencia”.

Como ejemplos de este tipo de sistemas podemos encontrar la cultura, la cual por sí misma no es considerada como un SSE, pero se constituye como tal cuando es delimitada a partir de la relación con su territorio, los ecosistemas y la actividad económica de los pobladores que la comparten.

Otro ejemplo es una cuenca de río , la cual se establece como sistema socio ecológico cuando se toma en cuenta las poblaciones humanas que habitan la cuenca y los beneficios de sus servicios ambientales, su organización social y su comportamiento demográfico, los impactos que generan en los ríos y lagos; y las características propias del ecosistema.

Fuente: elaboración propia con base en Salas *et al.* (2011).

3.1.4. Marcos para el análisis de los sistemas socio ecológicos

Binder *et al.* (2013) establecieron que con el paso de los años la comunidad científica y expertos en la materia ambiental y social, han concluido que los problemas socio ecológicos son cada vez más complejos y que han ido aumentando considerablemente, problemas como la variabilidad climática, la pérdida de biodiversidad, la escasez y degradación de los recursos como el agua, la energía y los minerales, no pueden ser únicamente analizadas con enfoques disciplinarios sino de una manera integradora e interdisciplinaria, donde se considere la interacción de los sistemas sociales y ecológicos.

Por ello, se han establecido diversos marcos para analizar los sistemas socio ecológicos, los cuales son expuestos a continuación:

a) Marco de los sistemas humano-ambientales (MSHA)

El MSHA se ha desarrollado como una guía metodológica y herramienta para aumentar el conocimiento en la estructura de la investigación de los procesos y

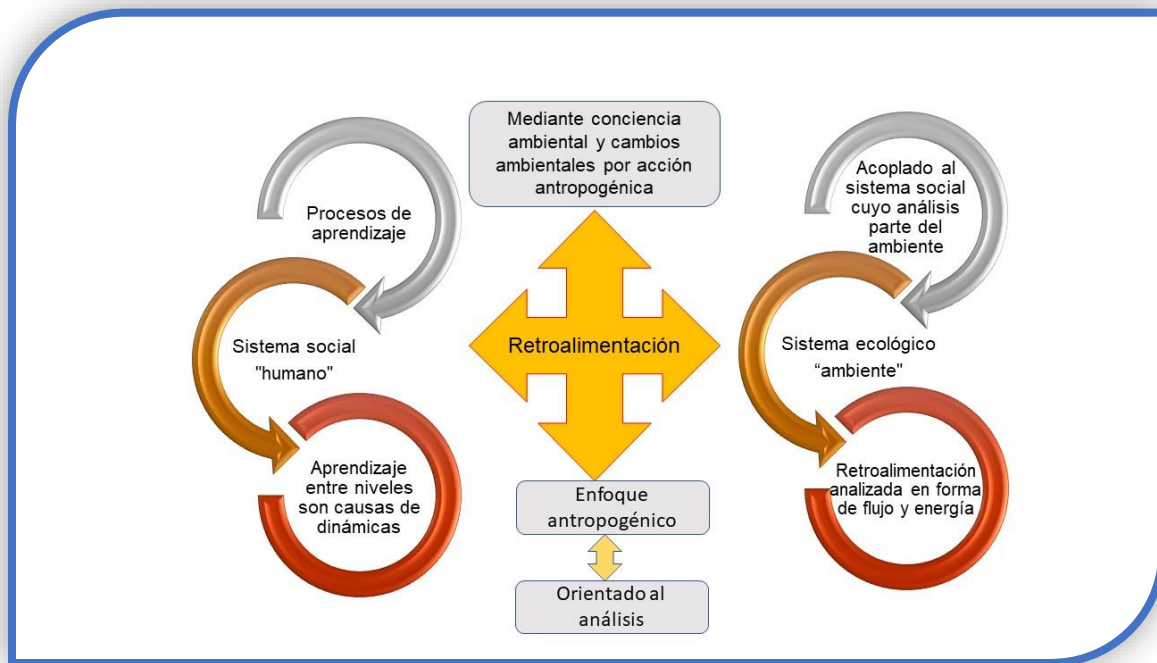
dinámicas en diferentes escalas de las interacciones hombre y medio ambiente. De acuerdo con Scholz y Binder (2004), en él se conceptualiza la exploración organizada de los problemas ambientales relacionados con las actividades humanas, es decir como sistemas distintos pero complementarios.

En 1998 dicho marco tuvo su comienzo en la toma decisiones ambientales y de las ciencias sociales, así como su origen en las teorías de sistemas, la teoría de la decisión, teoría del juego y la ciencia de la sustentabilidad; donde se representa al sistema ambiental mediante flujos de materia y energía desde una perspectiva antropocéntrica y al sistema social de manera jerárquica en escala macro y micro, relacionadas particularmente con el ambiente y orientada a procesos de aprendizaje, el cual se puede aplicar a cualquier área de investigación donde se tenga interacción del medio ambiente y la sociedad tal y como lo establecieron Berkes y Folke (2000). Es decir, con el MSHA se constituyen los mecanismos de acción y respuesta del ambiente relacionado con el sistema social en diversos niveles o escalas, generando retroalimentación, regulación y control dirigidas a la sustentabilidad Binder *et al.* (2013).

En la siguiente figura (1) se representa el marco de sistemas humanos-ambientales.

Figura 1.

Marco de sistemas humanos-ambientales (MSHA).



Fuente: elaboración propia con base en Binder *et al.* (2013).

b) Marco de medios de vida sostenibles (MMVS)

De acuerdo con Serrat (2017), el MMVS aborda los medios de vida, analizando a nivel comunitario las combinaciones de los factores que limitan o mejoran las oportunidades de medios de vida y muestra cómo se relacionan entre sí que se mantienen a través del tiempo y permiten al sistema recuperarse de disturbios sin afectar sustantiva y negativamente la base de recursos naturales. Tiene sus orígenes en los estudios de desarrollo de las ciencias sociales y en el enfoque de la capacidad/derecho, aplicándose en la investigación para el desarrollo y en la asistencia para el desarrollo.

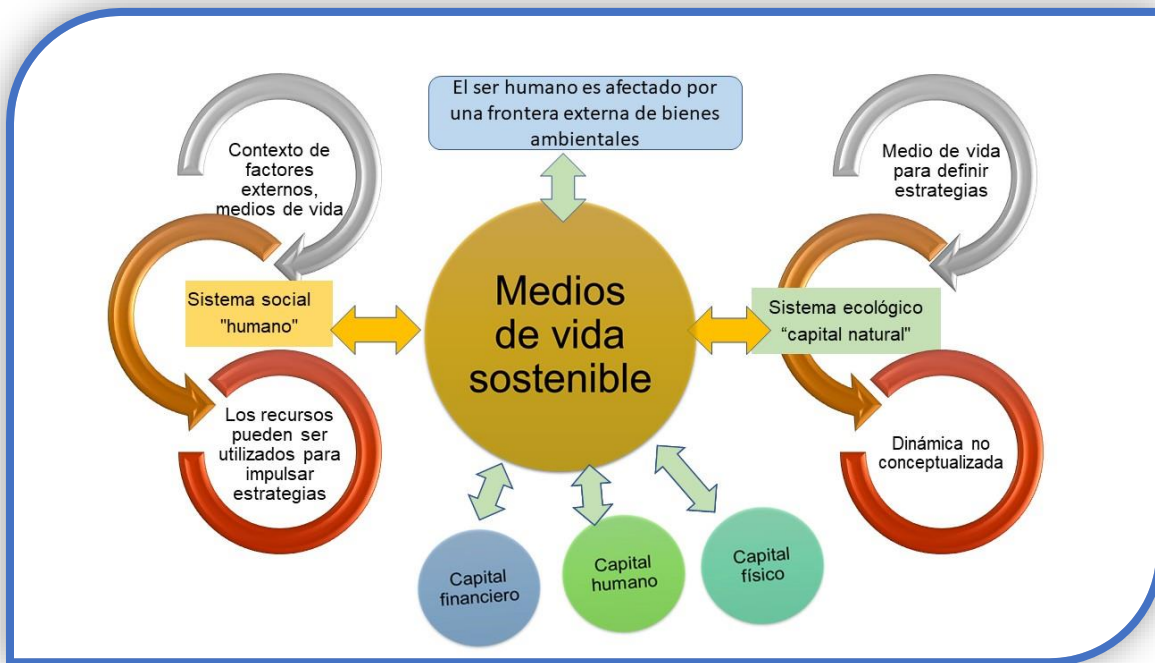
Es un marco de características antropocéntricas en el cual el sistema social es representado a partir de cinco capitales tal como lo establece Serrat (2017):

- Capital humano: hace referencia a la salud, nutrición, educación, conocimiento y habilidades, capacidad de trabajo, adaptación.
- Capital social: hace referencia a redes y conexiones, las relaciones de confianza, comprensión, apoyo mutuo, grupos formales e informales, valores, reglas, sanciones, toma de decisiones y liderazgo.
- Capital natural: hace referencia a la tierra, los productos agrícolas, el agua, los recursos acuáticos, vida silvestre, flora, fauna, alimento y servicios ambientales.
- Capital físico: hace referencia a la infraestructura como carreteras, transporte, vehículos, edificios, suministro de agua, saneamiento, energía, tecnología, equipo de producción, semillas, fertilizantes, pesticidas.
- Capital financiero: hace referencia a ahorros, créditos, deudas, remesas, salarios pensiones.

Es decir, el marco de medios de vida sostenibles debe establecer una conexión y equilibrio entre las cinco capitales, en la figura (2) se muestra la representación:

Figura 2.

Marco de medios de vida sostenibles (MMVS)



Fuente: elaboración propia con base en Serrat (2017).

c) Marco de vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos acoplados (MVSSEA)

Según Binder *et al.* (2013) el MVSSEA tiene sus orígenes disciplinarios en las ciencias sociales y naturales como los peligros naturales y la geografía humana, utilizando conceptos de modelos de riesgo-peligro, presión y liberación, investigación sobre la resiliencia y las investigaciones sobre el impacto climático; además establece una gama de condiciones ambientales como capital natural o dotaciones biofísicas (como lo son el agua, los suelos, ecosistemas, clima), y de condiciones humanas como capital y dotaciones sociales y humanas. De igual manera se destaca para analizar una ubicación que desafía múltiples peligros, cambios humanos y ambientales en un contexto regional y global, orientada a

identificar la vulnerabilidad ante cambios, riesgos socioambientales y factores que la reducen o impulsan.

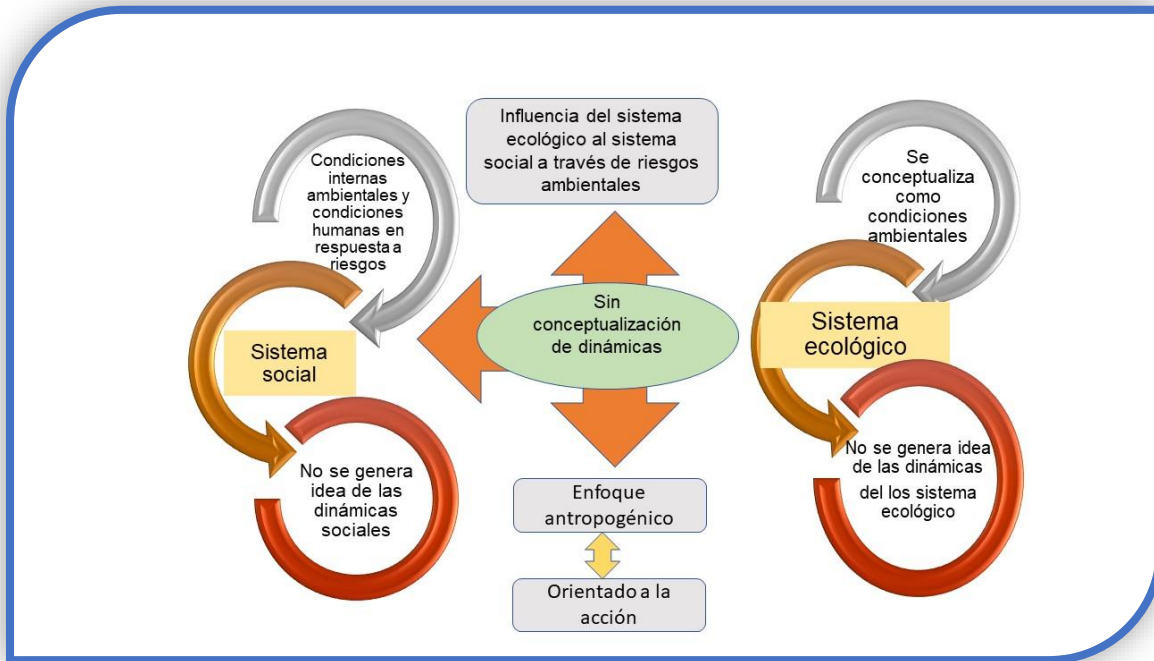
Para Turner *et al.* (2003) en el marco de vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos acoplados se destacan las relaciones entre sistemas ecológicos y sistemas sociales en diferentes niveles, las perturbaciones emergentes de dichas relaciones y los elementos en los que reside la vulnerabilidad como la exposición y sensibilidad ante la perturbación o a la capacidad de respuesta del sistema para confrontar la perturbación.

Binder *et al.* (2013) hace mención que el MVSSEA no es explicativo porque considera al sistema social a partir de las condiciones humanas y a las diferentes respuestas ante los riesgos, por otro lado, considera al sistema ecológico a partir de los componentes ambientales, los cuales suelen derivar en riesgos para la sociedad, instruyendo a la complejidad y la interacción que involucra el análisis de la vulnerabilidad, destacando la diversidad de elementos y relaciones que incrementan los efectos de la vulnerabilidad en el sistemas ambiental humano de un área determinada.

En la siguiente figura (3) se representa el marco de vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos acoplados:

Figura 3.

Marco de vulnerabilidad de los sistemas socio ecológicos acoplados (MVSSEA).



Fuente: elaboración propia con base en Binder *et al.* (2013).

d) Marco de evaluación de sistemas de manejo con indicadores de sustentabilidad (MESMIS)

Masera y López (2000) lo considera como un marco metodológico en desarrollo, el cual consta de una estructura flexible en varios niveles de información, incluye análisis y retroalimentación, el cual tiene como objetivo principal evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local (comunidad, parcela unidad productiva). El MESMIS puede ser aplicable, a estudios de corto y mediano plazo en sistemas dinámicos, adaptativos y no lineales; partiendo del principio de que ningún sistema es completamente sustentable, ni completamente no sustentable y teniendo como premisas el definir a la sustentabilidad a partir de atributos generales de sistemas de manejo tales como:

- Productividad: capacidad del sistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo en un periodo de tiempo determinado.
- Estabilidad: propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable.
- Confiabilidad: se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.
- Resiliencia: es la capacidad del sistema de retomar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves
- Adaptabilidad: es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o brindando beneficios ante cambios a largo plazo en el ambiente. Se relaciona con la capacidad de respuesta, para hacer frente al cambio.
- Equidad: es la capacidad del sistema de distribuir de manera justa, tanto intra como intergeneracionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales
- Autodependencia (autogestión): es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior. Se incluye aquí los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores.

Evaluar la sustentabilidad, es válida solamente en sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político una escala espacial (comunidad, parcela unidad productiva o cuenca) previamente determinada y una escala temporal determinada.

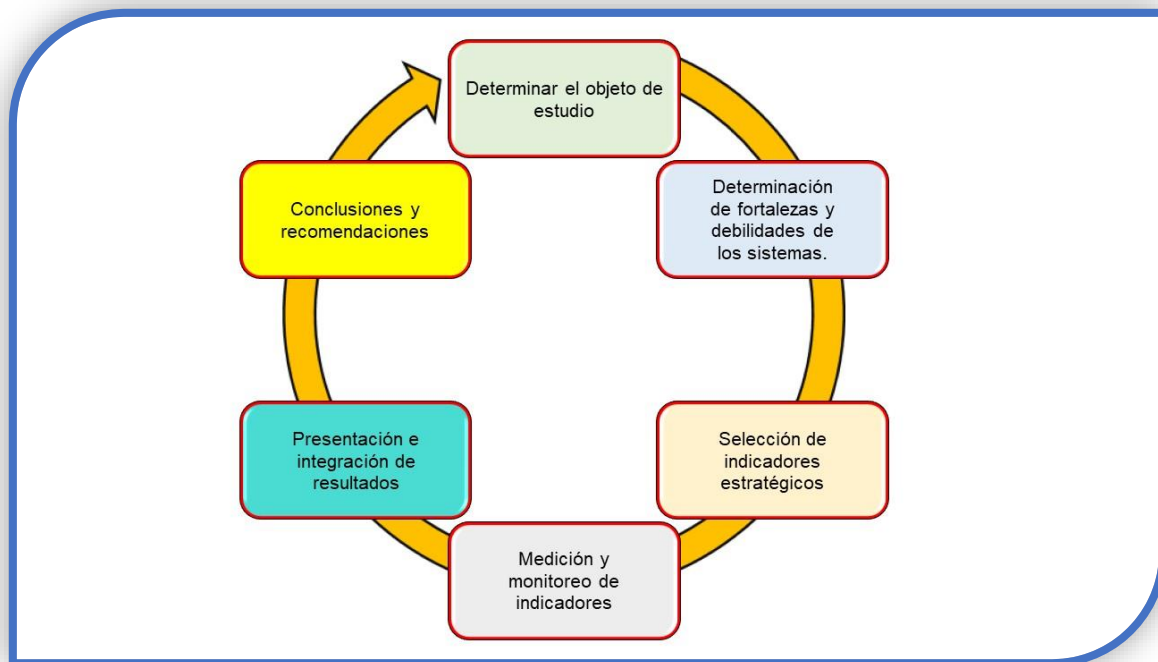
De acuerdo Garcés *et al.* (2019) el MESMIS es una herramienta muy completa para evaluar sistemas e identificar la sustentabilidad. Ya que cuenta con

diversos atributos para identificar propuestas en el mejoramiento de sus criterios y ha implicado integrar críticamente aportes de varias disciplinas de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. Es difícil precisar el aporte puntual de cada uno de los autores y las corrientes que influyen en la generación del método.

A continuación, en la figura (4) se dan a conocer los principales elementos de este marco:

Figura 4.

Marco de evaluación de sistemas de manejo con indicadores de sustentabilidad (MESMIS).



Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (2000).

e) Marco de sistemas socio ecológicos(MSSE)

El MSSE es útil para identificar partes de trabajo básicas y relaciones críticas entre los elementos que son esenciales a considerar para el estudio de los sistemas socio ecológicos, de acuerdo con Ostrom (2007), el marco fue diseñado para

aplicarlo en un dominio bien definido de situaciones de gestión de recursos de uso común.

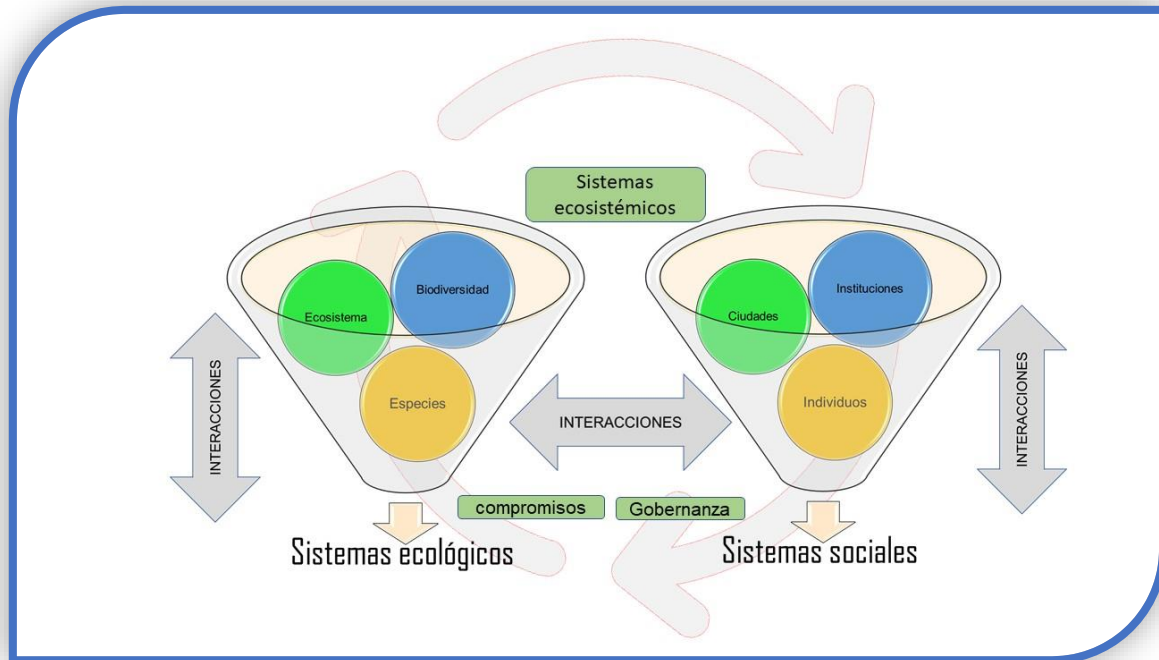
Partelow (2018) señala que tiene su origen en la aproximación de la teoría política y la economía institucional, surgiendo como un marco teórico de acción colectiva transformándose en un instrumento de suma importancia para el diagnóstico de sustentabilidad en los SSE. De igual manera el marco de los sistemas socio ecológicos supone que las personas pueden tomar decisiones conscientes como individuos o como miembros de grupos cooperativos, y que estas decisiones pueden afectar significativamente los resultados.

El MSSE fue propuesto por McGinnis y Ostrom (2014), el cual fue desarrollado para lograr abordar los estudios de gestión sobre recursos naturales de uso común. Se basa en situaciones de comportamiento en las que los individuos interactúan para lograr objetivos individuales y colectivos y para lograr resultados específicos dentro de dilemas sociales y limitaciones biofísicas.

Partelow, (2018), estableció que el marco define a los agentes como quienes llevan a cabo el mantenimiento y la gestión de los recursos naturales con base en reglas, sistemas de sanciones, monitoreo y otros procedimientos establecidos en los sistemas de gobernanza bajo condiciones sociales y políticas específicas. y económico; donde el sistema ecológico se conceptualiza desde una perspectiva centrada en el ser humano con base en sistemas de recursos como el agua y los bosques, y su dinámica se considera en función de la tasa de cambio de los recursos y la productividad; en cambio los sistemas sociales se conceptualizan en términos de variables como procesos deliberativos, información compartida y actividades autoorganizadas. En la siguiente figura (5), se representa el MSSE.

Figura 5.

Marco de sistemas socio ecológicos (MSSE).



Fuente: elaboración propia con base en McGinnis y Ostrom (2014).

3.2. Percepciones socio ecológicas

En la siguiente sección se destacan las principales nociones de la percepción social, ambiental y socio ecológica desde antecedentes, conceptos, aportaciones y el análisis de la relación sociedad-naturaleza a través de las percepciones socio ecológicas.

3.2.1. Percepción social y dimensión ambiental

De acuerdo con Warnock (1974), citado por Aguilar *et al.* (2017), el vocablo percepción proviene del latín “*perceptio*” la cual está compuesta de los prefijos “*per*” que significa por completo, de “*cep*” que se refiere a capturar o recibir y “*tio*” referente a acción, dando como resultado, la acción de capturar o recibir por

completo. El concepto emergió en tiempos en los que no existían disciplinas, por el contrario, las prácticas epistémicas incluían múltiples conocimientos como las ciencias, medicina, matemáticas, arte o la filosofía.

La psicología y de acuerdo con Vargas (1994) define a las percepciones como un proceso cognitivo de la conciencia, la cual consiste en la interpretación, significación y reconocimiento para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones derivadas del ambiente social, físico y ecológico, interviniendo procesos psíquicos como la memoria, la simbolización y el aprendizaje.

Para Aguilar *et al.* (2017) el estudio de las percepciones no configura un campo teórico y metodológico unificado, sino que está conformado por un conjunto de intereses interdisciplinario concurriendo las ciencias naturales, la psicología, geografía y antropología; las cuales aportan herramientas de análisis para descifrar los aspectos centrales de interés en el estudio de las percepciones, para entender el entorno y la relación con el medio.

A partir de las percepciones y de acuerdo a Calixto y Herrera (2010) se forma un marco de referencia organizado, constante y por medio de experiencias de vida, donde las percepciones no se encuentran aisladas e interviniendo diversas características donde el sujeto se encuentra conviviendo en su cotidianidad y percibiendo a través de los sentidos, lo que otros no alcanzan a percibir, por lo que es común ver o escuchar lo que de forma emocional queremos o para lo que estamos preparados, debido que la percepción no puede deslindarse de la personalidad, así el perceptor interpreta dependiendo de las circunstancias que vive y experimenta, determinando conductas, decisiones y juicios que conduce a acciones con consecuencias reales.

Para Arias (2014), la percepción es tanto una forma de pensamiento como una conducta inmediata, a la cual traduce como un sinónimo de conciencia, de igual manera establece que la percepción comprende dos procesos fundamentales:

- La selección del caudal de datos que nos llegan del exterior, reduciendo su complejidad, facilitando su almacenamiento y recuperación en la memoria y

- El intento de ir un paso más de la información obtenida, con la finalidad de predecir los acontecimientos futuros y con ello evitar o reducir la sorpresa.

Se debe de entender que las percepciones no ocurren aisladas de la práctica social ni se reducen a la dimensión ambiental. Davidson y Berkes (2003) mencionan que tampoco excluyen los componentes culturales, políticos y económicos los cuales componen a las sociedades, de igual manera no se limitan a la experiencia de las personas en un evento, sino que la percepción está sumergida en los patrones temporales de la interconexión social y ecológica.

Las problemáticas ambientales constituyen problemas sociales, el ambiente no puede ser estudiado como una dimensión separada de lo social, por lo que los estudios socio ecológicos enfatizan la importancia de adoptar una visión integradora e interdisciplinaria para lograr una intervención acertada del manejo de ecosistemas como lo menciona Perdomo (2007).

Las percepciones sociales del ambiente han constituido sistemas cognitivos en los que es posible reconocer de opiniones, creencias, valores y normas sobre el ambiente natural y que va a determinar la orientación actitudinal tanto positiva como negativa.

Por otro lado, la educación ambiental se vincula directamente con las percepciones sociales, y ha emergido para promover actitudes y valores para dar solución a las problemáticas ambientales es por eso que, de acuerdo con Aguilar *et al.* (2017) el estudiar las percepciones va a constituir un proceso oportuno para lograr comprender las realidades afectadas y evaluar los procesos educativos, de igual manera apuntaron tres formas de las que las percepciones llegan a contribuir a la educación, las cuales son:

- Educación ambiental como objetivo perceptual y de análisis; la cual se basa en preguntas sobre ¿Cómo perciben los estudiantes una clase, actividad o proceso de educación ambiental? o ¿Cómo perciben los y las profesoras los contenidos curriculares de educación ambiental que deben incluir en sus

prácticas educativas? tanto para la educación formal como la no formal; en la cual se reconoce que las percepciones en prácticas de educación ambiental potencializan el reorientar los procesos para hacerlos más significativo, es decir simboliza una significativos, es decir simbolizan una meritoria aportación a la construcción de procesos pedagógicos de la educación ambiental.

- La educación ambiental desde su noción transformadora, los cuales pueden incidir como factor de influencia sobre las percepciones socio ecológicas; basada en conocer ¿de qué manera la educación ambiental modifica o no las percepciones de estudiantes y otros actores? resaltando la utilidad de las percepciones y conociendo si existe o no un cambio en las personas al participar en programas de educación ambiental donde la observación y experiencia constituyen medios socio-cognitivos de un aprendizaje efectivo y su conocimiento aporta al análisis de estas prácticas pedagógicas. Un análisis de este tipo permite evaluar la efectividad de los procesos implementados y elaborar estrategias que contribuyan a un aprendizaje significativo de estudiantes y otros actores.
- Las percepciones como una herramienta pedagógica, lo que posibilita la construcción de procesos educativos significativos de las realidades socio ecológicas; la cual se basa en comprender ¿Cómo pueden ser incorporadas a procesos educativos las percepciones de estudiantes y otros actores? tomando en cuenta que con la incorporación e identificación de las percepciones se pueden diseñar propuestas educativas que generen en los sujetos la posibilidad de cambiar sus decisiones ambientales. Contar con una perspectiva constructiva favorece la ampliación de los conocimientos que los estudiantes poseen en la inclusión de las percepciones de los procesos pedagógicos, construyendo un aprendizaje significativo en la conexión con la experiencia personal. Por medio de esta vinculación, es que las percepciones

socio ecológicas ofrecen una aportación altamente relevante para la educación ambiental.

3.2.2. Percepciones socio ecológicas para el análisis de la relación sociedad-naturaleza

Las percepciones socio ecológicas se refieren a aquellas donde se involucra directamente la experiencia del medio ambiente y la información indirecta a través de otros individuos, de los medios de comunicación y la ciencia. Además, la percepción ambiental la establecen como la toma de conciencia y la comprensión del individuo en un sentido amplio, donde el proceso de percibir no es homogéneo, este depende de los aspectos personales, económicos, sociales y políticos que determinan el mundo percibido (Lazos y Paré, 2000).

En este sentido, las percepciones socio ecológicas permiten enriquecer la relación entre el hombre y la naturaleza como fenómeno complejo integrado por dimensiones sociales, lo que favorece el proceso educativo debido a una construcción gradual del conocimiento de lo que ya saben los estudiantes lo que ayuda a un mejor aprendizaje significativo, además las percepciones configuran un mecanismo crítico el cual puede ser útil para las evaluaciones, planteamientos y replanteamientos de programas de educación ambiental (Aguilar *et al.*, 2017).

De esta forma, para la investigación las percepciones socio ecológicas, hacen referencia a un proceso cognitivo de la conciencia la cual reconoce a las creencias, valores, opiniones y normas para determinar ya sea lo positivo o negativo de un problema ambiental, permitiendo así incrementar la relación hombre-naturaleza, la cual está ligada a intereses interdisciplinarios para lograr comprender el entorno y la relación con el medio, siendo una forma de pensamiento como una conducta inmediata, es decir un equivalente de conciencia en la toma de decisiones de problemas ambientales.

La perspectiva de la percepción socio ecológica, ha sido abordado en diversos estudios empíricos, con el objetivo de analizar la visión de los diversos

actores sobre el entorno, en la siguiente tabla (2) se presenta un resumen de casos de estudio sobre percepciones socio ecológicas, estableciendo para cada uno de ellos aspectos como su objetivo, zona de estudio, metodología o método que se utilizó, así como sus principales hallazgos y los autores de los mismos.

Tabla 2.

Casos de estudio sobre percepciones socio ecológicas.

Autor (s) y año Título/objetivo	Metodología/ método	Principales hallazgos
Maneja <i>et al.</i> (2009). Percepciones socio ambientales infantiles y adolescentes. Propuestas de educación ambiental. La Huacana (Michoacán, México). Formular propuestas de implementación en los procesos educativos y de toma de decisiones a nivel local y regional.	Muestra formada por 284 alumnos de educación primaria y secundaria, de edades comprendidas entre los 5 y los 17 años, los cuales residen en pequeñas comunidades rurales alrededor del Área Natural Protegida Volcán el Gorullo.	A través del análisis estadístico muestran que el lugar de residencia (rural o urbano) es el principal factor que influencia las diferencias en las percepciones socio ecológicas en niños/as y adolescentes.
Chávez <i>et al.</i> (2022). Percepción social del papel de la variabilidad y el cambio climático sobre los sistemas socio ecológicos en comunidades indígenas y mestizas de la Huasteca Potosina en México. Identificar la percepción social de informantes clave, pertenecientes a tres comunidades de la Huasteca Potosina, sobre la participación del clima y los posibles efectos negativos de la variabilidad y el CC, que padecen a escala local en sus capitales y medios de vida.	Se compararon los datos del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de San Luis Potosí (PEACC-SLP elaborado por la Universidad Autónoma de S.L.P.), con datos sobre la percepción del cambio climático que tienen habitantes adultos de tres comunidades de la Huasteca Potosina.	Destaca que la percepción de la gente concuerda en gran medida con los datos del PEACC-SLP en cuanto a cambios en los patrones de temperatura y precipitación en los últimos 40 años, así como el cambio de uso del suelo como el principal factor responsable de dichos cambios a nivel local.

Mendoza & Rodríguez (2021).

Percepción social del cambio climático en estudiantes de Bachillerato Técnico en Jiutepec, Morelos, México.

Medir la percepción social del CC en estudiantes del Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios 166, en Jiutepec, México.

Se realizó una investigación de campo donde se aplicó una encuesta bajo la escala de Likert, con la finalidad de conocer la percepción social ante el cambio climático de los alumnos del bachillerato.

Como resultados indicaron que los estudiantes tienen conocimientos sobre el tema y sus efectos negativos. El 80% de los declaró que las actividades humanas contribuyen a dichas alteraciones; a la vez que el 90% consideró que es responsabilidad de los académicos, científicos, ciudadanos, empresas y gobiernos, el disminuirlas mediante la participación conjunta.

Casa et al. (2019).

Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios.

Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Determinar las percepciones sobre contaminación y las actitudes ambientales en los estudiantes del pre grado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

-No experimental
-Con diseño descriptivo correlacional
-Mixta
-Población total de 778 estudiantes
-Con una muestra 113 alumnos
-Se aplicó el test de percepciones de contaminación ambiental y una escala de actitudes de tipo Likert.

Se muestran una influencia positiva de acuerdo con el diseño estadístico de chi cuadrada que fue 62,534 entre las variables de percepciones sobre contaminación ambiental y las actitudes de los estudiantes. Existe una relación positiva entre la percepción ambiental con las actitudes ambientales de los estudiantes.

Rondón (2016).

Percepciones socio ambientales en las comunidades estudiantiles de dos instituciones educativas dentro del contexto rural y urbano, hacia el Parque natural municipal ranhería en Paipa Boyacá, a través de educación ambiental.

Interpretar las percepciones socio ambientales en las comunidades estudiantiles de dos instituciones educativas desde el contexto urbano y rural, frente al Parque Natural Municipal Ranhería y proponer estrategias desde la educación ambiental para la adopción de buenas prácticas ambientales.

Se utilizó una metodología de tipo descriptivo y exploratorio, empleando métodos cualitativos y cuantitativos con la finalidad de recolectar información a través de encuestas para obtener interpretación holística y participativa para cumplir con el objetivo.

I.E Técnica Agropecuaria de Palermo: se evidencia una relación cercana entre el grupo de estudio y su ecosistema, devela preocupación por sus recursos ambientales, así como un elevado interés en el tema ambiental y en la vinculación de acciones favorables de sus ecosistemas.
I. E. Académico de Paipa: las actitudes ambientales son muy positivas, sin embargo, el compromiso ambiental es débil, a su vez, no se evidencia cercanía ni alto grado de afectividad con los ecosistemas.

Fuente: elaboración propia (2023), con base en Maneja *et al.* (2009), Chávez *et al.* (2022), Mendoza & Rodríguez (2021), Casa *et al.* (2019) & Rondón (2016).

La base del análisis de los SSE se sustenta en marcos integradores que combinan enfoques sistémicos, interdisciplinarios y participativos. Herramientas

como el MSHA, MMVS, MVSSEA, MESMIS y el MSSE permiten comprender dinámicas, vulnerabilidades y capacidades adaptativas, vinculando dimensiones sociales, ecológicas y de gobernanza de manera que permite interpretar su complejidad de forma integral y sostenible.

3.3. Cambio climático (CC)

En la siguiente sección se abordan conceptos, causas, desafíos globales y vulnerabilidad a la que la sociedad se enfrenta debido al cambio climático y a la variabilidad climática, de igual manera conceptualizaciones y acciones de mitigación y adaptación, de eventos climáticos extremos y la crisis climática.

3.3.1. Relevancia ambiental del cambio climático

En el año de 2014 las Naciones Unidas para el Cambio Climático a través de la Convención sobre el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), reafirmo que el CC es atribuido directa o indirectamente a la actividad antropogénica alterando la composición de la atmosfera mundial debido a la concentración y aumento de los llamados gases de efecto invernadero (GEI) vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozono (O_3) y los clorofluorocarbonos (CFC) que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (Naciones Unidas para el Cambio Climático, 2014).

Referente al Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) en el 2007 hicieron mención que el CC denota a través de un cambio en el estado del clima identificable (análisis estadístico) en el valor medio y en la variabilidad de sus propiedades, lo cual debe de persistir en un periodo prolongado es decir en decenios o periodos más largos; pero también tomando en cuenta las modificaciones en cualquier aspecto del clima del planeta como lo es la temperatura, precipitaciones e intensidad y las tormentas tal y como lo afirma Miller (2007).

De igual manera en el año 2007 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) establecieron por medio de los modelos climáticos actuales un incremento del calentamiento mundial de 1.4-5.8 °C entre los años 1990 y 2100, con base en las fuerzas que dirige las emisiones futuras tales como el crecimiento poblacional y el cambio tecnológico, es por eso que estipulan que el CC es el problema que determina el desarrollo humano para esta y las futuras generaciones, el cual abrirá caminos a los esfuerzos que se emprenden a nivel internacional para combatir la pobreza (PNUD, 2007).

Las alteraciones al clima han incrementado los graves impactos a los sistemas naturales y humanos alrededor de todo el planeta, poniendo en riesgo las acciones para la reducción de la pobreza, la salud pública, la alimentación y el desarrollo humano generando una mayor vulnerabilidad de la población, siendo el cambio climático el principal factor de riesgo de dichas acciones. Zamora (2015) afirma que dicho fenómeno va a generar una disminución en la humedad del suelo, lo que provocara la intensificación de la desertificación y degradación de los mismos, generando un grave problema en la producción agrícola.

Para Wolf & Moser (2011), el CC es un fenómeno de gran complejidad por su poca visibilidad y prioridad política y social, lo que conlleva que mientras no sea tomado en cuenta como un factor real e importante en la sociedad, no generara presión en las políticas públicas sobre medidas de mitigación y adaptación, ni se generara peso relativo en la jerarquía de prioridades de las agendas tanto social como política.

Para el presente siglo, el CC es considerado como el desafío más importante para la humanidad debido a que es el resultante del proceso de civilización, el cual va desestabilizando cada día más los ciclos y dinámicas naturales y sociales en el planeta. Para González & Meira (2020) es extraño que las ciencias sociales y en general la educación manifiesten poca apatía sobre el cambio climático en la trayectoria actúa hacia un colapso generalizado, debido a que no se ha fortalecido

la capacidad y disposición de la sociedad para lograr cambios significativos que contribuyen a evitar una crisis climática.

El cambio climático es un problema que no solo se debe de dejar en las manos de los expertos, sino que todos y cada uno de los miembros de la sociedad deben de participar y nadie eximirse de las obligación y responsabilidades que se tiene con el planeta, desde el punto de vista de Fonseca (2016), el CC es ya uno de los grandes ejes sobre el cual se rige la economía y políticas mundiales, con temas como las energías verdes o renovables, políticas sustentables, tecnologías verdes, adaptación a sistemas agrícolas, temas que se enfocan a los desafíos en el incremento de la temperatura atmosférica.

En 2023 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático en su sexto Informe de evaluación concluye que la influencia de la humanidad en el sistema climático es clara y va en aumenta rápidamente, su impacto es en todos los continentes y si no se hace algo, el CC incrementara los impactos graves a las personas y los ecosistemas. Debido a que no solo es un fenómeno ambiental sino también de profundas consecuencias económicas y sociales, donde los países más pobres son lo menos preparados para enfrentar los cambios d una forma rápida y serán los que sufrirán las peores consecuencias (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2023).

3.3.2. Aproximaciones conceptuales sobre cambio climático

A pesar de los distintos puntos de vista que refieren al concepto de cambio climático, se sabe que ya es una realidad y es responsabilidad de cada uno de los seres humanos el colaborar para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, sin importar el país al que se pertenezca debido a que los cambio en el planeta afectan toda la humanidad.

En 1992 la Organización de las Naciones Unidad a través de la Convención Marco sobre el Cambio Climático definieron al fenómeno del CC como el cambio de clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad antropogénica,

alterando la composición de la atmosfera mundial, sumado a la observación del clima durante periodos de tiempo comprobables (ONU, 1992).

A finales del siglo XIX y de acuerdo con lo plasmado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007), se sospechaba que los cambios del clima no solo se debían a cuestiones naturales, esto acontecía debido a que el calentamiento ocurría de una manera más rápida del que se tenía registrado, por lo que definieron a este fenómeno como cambio climático, haciendo referencia a cualquier cambio en el clima en un tiempo determinado, debido a la inestabilidad natural del sistema climático como resultado de las actividades humanas, donde ambas causas se relacionan con el efecto invernadero que atrapa el calor y genera el incremento de la temperatura del planeta.

En la actualidad el CC se ha convertido en una señal de alerta de suma importancia, esto se debe a que tanto científicos, políticos y expertos en la materia lo describen como el principal problema ambiental del presente siglo, por lo que autores como Quiroz (2013) lo refieren como un fenómeno ocasionado por las actividades humanas, partiendo de la Revolución industrial donde se intensifico la quema de combustibles fósiles lo cual generó el incremento de los Gases de Efecto invernadero (GEI) causantes de los cambios en el clima.

A pesar de que el clima en el planeta siempre ha estado en constante cambio de forma natural, actualmente existen evidencias de que el incremento del CC es atribuido a los efectos de las actividades humanas, es por eso que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018) define a este fenómeno como uno de los problemas de mayor importancia para estos tiempos, estableciéndolo como todo cambio representativo del sistema climático en el planeta, permaneciendo por décadas o incluso más tiempo, el cual puede ser natural o por actividad antropogénica, siendo el calentamiento global la evidencia más relevante del CC.

El CC es uno de los mayores problemas ambientales y sociales que afecta a todos los sectores, donde su gestión eficaz representa un desafío sin precedentes; Guido (2017) lo refiere como los cambios causados por la actividad humana, natural

y del sistema solar, siendo un cambio estable, pero sobre todo duradero en la distribución de los patrones del clima en periodos de décadas o incluso de millones de años.

A partir de lo anterior, la investigación considera al cambio climático como un problema muy complejo, no solo natural sino también social, al cual se le atribuye de forma directa o indirecta por las actividades del ser humano, forjando impactos negativos en todos los ámbitos vinculados con el desarrollo social, económico y ambiental, de igual forma poniendo en riesgo los recursos naturales para las generaciones futuras o una posible extinción de los seres vivos en el planeta.

3.4. Variabilidad climática (VC)

3.4.1 Abordajes conceptuales de la variabilidad climática

A partir del desarrollo de investigaciones relacionadas con la temática de cambio climático, se ha logrado progresar en el entendimiento sobre los componentes de los sistemas socio ecológicos y su relación en el comportamiento de los fenómenos climáticos, donde uno de los factores por los cuales se ha intensificado es la variabilidad climática, la cual de acuerdo con Fonseca (2019) son los cambios de clima en un período de tiempo corto, siendo esto la principal característica que la hace diferente del término de cambio climático; la cual tiende a medirse cuando se determinan las anomalías climáticas, es decir los valores por debajo y por encima del promedio histórico de las variables climatológicas, tales como humedad, precipitación o temperatura en un periodo de tiempo determinado como mes, año o incluso estación del año, por lo que la variabilidad climática influye en las actividades cotidianas de todos, por lo que la sociedad se debe preparar y enfrentar a los estragos de los fenómenos meteorológicos.

Para González *et al.* (2021) la variabilidad climática es causada por una serie de procesos naturales los cuales se llevan a cabo dentro del sistema climático, pero también por variaciones en la coacción externa natural. Por lo que refiere a la variabilidad climática como aquellas variaciones de las condiciones climáticas

basadas en las estadísticas del clima en toda escala temporal y espacial, extendiéndose más que una escala de lo que es un fenómeno meteorológico en particular.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia (2018) establecieron que la variabilidad climática con el paso de los años ha presentado fluctuaciones de lapsos de tiempo de diversa duración, donde los valores de las variables climatológicas oscilan ya sea por encima o por debajo del estándar, siendo esta una condición la cual es representada por el promedio de variables climáticas de no mayor de 30 años; estas secuencias alrededor de los valores normales y de las cuales se logra su estimación a través de la comprobación de las anomalías (diferencia del valor promedio y valor de la variable climática), se denomina como variabilidad climática.

También establecieron que al analizar las secuencias de las anomalías históricas de alguna variable climática de un lugar determinado se puede observar una serie de ciclos intercalados en periodos de meses, años y decenios, demostrando la variabilidad climática en escalas interestacional, interanual e interdecadal, respectivamente.

De esta forma, es posible comprender que la diferencia entre variabilidad climática y cambio climático se debe al tiempo en que se mide, analiza y estudia el comportamiento de las variables climáticas, mientras en la primera se hace en escalas de tiempo no mayores a 30 años, en el segundo se hace en un periodo de 30 años o más, donde son comparados los promedios y datos extremos con información de otros periodos largos de tiempo y solo así se puede evidenciar si ha habido un cambio climático.

Para fines de la investigación se considera a la variabilidad climática como un fenómeno de origen natural, el cual debido a las actividades realizadas por parte de los seres humanos aceleran sus cambios en poco tiempo, lo que provoca impactos negativos en todos los ámbitos vinculados con el desarrollo social, económico y ambiental, el cual pone en riesgo los recursos naturales para las

generaciones futuras; al igual que el CC la VC genera preocupación y demanda mayor atención por parte de los responsables políticos, así como de los distintos movimientos ambientalistas, ecologistas, organizaciones sociales y organismos internacionales especializados, debido a que a la VC ya no se le debería de considerar como una amenaza sino como una realidad que impacta a nivel global poniendo en riesgo la supervivencia de todo ser vivo sobre la tierra.

3.4.2 Diferenciación temporal y espacial

Para el grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (2013), la variabilidad climática se caracteriza por las variaciones de las características estadísticas y del estado medio del clima en cada una de las escalas temporales y espaciales de mayor amplitud que la de los fenómenos meteorológicos, dicha variabilidad puede ser de dos tipos:

- Variabilidad interna: se denomina de esta manera cuando se produce por procesos internos naturales del sistema climático.
- Variabilidad externa: se denomina de esta manera cuando se produce por procesos del forzamiento externo natural o por las actividades antropogénicas.

De acuerdo con Fonseca (2019), la variabilidad climática es cambiante dependiendo de las escalas temporales y espaciales, de las cuales las más relevantes que influyen en los procesos atmosféricos son:

- Variabilidad estacional: es considerada como las variaciones del clima entre las estaciones del año, donde cada país va a presentar diferente variabilidad, todo ello dependiendo de la latitud en que se encuentre ubicado, para las latitudes medias la variabilidad depende de la secuencia de las estaciones del año; en el caso de los países en latitudes tropicales, la variabilidad se caracteriza por la alternancia de temporada cálida y lluviosa.
- Variabilidad intraestacional: son las variaciones del clima que se presentan dentro de las estaciones del año, las cuales determinan las condiciones de

tiempo durante días, semanas e incluso de uno a dos meses, como por ejemplo la reducción de lluvias en su temporada o de las variaciones de la canícula, dicha variabilidad al presentar una menor amplitud suele pasar desapercibida por la sociedad.

- Variabilidad interanual: son las variaciones del clima las cuales se presentan de año en año, como son el comportamiento de las precipitaciones, vientos o de la temperatura, estando estos cambios por debajo o encima de lo normal, claro ejemplo de este tipo de variabilidad se observa en el fenómeno del niño.
- Variabilidad interdecadal: son aquellas variaciones del clima que se manifiestan en un plazo largo como lo son las décadas, enfocada principalmente en los registros sobre precipitaciones y temperatura de distintos periodos, estableciendo con ello las anomalías acumuladas como lluvias abundantes, lluvias deficientes, temperaturas máximas y mínimas de algún país o región.

3.5. Nociones asociadas al cambio y la variabilidad climática

3.5.1. Eventos climáticos extremos

Los eventos climáticos extremos, constituyen uno de los factores asociados a la intensificación del CC y la variabilidad climática, los cuales de acuerdo con el grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (2007), citado por Conde *et al.* (2016), son patrones meteorológicos cambiantes en escalas de tipo prologadas, siendo estos la acumulación de eventos meteorológicos ya sean extremos o no, ejemplo de ello el promedio por día de la cantidad de lluvia en una temporada o condiciones de sequía.

Por su parte González *et al.* (2021) establece que los eventos climáticos extremos son aquellos fenómenos ligados al clima los cuales por su frecuencia, duración e intensidad llegan a presentar comportamientos atípicos comparándolos

con datos estadísticos almacenados de eventos precedentes, es decir se caracterizan por presentar “la ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la serie de valores observados de la variable”

De igual manera Conde *et al.* (2016), establecieron que para lograr detectar eventos climáticos extremos se debe de establecer una metodología sistémica y reproducible, con el objetivo de la obtención de resultados confiables, pero sobre todo comparables, por lo que sugirieron una metodología la cual se base en tres componentes principales:

- Control y selección de datos diarios de precipitación y temperatura: siendo los datos lo esencial para la detección de eventos climáticos extremos, es necesario que sean confiables y que no presenten errores, esto solo se logra a través de una revisión exhaustiva y un riguroso control de calidad de los datos para que los resultados no presenten errores.
- Cálculo de los índices: es necesario el cálculo de índices porque proporcionan información que determina la existencia de cambios en eventos intensos y con ello un posible cambio en el clima, teniendo definidos 27 índices de temperatura y precipitación los cuales son manejados en una extensa diversidad de climas.
- Ajuste a la tendencia de detección de cambios observados: cuando se culmina con el cálculo de los índices, se prosigue con un análisis de tendencias de las series resultantes para detectar los cambios observados, ya que dichas series son la aproximación empírica para considerar y lograr explicar cambios en un determinado tiempo en un sistema.
- Como datos adicionales sugieren conocer la climatología del lugar con el objetivo de conocer los meses de mayor temperatura, los más fríos y la temporada de lluvia.

Se debe reflexionar que, con el aumento en la frecuencia y la intensidad de los eventos climáticos extremos, ligados a la temperatura y precipitación, se está

propiciando mayores impactos, dañando, alterando y destruyendo a los sistemas socio ecológicos; por lo que es importante la detección de los cambios en este tipo de eventos para no ser vulnerables ante sus efectos.

3.5.2 Crisis climática

Otro concepto vinculado con el cambio climático y la variabilidad climática es el de crisis climática, en la cual la comunidad científica se ha manifestado por la falta de acciones de carácter urgente por parte de los gobiernos para la reducción de dicha crisis y con ello lograr minimizar o erradicar los daños irreversibles a los sistemas socio ecológicos del planeta, por lo que es necesario no solo la participación de los gobiernos sino también de las grandes empresas, organizaciones, instituciones y la misma sociedad.

Tal y como menciona la World Wildlife Fund (2021), la crisis climática es actualmente una emergencia la cual es causada por el acelerado calentamiento de del planeta en las últimas décadas, siendo este un fenómeno propiciado principalmente por las actividades antropogénicas, donde dicha crisis se vincula con el uso desmedido de combustibles fósiles, las actividades agropecuarias y la sobre explotación de los recursos naturales de la tierra; es de suma importancia el minimizar o erradicar la crisis climática debido a que si se continua con el mismo ritmo en el consumo y contaminación de los recursos naturales, el planeta presentara cambios en su temperatura, clima y con eventos climáticos extremos con mayor frecuencia e intensidad.

The Climate Reality Project (2019), establece al termino de crisis climática como una situación extrema y grave, con afectaciones a los sistemas socio ecológicos, alterando el desarrollo de la vida y poniendo en peligro la supervivencia de los seres vivos en el planeta, por lo que considera que dicho termino involucra un enfoque de transversalidad porque no solo se enfoca en el fenómeno climático sino también en las causas y consecuencias que están sufriendo y sufrirán en el área social, como su vulnerabilidad, la desigualdad en apoyos y beneficios ante

fenómenos meteorológicos y demás crisis que ocurren en el planeta. Por lo tanto, dicha organización hace un llamado a la necesidad de la toma de decisiones de manera urgente, con el objetivo de frenar, reducir y prevenir daños ambientales y sociales de magnitudes graves ante los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático.

Los debates relacionados con la temática de la crisis climática han mostrado la clara necesidad por parte de autoridades y de la sociedad en general sobre el cuidado, protección y restauración de la naturaleza y de cada uno de sus componentes (físicos, naturales, sociales, económicos). Por lo que de acuerdo con lo plasmado por Estenssoro (2010), hablar de crisis climática es tratar un problema real de gran magnitud donde sus variables como la sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación de aire, agua, suelo y la pérdida de biodiversidad, deben de ser estudiadas no solo en su especificidad, sino también en sus interacciones con el área social, económica, cultural y política, para que con ello se logren establecer y llevar a cabo acciones centradas y a reducir y/o mitigar la crisis climática.

3.5.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el nivel de susceptibilidad del sistema, o su capacidad de resistir los efectos adversos del clima, incluido la variabilidad climática y los fenómenos extremos, lo que nos indica si dicho sistema es más vulnerable (tiene alta sensibilidad), sensible (tiene baja capacidad adaptativa), o viceversa (SEMARNAT, 2025).

En 2012 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático estableció a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de poder soportar los efectos de fenómenos climáticos de grandes magnitudes incluyendo las características sociales que influyen para que pueda tener capacidades de prevención, de acción durante un evento y de recuperación de los efectos, además de reconocer que la vulnerabilidad es resultado de diversas condiciones y procesos históricos, sociales,

económicos, culturales, políticos, institucionales, naturales y ambientales (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2012).

Monterroso (2012) argumentó que a la vulnerabilidad se le considera como aquella sensibilidad que ostentan las personas, los ecosistemas, los sistemas económicos a los efectos de fenómenos externos, la cual es una condición determinada por procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, siendo un factor de riesgo donde el elemento expuesto se ve afectado y de difícil restauración.

El concepto de vulnerabilidad de acuerdo con Reyes *et al.* (2018) se adapta a distintos contextos, a vulnerabilidad de sistemas ante peligros, amenazas, procesos económicos, sociales, políticos y ambientales. Por lo que el estudio en su totalidad es complicado; aunque en los últimos años se han establecido marcos y metodologías de estudio relacionados a la vulnerabilidad.

Para Tao *et al.* (2011), establecieron que a la vulnerabilidad se le ha comparado con conceptos como la adaptación o el riesgo, que ha sido estructurada por componentes que afectan áreas tanto físicas, ideológicas y sociales, estableciendo interacciones de fenómenos naturales con sistemas sociales, pero que se ha aceptado como un término independiente a factores económicos, naturales, sociales y políticos.

La SEMARNAT (2025), establece que la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos ante el cambio climático y en particular la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del CC y de la VC a la que esté expuesto un sistema, así como de su sensibilidad y capacidad adaptativa. Depende además de la sensibilidad del sistema, así como de la capacidad para adaptarse a las nuevas condiciones a enfrentar por el cambio climático y la variabilidad climática.

De acuerdo con Adger (2006) citado por Ávila (2015), estableció que el termino vulnerabilidad en el contexto de CC y VC se asocia como instrumento de análisis de las acciones para mejorar las necesidades de la sociedad a través de la

reducción del riesgo, siendo un aspecto que va a determinar la condición social ante efectos de dichos fenómenos.

Romero y Maskrey (1993), citados por Ávila (2015) determinaron que la vulnerabilidad se establece a través de índices los cuales están diseñados para ciertos sistemas en particular, los cuales van a determinar la vulnerabilidad de una población antes desastres como:

- Infraestructura no resistente a ciertos eventos.
- Falta de condiciones económicas para lograr satisfacer las necesidades básicas.
- Tipo de terreno donde se ubica la vivienda la cual se encuentre propensa a los efectos de algún desastre natural.

En términos generales el concepto de vulnerabilidad y desde el punto de vista de Reyes *et al.* (2018) se considera como el nivel en que un sistema es capaz o no de soportar los efectos del CC y la VC, en función de la magnitud, carácter y sobre todo de la velocidad que se encuentre expuesto un sistema, su capacidad de adaptación y su sensibilidad.

3.5.4 Mitigación

En 2014 desde el punto de vista del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático la mitigación es la intervención humana para lograr reducir las fuentes de emisiones de gases efecto invernadero o de aumentar los sumideros de carbono. De igual forma establecen que junto con la adaptación al CC y a la VC, contribuyen al objetivo de estabilizar las concentraciones de gases efecto invernadero en la atmosfera terrestre a un nivel que evite interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático, nivel suficiente para lograr que los ecosistemas se adapten naturalmente ante estos fenómenos climáticos, así como la garantía en la producción alimentaria y en el desarrollo económico de manera sustentable (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2014).

Para tener certeza de que la mitigación sea efectiva y de resultados, todos los agentes internacionales deben caminar sin anteponer sus propios intereses de forma independiente, debido a que el CC y la VC son problemas globales que no solo están afectando a un lugar determinado, sino a todo el planeta, por lo que es necesario la cooperación internacional para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero desempeñando un papel constructivo en el desarrollo, difusión y transferencia de conocimientos y tecnologías ambientalmente racionales

La mitigación se precisa como moderar o disminuir algo que pueda presentar un efecto adverso en un ámbito determinado tal y como lo establece Quiroz (2013) quien de igual manera define a la mitigación, como aquellas estrategias que resulten de la reducción en las emisiones de gases efecto invernadero de un sector específico. Para lograr llevar a cabo la mitigación de los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática, se deben establecer dos principales acciones las cuales son:

- Controlar las fuentes de emisiones principalmente de las industrias, transporte, agricultura, suministro de energía y gestión de desechos.
- Aumentar y preservar los sumideros de carbono.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014) señalan que las estrategias para la mitigación se pueden ver beneficiadas o perjudicadas por la toma de decisiones políticas socioeconómicas de carácter general, como las referentes al desarrollo, donde su implementación presenta numerosos obstáculos tanto económicos, políticos, culturales, sociales, instituciones como técnicos, los cuales reprimen su plena explotación, todo ello dependiendo las regiones, los rectores y el transcurso del tiempo.

Para Orellana (2013), la mitigación es la intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar la captura de gases de efecto invernadero, para lograr emprender las medidas de mitigación se debe de considerar que el CC y a la VC constituyen un problema con características globales, enmarcado por las complejas interacciones entre los procesos ambientales, climáticos, políticos, económicos,

sociales, institucionales y tecnológicos. Pero también se debe tener en cuenta que pueden ser afectadas por las políticas y tendencias socioeconómicas como el desarrollo, equidad y sustentabilidad.

3.5.5 Adaptación

La adaptación se establece como acciones, medidas y ajustes en los sistemas naturales y sociales, en los cuales se mejora, desarrolla y se implementan estrategias, para lograr tolerar, aliviar y aprovechar las consecuencias y los beneficios ante los cambios en el clima que se están presentando tal y como lo planeta Guido (2017).

A pesar de que la adaptación se considera como un proceso natural, Salazar *et al.* (2016) recomiendan la realización de un plan de estrategias las cuales ayuden con dicho proceso, donde se deben de cumplir con tres objetivos los cuales de acuerdo con Debels *et al.* (2009) son:

- Reducción de la sensibilidad en el sistema al CC y a la VC.
- Reducir la exposición del sistema al CC y a la VC.
- Incrementar la resiliencia del sistema para afrontar los cambios.

Para que los sistemas humanos se logren adaptar y puedan enfrentar las consecuencias tanto del cambio climático como de la variabilidad climática, depende de varios factores tales como la información, la tecnología, el acceso a recursos tanto gubernamentales como naturales e incluso a la infraestructura predominante en las comunidades y poblaciones en desarrollo, por lo que Giddens (2010) señala que la adaptación se asemeja a ser una versión del principio de precaución, debido a una intervención para prevenir riesgos futuros, es decir encierra la complejidad de reaccionar ante las consecuencias del CC y de la VC una vez que estas ya han ocurrido.

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007) la adaptación es considerada como la segunda línea de acción

para enfrentar los efectos del CC y de la variabilidad climática, la cual surge como un medio para disminuir los estragos del CC y de la VC, definiéndola como aquellos ajustes en los sistemas sociales, económicos y ecológicos, como respuesta a los estímulos climáticos reales y sus efectos, tomando en cuenta los cambios en los procesos para moderar los daños potenciales asociada con este fenómeno, con el objetivo de proteger países y comunidades de las perturbaciones y daños resultantes del cambio climático

Con base en lo plasmado por Quiroz (2013), se han establecido varios tipos de adaptación tal y como se muestra en la siguiente tabla (3):

Tabla 3.

Tipos de adaptación.

TIPO	DESCRIPCIÓN
Preventiva	Es propia de los seres humanos y son las acciones planificadas con un diseño apropiado para la generación de beneficios a mediano y largo plazo.
Reactiva	Son aquellas que se pueden lograr en sistemas tanto sociales como naturales, para el caso de las sociales se presenta en situaciones imprevistas con costos ecológicos, económicos y sociales, los cuales pueden evitarse si se tiene prevención.
Pública	Son las que facilitan los organismos gubernamentales, representando una parte importante de la respuesta social, enfocada a la aplicación de políticas y programas con beneficios inmediatos y a futuro.
Privada	Son las impulsadas en el mercado por sectores y regiones, limitadas por las fallas de mercado y condicionadas por las instituciones.
Autónoma	Son las respuestas o reacciones independientes que las comunidades realizan con sus propios recursos, habilidades y conocimientos locales como resiliencia a las consecuencias del cambio climático y de la Variabilidad climática.
Planificada	Este tipo de adaptación consiste en la intervención deliberada de aumentar la capacidad de los ecosistemas para sobrevivir y funcionar en nivel considerable a la presencia de las causas originadas por el CC y la VC.

Fuente: elaboración propia con base en Quiroz (2013).

También, de acuerdo con lo mencionado por el INECC (2018), para lograr establecer medidas de adaptación las cuales pueden ser aplicables para la VC, se

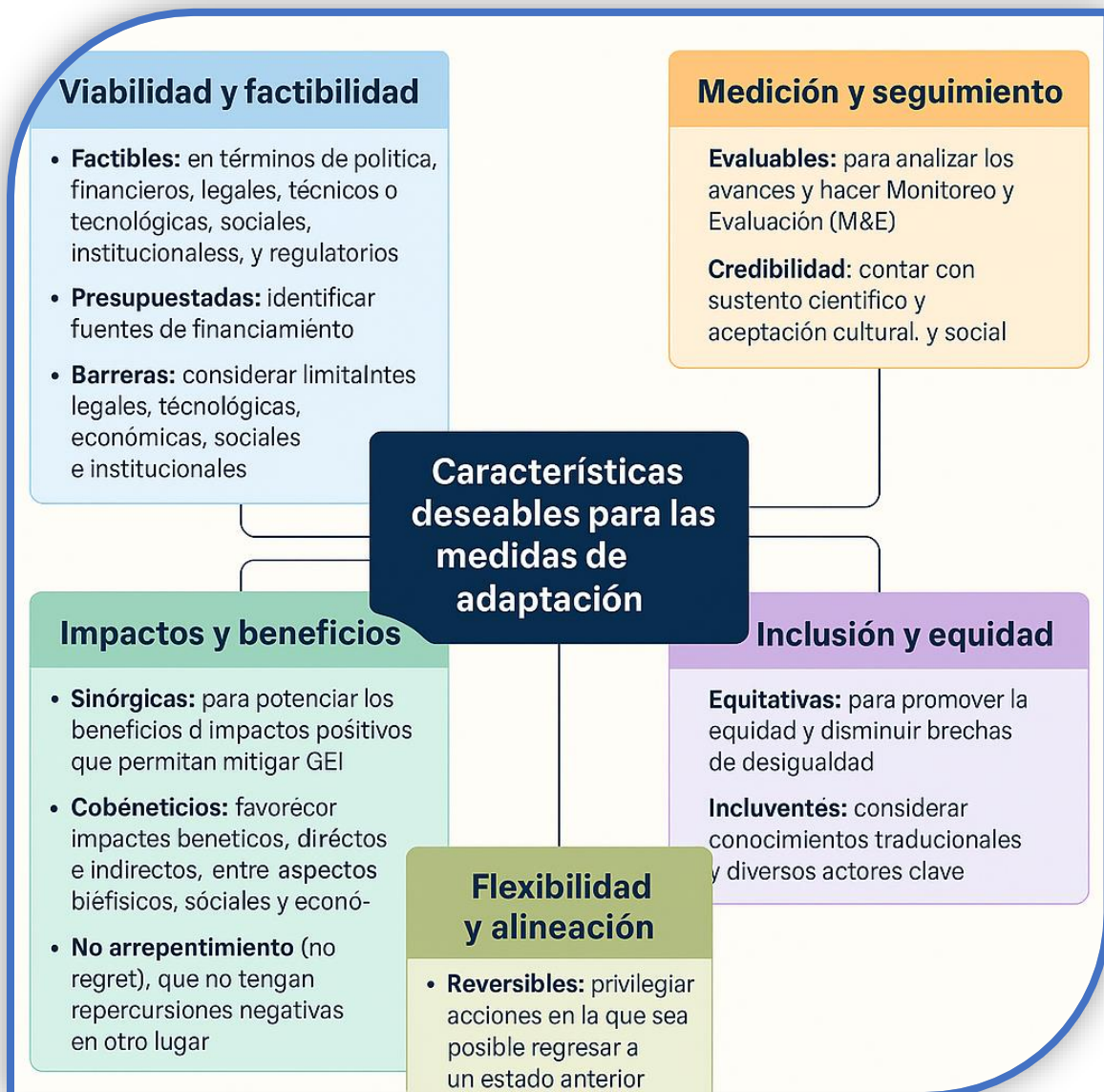
deben de considerar una serie de características deseables para su aplicación las cuales se describen en la figura 6.

Al igual que ocurre con las características deseables de las medidas de adaptación, y siguiendo lo señalado por el INECC (2020), resulta necesario establecer categorías basadas en sus similitudes o elementos en común. Esto permite organizar y presentar las distintas opciones disponibles, precisar conceptos, facilitar su comprensión y reporte, así como fortalecer la toma de decisiones. De esta manera, es posible orientar la atención hacia las necesidades de adaptación previamente identificadas, conformando así una tipología de medidas de adaptación aplicables tanto al cambio climático (CC) como a la vulnerabilidad climática (VC).

En la figura (7), se presentan 11 categorías de medidas de adaptación que ofrecen un panorama general de su composición. Dichas categorías no son definitivas, sino que pueden perfeccionarse, modificarse o ajustarse de acuerdo con las necesidades de los distintos usuarios y al contexto en el que se apliquen.

Figura 6.

Características deseables



Fuente: elaboración propia con base en INECC (2018).

Figura 7.

Tipología de medidas de adaptación



Fuente: elaboración propia con base en INECC (2020).

Por otro lado, de acuerdo con el INECC (2018), las medidas de adaptación constituyen acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad, ya sea disminuyendo su sensibilidad o fortaleciendo su capacidad adaptativa. Para su diseño, es fundamental tomar en cuenta los enfoques de:

- Adaptación basada en Ecosistemas (AbE): uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia para ayudar a las poblaciones humanas a adaptarse a los efectos negativos del cambio climático.
- Adaptación basada en Comunidades (AbC): fortalecer la capacidad de las comunidades locales, integrando tanto el conocimiento comunitario y tradicional como el uso de estrategias innovadoras. y
- Reducción del Riesgo de Desastres (RRD): Pretende reducir los riesgos derivados de fenómenos emergentes asociados al tiempo y al clima.

Estos enfoques, que han sido promovidos a nivel internacional desde hace varios años y aplicados en el país, no son excluyentes, sino que con frecuencia se complementan entre sí, los cuales pueden ser tomados en cuenta para el CC, pero también para la VC.

La revisión de los SSE pone de manifiesto que las interacciones de las dimensiones sociales, ecológicas y de gobernanza demandan herramientas analíticas capaces ante la complejidad de la misma. Esta idea ha permitido construir un marco interpretativo que permite comprender dinámicas, vulnerabilidades y capacidades adaptativas vinculadas asociadas a la relación sociedad-naturaleza, donde las percepciones socio ecológicas se tornan fundamentales en la interpretación de esta relación en el ámbito de los contextos locales.

Cabe señalar que los enfoques teóricos que se emplearon en esta investigación, siguen teniendo vigencia y se mantienen como útiles para el análisis de las problemáticas ambientales; no obstante, necesitan ser fortalecidos mediante una actualización conceptual y metodológica que dé cuenta con claridad de las

dimensiones sociales, políticas, económicas y culturales del presente. Estos enfoques teóricos no deberían ser sustituidos; sino evolucionar en enfoques críticos, transversales y transformativos que den cuenta de la complejidad, la urgencia y la profundidad de los actuales desafíos ambientales.

En el siguiente apartado se establece la metodología con la cual se trabajó en esta investigación, se pretende de pauta para identificar la percepción local y con ello el valor que la sociedad le da al medio ambiente en Tenancingo.

4. Metodología

El presente trabajo se divide en dos etapas fundamentales, las cuales son la investigación documental y la de campo, permitiendo alcanzar los objetivos planteados.

Referente a la etapa de investigación documental se llevó a cabo la búsqueda, identificación, acopio y análisis de información de aportes de autores como Holling (1978), Berkes y Folke (2000), Rincón *et al.* (2014), Janssen y Ostrom (2006), Salas *et al.* (2011), Fonseca (2019) Aguilar *et al.* (2017), Quiroz (2013), González *et al.* (2021), Reyes *et al.* (2018), Ávila (2015), así como en Salazar *et al.* (2016), contenida en diversas fuentes como lo son artículos científicos, libros, revistas especializadas, así como también en bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tales como el censo de población y vivienda (2020), el plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 (PDM Tenancingo, Edo. Méx., 2022–2024) y fuentes electrónicas como del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los cuales sirven para dar un sustento teórico- conceptual y ser la base de la investigación.

Respecto a la etapa de investigación de campo se llevó a cabo mediante el diseño, prueba y aplicación de diversos instrumentos de investigación de campo, como el guion de entrevista y cuestionarios dirigidos a la población local. La

investigación de campo se realizó durante los meses de octubre a diciembre de 2024, así como marzo – abril de 2025.

A continuación, se describe cada fase que conforma la metodología de la investigación:

Fase 1. Configuración del SSE de Tenancingo.

Se determinaron los procesos fundamentales de la sociedad que promueven las actividades que tienen un impacto directo e indirecto sobre el ambiente. Tales como las características del sistema ecológico (ubicación geográfica, topografía, clima, hidrología, geología, edafología, flora, fauna y áreas naturales protegidas) y las características del sistema social (dinámica político-institucional, dinámica demográfica, dinámica de urbanización y ocupación del territorio, dinámica social y dinámica económica), del municipio de Tenancingo, con el objetivo de conocer el área con la cual se trabajó en esta investigación.

Fase 2. Interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática.

Se determinaron las condiciones en las cuales se encuentra el SSE del municipio, considerando educación, salud, pobreza, sectores productivos, aire, agua, suelo, biodiversidad y su vulnerabilidad ante la variabilidad climática. Para esta etapa se diseñó y aplicó una Matriz de interacción de impacto ambiental del sistema socio ecológico de Tenancingo, la cual fue llenada a partir del primer acercamiento de visitas a campo en el municipio (Ver figura 8).

Figura 8.

Matriz de interacción del sistema socio ecológico de Tenancingo.

Sistema social Sistema ecológico		Educación			Salud			Pobreza			Sectores productivos						TOTAL
		Rezago educativo	Analfabetismo	Abandono escolar	Población no afiliada	Falta de instalaciones	Colapso del sector salud	Falta de servicios básicos	Falta de vivienda digna	Población en pobreza extrema y moderada	Destrucción de siembras	Pérdida de ganado	Conflictos por agua de riego	Precio de materia prima	Abastecimiento de agua potable	Afectaciones por inundaciones	
Aire	Incendios forestales																
	Emisiones de GEI																
Agua	Consumo excesivo																
	Contaminación																
	Residuos sólidos sobre el río																
	Uso y aprovechamiento irregular																
Suelo	Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos																
	Cambio de uso de suelo																
	Residuos solidos																
Biodiversidad	Deforestación																
	Pérdida de hábitat																
	Plagas																
TOTAL																	

Fuente: elaboración propia con base en Pérez *et al.* (2009)

Para el llenado de la matriz de impacto ambiental, es necesario la asignación de calificaciones numéricas a través de ponderaciones (tablas 4 y 5), para ello se retoman aportaciones de Gutiérrez (2013) con la finalidad de establecer valores cuantitativos y cualitativos a través de un análisis de sensibilidad, basado en recorridos en campo, entrevistas y cuestionarios para los actores clave.

En la siguiente tabla (4) se establecen los valores cuantitativos y cualitativos necesarios para el llenado de la matriz.

Tabla 4.

Evaluación de la interacción del sistema socio ecológico en Tenancingo

Valor cuantitativo	Valor cualitativo
0	Nulo
1	Bajo
2	Medio
3	Alto

Fuente: elaboración propia con base en Gutiérrez (2013).

Los resultados se obtendrán a través del valor para cada problemática; para el caso de los componentes del sistema social, la sumatoria de los valores de la parte superior izquierda (flecha vertical amarilla) y de los componentes del sistema ecológico, la sumatoria de los valores de la parte inferior derecha (flecha horizontal verde).

Con base en los resultados de la sumatoria de las interacciones de cada uno de los componentes del SSE y de acuerdo con la tabla 5, se asignará un valor cualitativo de nulo hasta alto con lo cual se establecerán las interacciones de mayor y menor importancia del sistema social al ecológico y viceversa.

Tabla 5.

Relevancia de las interacciones del sistema socio ecológico en Tenancingo

Valor cuantitativo	Valor cualitativo
0-10	Nulo
11-20	Bajo
21-30	Medio
31-40	Alto

Fuente: elaboración propia con base en Gutiérrez (2013).

Fase 3. Marco político-institucional frente al cambio climático y a la variabilidad climática.

Se identificaron diversos instrumentos jurídicos y de planeación que pretenden evitar impactos ambientales negativos, corrigen el daño causado al medio ambiente, y promueven la conservación de los recursos naturales mejorando

la calidad de vida de la población. Tales como acuerdos internacionales, políticas, leyes, reglamentos, normas, instrumentos e instituciones en los tres ámbitos de gobierno de México, con la finalidad de minimizar, adaptar o erradicar los efectos producidos por el cambio climático y la variabilidad climática.

Fase 4. Percepciones socio ecológicas frente a la variabilidad climática en Tenancingo.

A partir de la aplicación de instrumentos de investigación como entrevistas y cuestionarios, se obtuvo la opinión de sectores claves del municipio, tales como de funcionarios públicos, de instituciones académicas, de organizaciones sociales y de la población local de Tenancingo. La información obtenida se evaluó y analizó para tener una mayor comprensión de la importancia de sector en temas vinculados con el cambio climático y la variabilidad climática.

Para la realización de la fase, inicialmente se identificaron informantes clave del municipio, considerando funcionarios públicos de la Dirección de Ecología, de la Dirección del organismo público descentralizado para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (OPDAPAS), así como al sexto regidor que tiene a su cargo el área de Ecología, todos ellos de la administración 2022-2024 del H. Ayuntamiento de Tenancingo, de igual manera a docentes-investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México, pertenecientes al Centro universitario Tenancingo en el área de Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (PCARN), así como del Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable (CEDeS), en el Doctorado en Sustentabilidad para el Desarrollo vinculados con proyectos de cambio climático y a integrantes de asociaciones civiles en materia ambiental que radican en el municipio de Tenancingo.

Para ello, se diseñó y aplicó un guion de entrevista dirigido a estos actores, con la finalidad de conocer la perspectiva de informantes clave respecto al cambio climático, la variabilidad climática y del marco político-institucional vigente en el

Estado, indicando medidas de adaptación en materia relacionada a los temas antes mencionados (Véase anexo 10.1).

La determinación de la muestra está fundada en técnicas de muestreo no probabilístico de tipo intencional, debido a que la población es muy variable y por consiguiente la muestra es pequeña, además de poder seleccionar a aquellos que más convengan para llevar a cabo la investigación (Otzen y Manterola, 2017).

Por otro lado, para conocer la percepción de la población de Tenancingo, respecto al cambio climático y a la variabilidad climática, se diseñó y aplicó un cuestionario que tuvo por objetivo conocer que saben referente a los temas ambientales y a las percepciones sobre el cambio climático y la variabilidad climática, indicando medidas para la adaptación de los mismos (Véase anexo 10.1).

Para la aplicación del cuestionario a la población del municipio de Tenancingo fue necesario determinar la muestra a la que se enfocó dicho instrumento de investigación de campo, tomando como base, el número de población mayor a 18 años registrado por el Censo de población y vivienda de INEGI (2020), con un total de 68,987 habitantes, aplicando la siguiente formula de muestra probabilística finita:

En donde:

n= muestra

N= población total (68,987)

z = nivel de confianza (1.96*)

p = probabilidad de éxito (0.9*)

q = probabilidad de fracaso (0.1*)

e = margen de error (0.05*)

* valores asignados por la formula

$$n = \frac{\frac{(z)^2 \quad (p)}{e^2 (N-1) +(z)^2}}{\frac{(1.96)^2 \quad (0.9) \quad (0.1)}{0.05^2 \quad (68,987-1) \quad +(1.96)^2}}$$

$$n = \frac{(3.8416) \quad (0.09)}{0.0025 \quad (68986) \quad +(3.8416)}$$

$$n = 138.0229074646$$

$$n = 138 \text{ cuestionarios}$$

$$\frac{23851.8}{172.810744}$$

Como resultado de la formula se obtuvo que para Tenancingo la muestra representativa es de 138 cuestionarios que se aplicaron a la población municipal, estableciendo como criterios de selección el ser originarios del municipio (no importando la localidad) y mayores de 18 años.

Fase 5. Medidas de adaptación a la variabilidad climática en Tenancingo.

Para el desarrollo de estas medidas, que constituyen acciones específicas y concretas con beneficios locales y efectos a corto plazo, se consideraron los resultados obtenidos en las fases anteriores, a partir de la configuración del SSE de Tenancingo, las interacciones del SSE ante la variabilidad climática, así como de los alcances del marco político institucional frente al cambio climático y la variabilidad climática.

Además, se recuperaron las aportaciones de funcionarios públicos, docentes-investigadores, organizaciones sociales y de la población local del municipio de Tenancingo respecto al cambio climático y la variabilidad climática, su mitigación y adaptación.

Asimismo, las medidas de adaptación se sustentan en la tipología establecida por el INEEC (2020) y en las características consideradas idóneas para su implementación en distintos contextos, conforme a lo señalado por el INECC (2018) (ver figuras 6 y 7), considerando: Adaptación basada en Ecosistemas (AbE); Adaptación basada en Comunidades (AbC): y Reducción del Riesgo de Desastres (RRD):

Estas medidas presentan un horizonte de temporalidad, de corto, mediano y largo plazo, donde de acuerdo con lo establecido por Goklany (2005), dichas medidas deben de ser implementadas de forma gradual:

- De corto plazo (1- 5 años): con acciones inmediatas de fácil ejecución, dirigidas a disminuir la vulnerabilidad actual ante amenazas climáticas, generalmente, requieren de pocos recursos y bajo presupuesto.

- De mediano plazo (5-15 años): se requieren implementar acciones planificadas y coordinación e inversión entre instituciones y gobierno, con el objetivo de aumentar la capacidad adaptativa del sistema socio ecológico.
- De largo plazo (de 15 años en adelante): se necesitan acciones con cambio profundos en la sociedad y en los ecosistemas para la creación de nuevas políticas.

Respecto a la operacionalización de variables se puede visualizar en la siguiente tabla (6).

Tabla 6.

Operacionalización de variables

Objetivo general:			
Analizar el sistema socio ecológico de Tenancingo, Estado de México, frente a la variabilidad climática para el periodo 2023-2025, considerando sus interacciones, el marco político institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación.			
Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Interpretar diversas perspectivas teóricas, conceptuales y metodológicas de los sistemas socio ecológicos, cambio climático, variabilidad climática y percepción social, para sustentar el desarrollo de la investigación y delinear un marco para el análisis de los sistemas socio ecológicos frente a la variabilidad climática.	Investigación documental	• Sistemas socio ecológicos (SSE). • Percepciones socio ecológicas. • Cambio climático (CC). • Variabilidad climática (VC). • Eventos climáticos extremos.	• Sistemas socio ecológicos, tipos y marcos para su análisis • Percepción social • Percepción ecológica • Percepciones socio ecológicas • Relevancia al cambio climático • Abordaje sobre variabilidad climática • Diferenciación temporal y espacial • Eventos climáticos extremos • Crisis climática • Vulnerabilidad • Mitigación y adaptación

Tabla 6.

Operacionalización de variables

Objetivo general:			
Analizar el sistema socio ecológico de Tenancingo, Estado de México, frente a la variabilidad climática para el periodo 2023-2025, considerando sus interacciones, el marco político institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación.			
Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Determinar el sistema socio ecológico del municipio de Tenancingo, mediante las características biofísicas y socioeconómicas, con la finalidad de identificar sus condiciones actuales.	Configuración del SSE de Tenancingo	• Características del sistema ecológico. • Características del sistema social.	• Ubicación municipal • Tipos de clima • Hidrología local • Geología y edafología municipal • Uso de suelo • Áreas naturales protegidas • Dinámica político-institucional • Tenencia de la tierra • Dinámica demográfica • Urbanización y ocupación del territorio • Condiciones socio economicas
Analizar las interacciones del sistema socio ecológico de Tenancingo, respecto a la variabilidad climática.	Interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática	• Vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática. • Recursos hídricos y vulnerabilidad climática: disponibilidad, aprovechamiento y contaminación. • Efectos de la variabilidad climática en las características del suelo. • Variabilidad climática y perturbación a la diversidad biológica. • Desafíos del sector educativo ante la variabilidad climática. • Repercusiones de la variabilidad climática en el sector salud. • Vínculo entre pobreza y variabilidad climática. • Impactos de la variabilidad climática en los sectores productivos. • Análisis del SSE en Tenancingo ante la variabilidad climática.	• Variaciones de temperatura • Variación de precipitación • Diferenciación territorial de impactos • Sequías, lluvias intensas, inundaciones • Frecuencia de eventos • Recursos y sectores afectados • Grado de afectación ecológica y social • Respuestas actuales del SSE • Interacciones de lo ecológico a lo social • Interacciones de lo social a lo ecologico

Tabla 6.

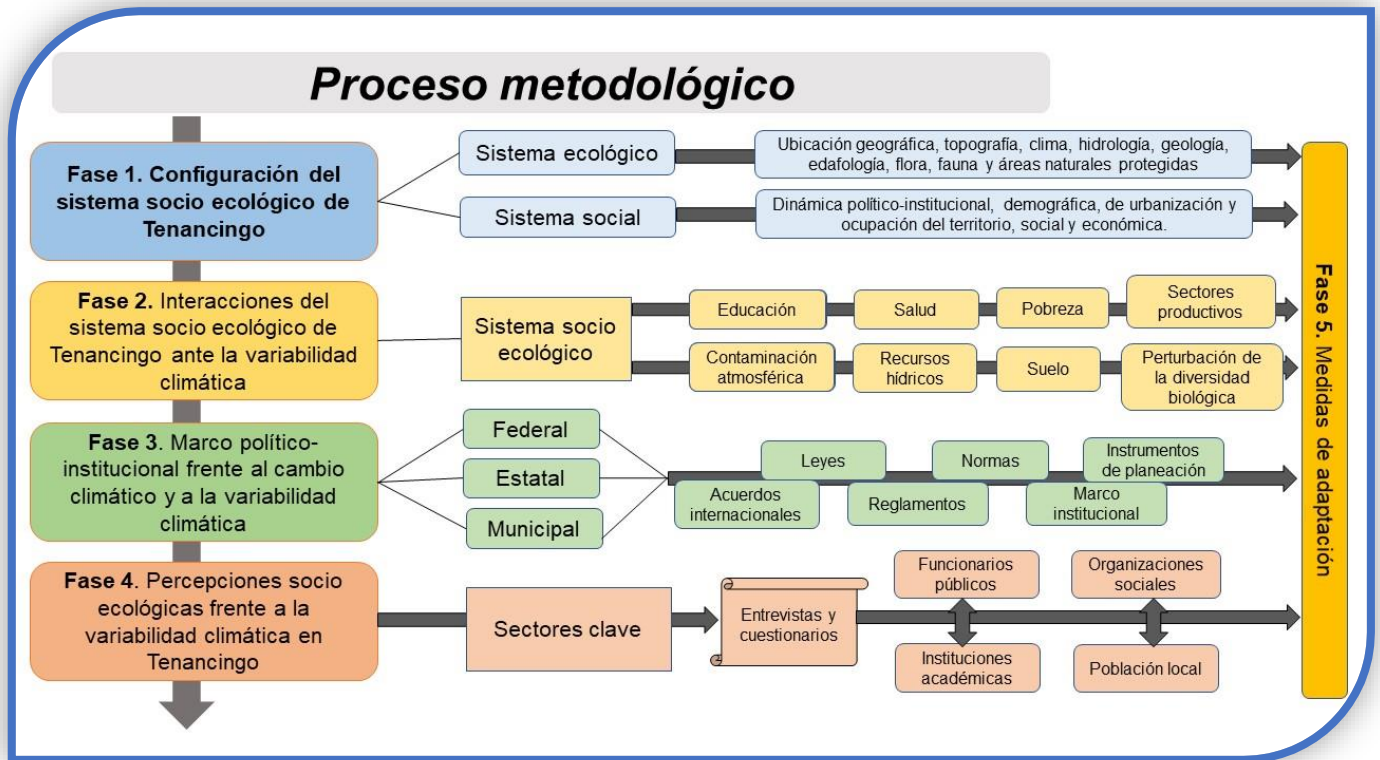
Operacionalización de variables

Objetivo general:			
Analizar el sistema socio ecológico de Tenancingo, Estado de México, frente a la variabilidad climática para el periodo 2023-2025, considerando sus interacciones, el marco político institucional y las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales, con la finalidad de formular medidas de adaptación.			
Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Relacionar el marco político-institucional en materia de cambio climático y variabilidad climática, reconociendo sus alcances de la adaptación ante los efectos causados por el cambio climático.	Marco político-institucional frente al cambio climático y a la variabilidad climática	• Acuerdos internacionales con participación de México frente a los efectos del cambio climático. • Políticas e instrumentos en el ámbito federal. • Políticas e instrumentos en el ámbito estatal. • Políticas e instrumentos en el ámbito municipal. • Alcances del marco político institucional frente al cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo.	• Acuerdos internacionales. • Leyes Federales • Leyes Estatales • Disposiciones jurídicas municipales • Reglamentos • Normas • Marco Institucional • Instrumentos de planeación • Proyectos y acciones locales • Coordinación interinstitucional • Nivel de aplicación en Tenancingo • Vacíos normativos en VC
Analizar las percepciones socio ecológicas de distintos actores sociales frente a la variabilidad climática, con la finalidad de estimar la relevancia, efectos y soluciones a las problemáticas ambientales actuales.	Percepciones socio ecológicas frente a la variabilidad climática en Tenancingo	• Funcionarios públicos. • Instituciones académicas. • Organizaciones sociales. • Población local. • Análisis de las percepciones socio ecológicas de los actores sociales frente al CC y VC.	• Conocimiento sobre el CC y la VC. • Experiencias afectaciones • Problemáticas prioritarias • Importancia del medio ambiente • Disposición a la adaptación • Análisis de las percepciones socio ecológicas de los actores sociales
Formular medidas de adaptación de la variabilidad climática para el municipio de Tenancingo, basadas en la configuración e interacciones del SSE, los alcances del marco político-institucional y la percepción socio ecológica de los actores sociales.	Medidas de adaptación a la variabilidad climática en Tenancingo	• Medidas de adaptación del sistema ecológico. • Medidas de adaptación del sistema social.	• Conservación y restauración de ecosistemas. • Participación comunitaria. • Educación ambiental. • Reducción y prevención de la vulnerabilidad. • Integración de actores. • Viabilidad de las medidas

Fuente: elaboración propia (2025)

En la siguiente figura (9) se muestra el proceso metodológico que se realizó en la investigación.

Figura 9.



Fuente: elaboración propia (2024)

5. Resultados

5.1. Configuración del sistema socio ecológico de Tenancingo

En este apartado se describen las características del SSE de Tenancingo, considerando las condiciones del sistema ecológico del municipio, como ubicación, topografía, clima, hidrología, geología, edafología, flora, fauna y sus áreas naturales protegidas. De igual manera se presentan aspectos del sistema social como su dinámica político-institucional, dinámica demográfica, dinámica de urbanización y ocupación del territorio y dinámica social, con la finalidad de conocer el entorno ecológicos y social del municipio de Tenancingo.

5.1.1. Características del sistema ecológico

En la siguiente sección se lleva a cabo la descripción de cada uno de los aspectos que conforman la parte ambiental del sistema ecológico del municipio de Tenancingo, de igual manera la ilustración por medio de mapas para la ubicación, los tipos de clima, su hidrología, tipos de rocas y suelos, la flora y fauna, así como de las áreas naturales protegidas existentes en el municipio.

5.1.1.1. Ubicación

El municipio de Tenancingo se ubica en las coordenadas que oscilan entre los 18°49' 07.70" y los 19°02' 28.37" latitud, con respecto a la longitud se encuentra entre los 99° 38' 35.79" y los 99°29' 26.99", cuenta con una extensión territorial de 164.27 Km² lo que representa el 0.73% de la superficie del estado; colindando al norte con los municipios de Tenango del Valle y Joquicingo, al sur con Malinalco y Zumpahuacán, al este con Ocuilan y Malinalco y al oeste con el municipio de Villa Guerrero (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024). (Ver figura 10).

Tiene una altitud promedio de 2,030 msnm. Cuenta con 9 principales elevaciones Tres Marías, Santa Cruz, La Malinche, Peña Colorada, La Víbora, Los

Tabla 7.

Climas de Tenancingo.

Tipo de clima		Características en el municipio
Templado fresco	subhúmedo	Presenta una temperatura media anual de entre 12° C a 18°C, predominando aproximadamente en el 83% del territorio municipal.
Templado subhúmedo	Semicálido	Presenta una temperatura media anual de 18°C, predominando aproximadamente en un 3.45% del territorio municipal, en los límites con el municipio de Villa Guerrero.
Tropical subhúmedo	Semicálido	Presenta una temperatura media anual de 18°C a 22°C, predominando aproximadamente en un 12.63% del territorio municipal, en los límites con el municipio de Malinalco.
Tropical subhúmedo	Cálido	Presenta una temperatura media anual de 22°C, predominando tan solo en el 0.92%, siendo el clima con menor presencia, ubicado en una mínima parte del poblado de San José Chalmita, en límites con los municipios de Malinalco y Zumpahuacán.

Fuente: elaboración propia con base en (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Respecto a la temperatura y precipitación del año 2024 y de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (2025), en el municipio de Tenancingo, los meses en los que se presentaron una mayor temperatura promedio fueron abril con 29.7°C y mayo con 30.9°C, en cambio noviembre (8.2°C) y diciembre (8.3°C) fueron los meses con las temperaturas promedio más bajas.

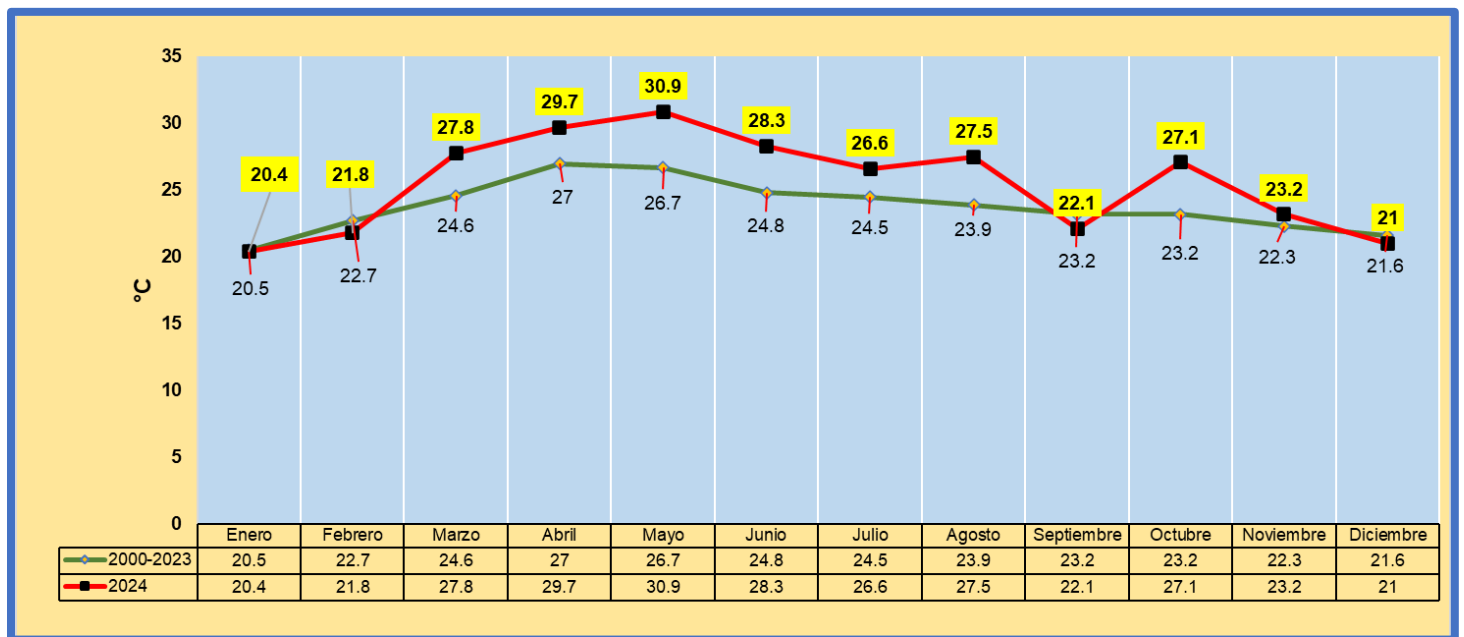
Para el caso de las precipitaciones, en 2024 se presentó una acumulación de 1230 milímetros de lluvia, siendo agosto y septiembre (284 y 270 milímetros) respectivamente los meses de mayor acumulación de precipitación en el municipio, caso opuesto los meses de enero, marzo, abril y mayo presentaron nula precipitación; dando pauta a problemas de sociales y ambientales en el municipio.

En las siguientes figuras, se observan y comparan datos históricos de la temperatura y precipitación de Tenancingo del año 2000 al 2024. En la figura 11, se hace la comparación del promedio de temperatura máxima mensual 2000-2023 y 2024 donde se observa el aumento significativo de temperatura que se registró en el año 2024 en comparación con el promedio de años anteriores.

En cambio, en la figura 12 se compara el promedio de precipitación máxima mensual 2000-2023 y 2024, teniendo como dato de relevancia la disminución de la precipitación en el año 2024 (enero, marzo, abril y mayo) en comparación con el promedio de años anteriores.

Figura 11.

Temperatura máxima promedio mensual 2000-2023 y 2024.



Fuente: elaboración propia con base Servicio Meteorológico Nacional (2025).

Figura 12.

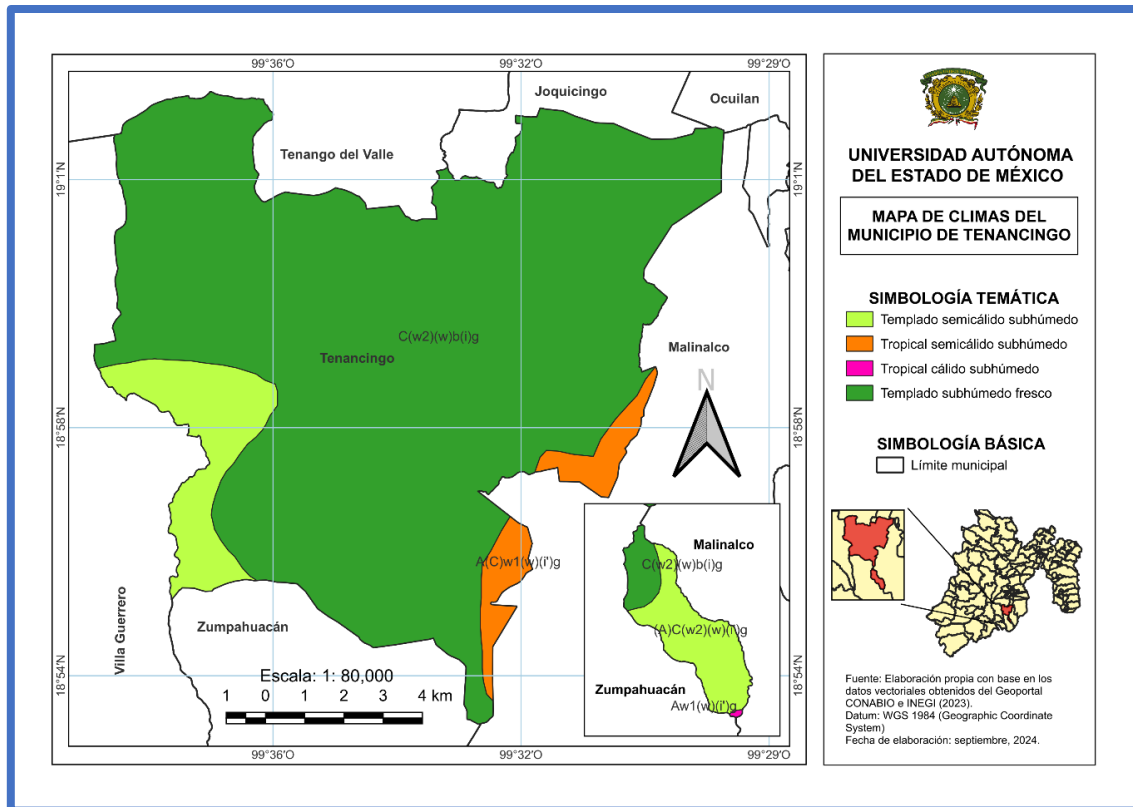
Precipitación máxima promedio mensual 2000-2023 y 2024.



Fuente: elaboración propia con base Servicio Meteorológico Nacional (2025).

Figura 13.

Climas de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.1.1.3. Hidrología

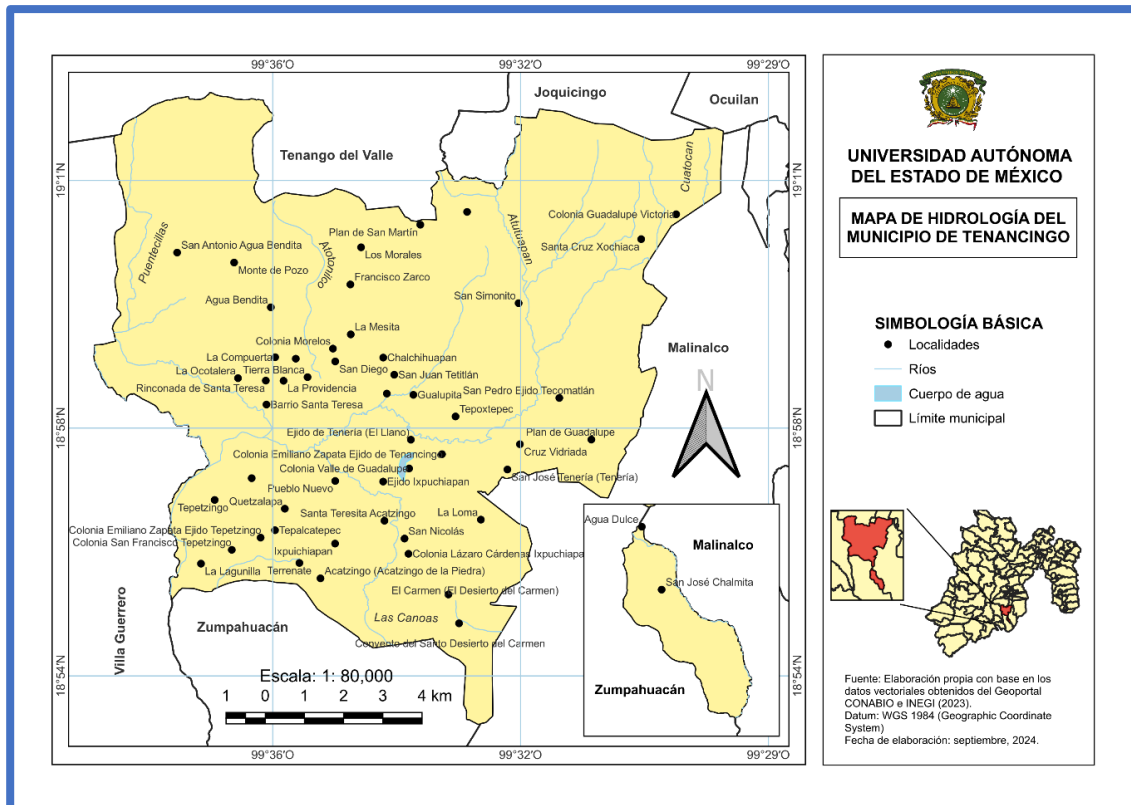
El municipio de Tenancingo pertenece a la Región Hidrológica “Balsas” (RH18), a la cuenca río Grande de Amacuzac y a las subcuencas río Alto Amacuzac (89.3% del territorio municipal) y río Coatlán (10.7% del territorio municipal), de igual manera sobre el acuífero con clave 1,504 denominado Tenancingo (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

El principal y más importante afluente del municipio tiene por nombre Tenancingo o Grande, el cual nace en el poblado de San Pedro Zictepec del municipio de Tenango del Valle, a pesar de contar con tal importancia también es uno de los más contaminados, esto se debe a que sobre él se descargan las aguas negras provenientes de la red de drenaje de la población por los que atraviesa el río,

también se tienen identificados 21 arroyos y 33 manantiales, los cuales sirven para abastecer el consumo humano (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024). (ver figura 14).

Figura 14.

Hidrología de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.1.1.4. Geología

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), la litología del municipio se encuentra constituida principalmente por rocas ígneas sedimentarias y metamórficas, las cuales datan desde el Triásico hasta el Cuaternario, siendo las ígneas extrusivas las que se encuentran en una mayor extensión; el municipio se ve conforma de la siguiente forma tal y como se muestra en la siguiente tabla (8) y figura 15:

Tabla 8.

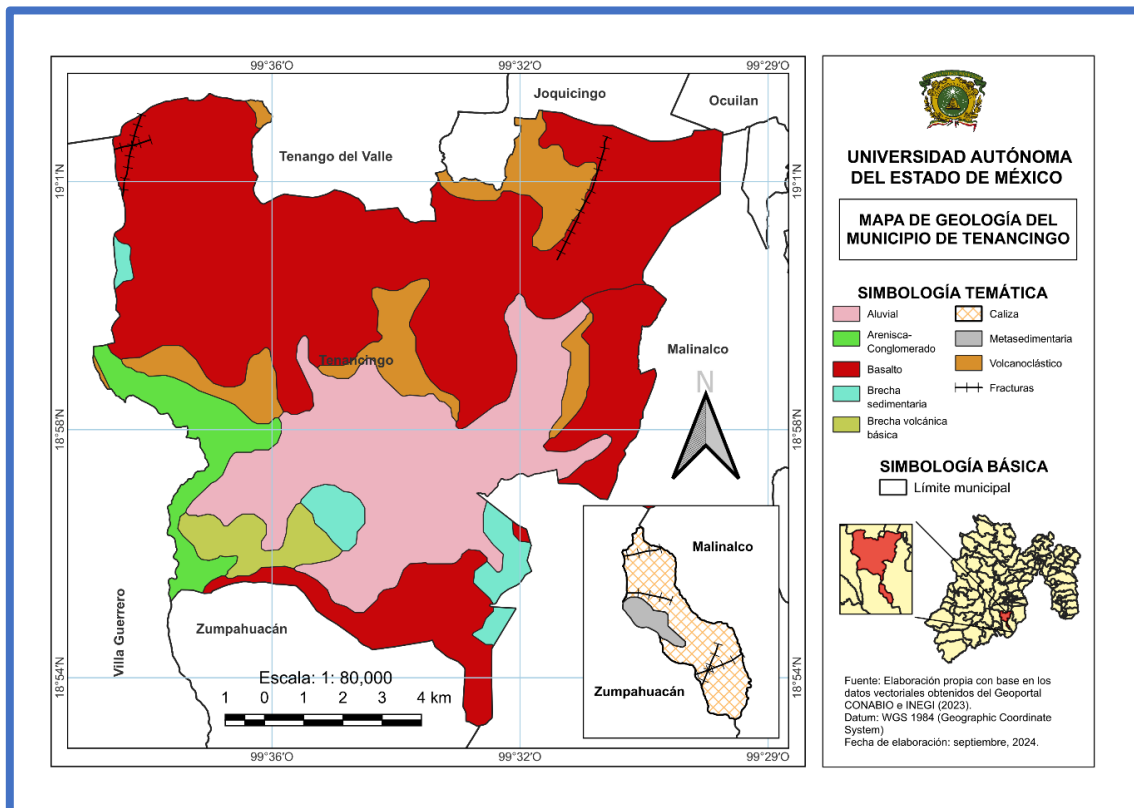
Geología de Tenancingo.

Tipo de roca	Composición	% del municipio
Ígnea extrusiva	Basalto	51.79
	Volcanoclástico	7.06
	Brecha volcánica básica	2.64
	Andesita	0.03
Sedimentario	Caliza	6.69
	Aluvial	17.75
	Arenisca-conglomerado	3.17
	Brecha sedimentaria	3.01
Metamórfica	Metasedimentaria	1.02

Fuente: elaboración propia con base en (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Figura 15.

Geología de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.1.1.5. Edafología

El municipio de Tenancingo presenta los siguientes tipos de suelos: Andosol, Cambisol, Feozem, Leptosol y Vertisol, los cuales se describen en la siguiente tabla (9) y se pueden observar en la figura (16).

Tabla 9.

Edafología de Tenancingo.

Tipo de suelo	Descripción	Usos y consideraciones	Ubicación en el municipio
Andosol	Son suelos derivados de cenizas volcánicas, con alto contenido en fósforo, muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua, tiene una capa superficial oscura o negra, rica en materia orgánica, pero muy ácida y pobre en nutrientes, soporta la cubierta forestal.	- No son aptos para el desarrollo agrícola por su dificultad para labrar. - No son aptos para el desarrollo urbano por ser suelos colapsables.	Se ubica en más de la mitad del territorio municipal.
Cambisol	Son considerados suelos jóvenes, los cuales están poco desarrollados, de color rojizo o pardo oscuro. Presenta una alta capacidad en retención de nutrientes y vegetación variada. Se caracterizan por no presentar diferencias significativas entre la roca y el suelo además de ser suelos moderadamente susceptibles a la erosión.	- Son aptos para pastos naturales, inducidos o cultivados y la siembra de grano. - Son aptos para uso urbano siempre y cuando se analice la topografía del terreno.	Se ubica al norte, noroeste y noreste de la cabecera municipal y alrededores de las comunidades de Rinconada de Santa Teresa y Rinconada de Atotonilco.
Leptosol	Son suelos muy superficiales, con poco espesor (con menos de 10 centímetros de profundidad) que se forma sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente.	- Son condicionados por la presencia abundante de agua lo cual tienen a la erosión. - En el uso urbano se encuentra sujeto a la pendiente y el tipo de roca	Se ubica al oeste de la cabecera municipal a lo largo del río Tenancingo hacia el sur.

Tabla 9.

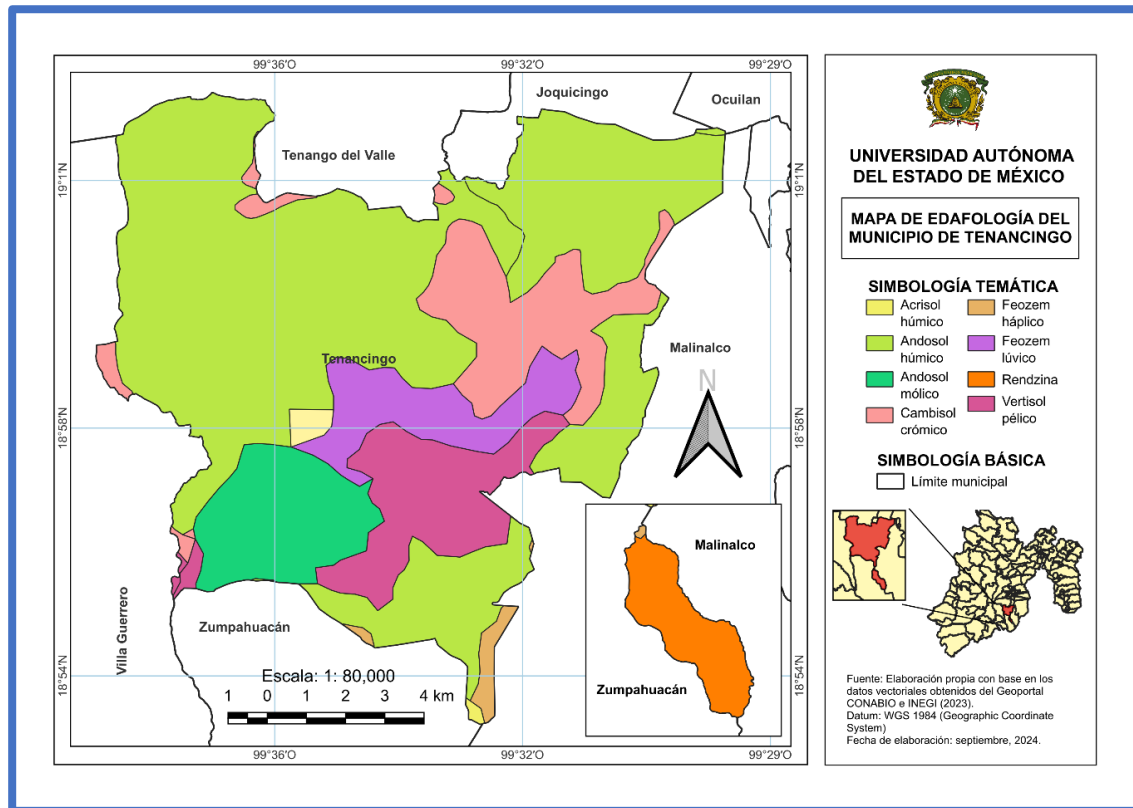
Edafología de Tenancingo.

Tipo de suelo	Descripción	Usos y consideraciones	Ubicación en el municipio
		influyendo en el costo de la infraestructura	
Feozem	Son suelos de capa superficial oscura, suave y rica en nutrientes y materia orgánica. Se desarrolla en terrenos planos, pero también en montañosos y la erosión depende del terreno donde se encuentre.	- Son utilizados con éxito en el desarrollo de actividades agrícolas de temporal y de riego cuando son profundos; cuando son en laderas o pendientes son aceptables en actividades pecuarias. - Para uso urbano son aptos en zonas planas, en zona de pendientes son susceptibles a erosión hídrica y eólica propiciando derrumbes o deslaves.	Se localizan al este de la cabecera municipal, principalmente en las localidades del Salitre, San Diego y Atotonilco.
Vertisol	Es un suelo muy arcilloso que presenta grietas anchas y profundas en época de sequía y con la humedad se vuelve pegajoso, es de color negro o gris oscuro y casi siempre muy fértil, son ligeramente salinos y con frecuencia presentan problemas de inundación debido a que su drenaje interno es lento.	Considerados aptos para el desarrollo agrícola por su fertilidad y alto contenido de arcilla. No se consideran aptos para uso urbano debido al alto costo a consecuencia de su textura (dependiendo de la humedad se expanden o se comprimen), repercutiendo en su estabilidad.	Ubicados al sureste de la cabecera municipal principalmente en las localidades s de la Ciénega, San Isidro, San José Tenería, Cruz Vidriada y San Nicolas.

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Figura 16.

Edafología de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.1.1.6. Uso de suelo y vegetación

Dentro del municipio el uso de suelo (ver figura 17) más representativo corresponde a la agricultura el cual abarca el 51.95% del territorio (de riego 28.36% y de temporal 23.49%), le sigue la cobertura vegetal con el 36.31% de territorio comprendiendo bosques, selva baja caducifolia, vegetación arbustiva y arbolea; respecto a pastizales inducidos abarca el 5.83% del territorio, por su parte la zona urbana corresponde al 5.81% del territorio y el 0.10% restantes hace referencia a los cuerpos de agua del municipio.

Referente al sector agrícola es de destacar a la floricultura (a través de establecimientos de invernaderos) siendo esta una de las principales actividades

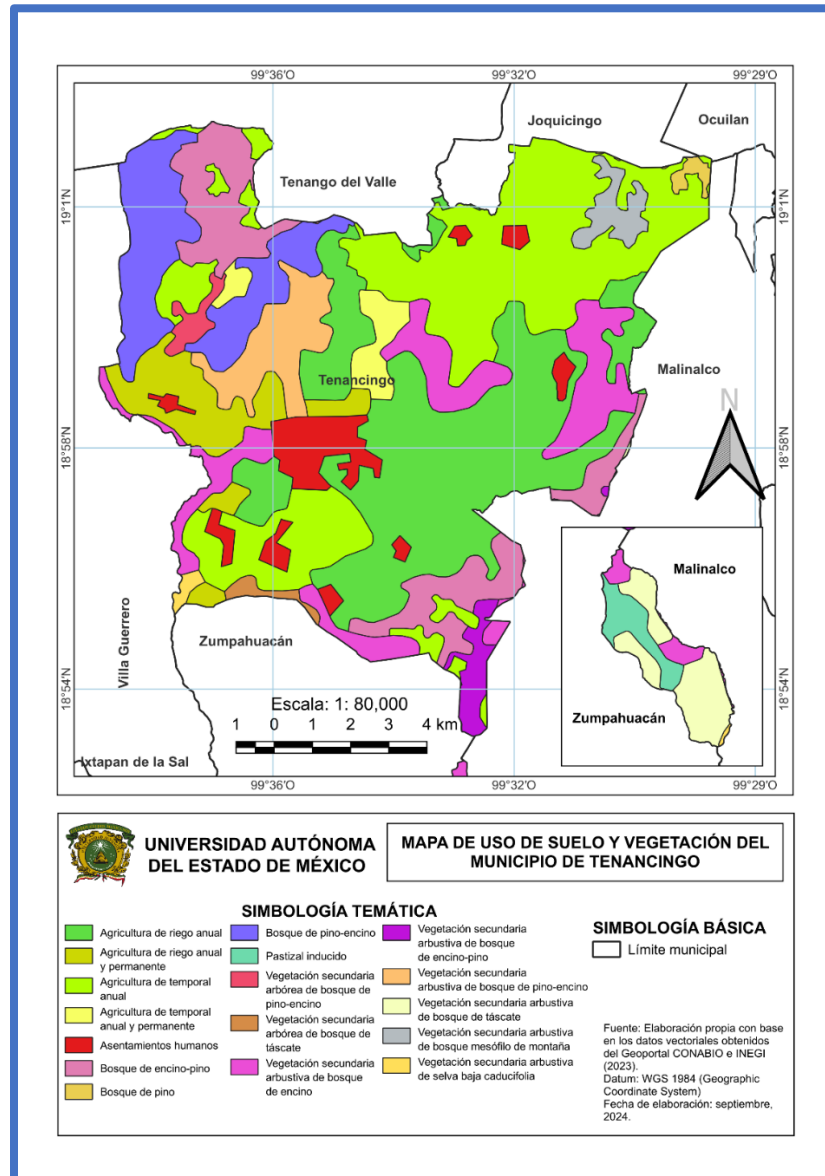
económicas del municipio. La agricultura de riego predomina en la zona sureste y noreste del municipio, mientras que la de temporal en la parte noreste. Respecto a las zonas urbanas se localizan principalmente en el norte y centro del municipio y el área de pastizales inducidos se localizan al sur (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

El municipio presenta una amplia cobertura natural como lo son los bosques mesófilos de montaña, en los cuales se pueden observar especies como pino y encino, de igual manera el bosque templado representado por coníferas como pino y táscate, encinos, pino-encino o encino-pino y de selva baja caducifolia y matorrales xerófilo, los cuales están representados por especies inermes y subinermes es decir sin espinas y con espinas (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Respecto a la fauna del municipio, se encuentran y observan especies como ardillas, armadillos, conejos, tejones, tlacuaches. Aves como lechuzas, zopilotes, garzas, gaviotas, gavilanes, diversidad de pájaros como los gorriones, tórtolas, jilgueros y carpinteros. En cuestión de reptiles se encuentran lagartijas y diversidad de serpientes tanto de agua como de cascabel (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Figura 17.

Uso de suelo y vegetación de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

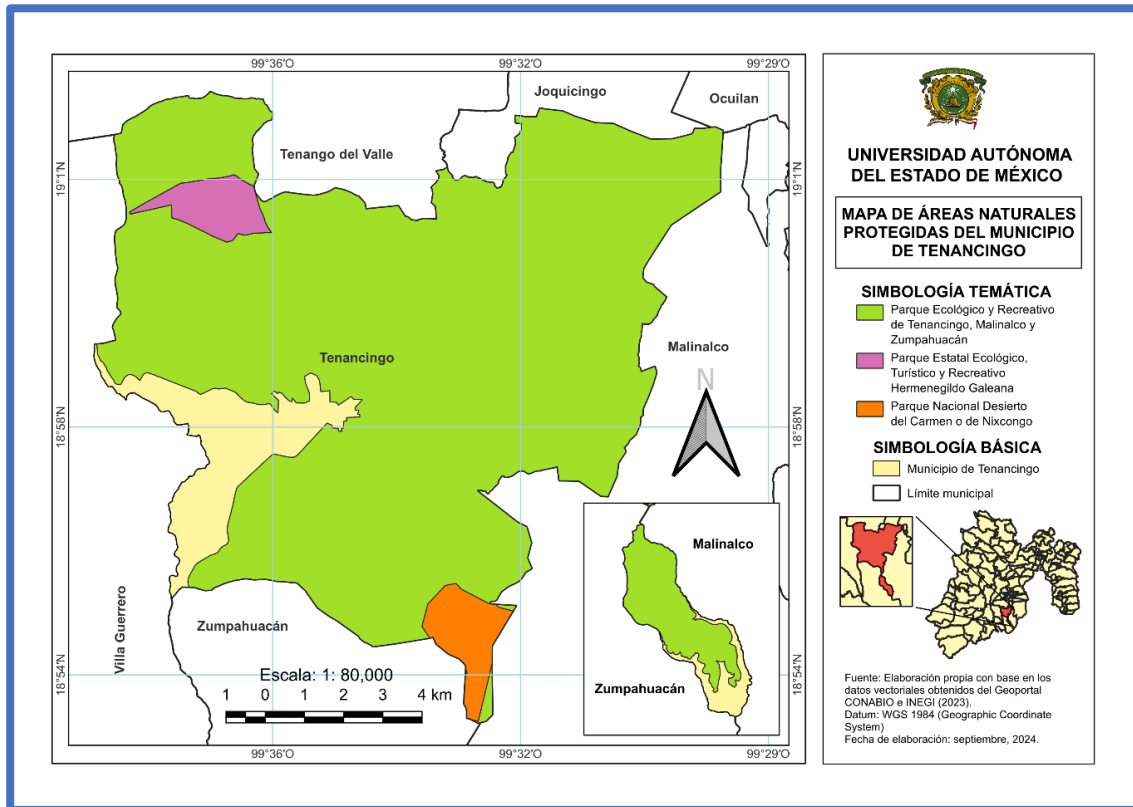
5.1.1.7. Áreas naturales protegidas

Dentro del municipio de Tenancingo se encuentran tres áreas protegidas (ver figura 18):

- Parque Ecológico y Recreativo de Tenancingo, Malinalco y Zumpahuacán: el cual fue decretado el 18 de julio de 1981, con el objetivo de conservar la riqueza natural en la zona montañosa de los municipios que lo contemplan, de igual manera para el desarrollo y aprovechamiento forestal, silvícola e infraestructura turística, restringiendo los asentamientos humanos en el área, contempla una superficie de 25,966 hectáreas, las cuales no incluyen las 367 del parque Hermenegildo Galeana (Decreto del Parque Ecológico y Recreativo de Tenancingo, Malinalco y Zumpahuacán, 1981).
- Parque Nacional Desierto del Carmen o de Nixcongo: el cual fue decretado el 10 de octubre de 1942, para su decreto fueron consideradas el gran potencial como atracción turística, el valor histórico del convento de los carmelitas descalzos de más de 500 años de antigüedad y la gran variedad de flora y fauna, así como las vistas a los valles de Tenancingo y Malinalco; alberga una superficie de 529 hectáreas ubicado hacia el sur del municipio (Decreto del Parque Nacional Desierto del Carmen o de Nixcongo, 1942).
- Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana: el cual fue decretado el 3 de abril de 1980, con el objetivo de reforestar y forestar el área, además con dichas acciones se contribuiría a la absorción de agua, control de erosión del suelo y esparcimiento mental y físico de los visitantes, contempla una superficie de 367 hectáreas ubicadas en la parte norte del municipio de Tenancingo (Decreto del Parque Estatal, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana, 1980).

Figura 18.

Áreas Naturales Protegidas de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.1.2. Características del sistema social

En la siguiente sección se llevó a cabo la descripción de cada uno de los aspectos que conforman el sistema social del municipio de Tenancingo, ilustrados a través de datos socioeconómicos y figuras gráficas. Se aborda la dinámica político-institucional, la tenencia de la tierra, así como las dinámicas demográficas, de urbanización y ocupación del territorio, social y económica.

5.1.2.1. Dinámica político-institucional

El Estado de México está conformado por 125 municipios y con poco menos de 17 millones de habitantes, lo que lo convierte en el Estado más poblado del país. El municipio de Tenancingo pertenece a la Región XVII “Tenancingo” la cual constituye una de las 19 regiones del Estado de México y se localiza al sur de la capital (Toluca) del Estado. El municipio es denominado como “la estrella del sur” por ser un importante centro comercial y urbano, el cual sirve de punto de cruce a pobladores de varios municipios, localidades y pueblos de la entidad.

El municipio cuenta con una organización territorial la cual constan de una cabecera municipal denominada Tenancingo de Degollado (integrada por 14 barrios y 4 colonias), 21 pueblos, 20 comunidades y 40 colonias (ver tabla 10) (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Tabla 10.

Organización territorial.

Cabecera municipal	Barrios: El Calvario El Carrizal, El Chabacano, El Cura Hidalgo, El Huerto, La Campana, La Capilla de Guadalupe, La Capilla de los Remedios, La Trinidad, San Pedrito, San Vicente, Santa Teresa y Teotla.
	Colonias: Centro, ISSEMyM, San Diego y San Isidro.
Pueblos	Acatzingo, Chalchihuapan, El Carmen, Gualupita, Pueblo Nuevo, San Gabriel Zepayautla, San José Chalmita, San José Tenería, San Juan Tetitlán, San Juan Xochiaca, San Martín Coapaxtongo, San Miguel Tecomatlán, San Nicolás, San Simón, Santa Ana Ixtlahuatzingo, Santa Cruz Quetzalapa, Tepalcatepec, Tepetzingo, Tepoxtepec y Terrenate.
Comunidades	Agua Bendita, Agua dulce, Atotonilco, Cruz Vidriada, El Salitre, Francisco Zarco, La Ciénega, La Mesita, La Ocotlera, Llano de Tenería, Los Morales, Monte de Pozo, Plan de San Martín, Rinconada de Santa Teresa, San Antonio Agua Bendita, San Isidro Ejido de Tenancingo, San Pedro Ejido de Tecomatlán, Santa Cruz Xochiaca, Santa Teresita Acatzingo y Tierra blanca.
Colonias	14 de Marzo, Casas AURIS, Ejército del Trabajo, El Cerrito, El Chiflón, El Durazno, El Panteón La Magdalena, Emiliano Zapata Ejido de Tenancingo, Emiliano Zapata Ejido de Tepetzingo, Guadalupe Victoria, La Barranca, La Cascajera, La Compuerta, La Ermita, La

Tabla 10.

Organización territorial.

Lagunilla, La Loma de Tenería, La Nueva Esperanza, La Providencia, La Tezontlera, La Trinidad, Las Casuarinas, Las Maravillas, Lázaro Cárdenas Ixpuchiapan, Llano de Ixpuchiapan, Llano de Tenería, Los Shiperes, Morelos, Nueva San Pedrito, Plan de Guadalupe, Progreso, San Francisco Tepetzingo, San José el Cuartel, San Mateo, San Ramón, Santa Rosa, Valle de Guadalupe, Vímate, Ixcuinapan, Unidad Habitacional Santa Teresita y Villas del Salto.
--

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Debido a que Tenancingo es el área territorial de la investigación, donde el medio ambiente y la participación social son fundamentales para su realización; a continuación (ver tabla 11), se hace mención de las dependencias encargadas de regular en materia de protección, conservación, aprovechamiento y participación ambiental (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Tabla 11.

Participación Federal, Estatal y Municipal para protección del medio ambiente de Tenancingo, Estado de México.

Ámbito Federal	• Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. • Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. • Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. • Comisión Nacional Forestal. • Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas. • Comisión Nacional del Agua. • Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. • Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. • Agencia de Seguridad Energía y Ambiente.
Ámbito Estatal	• Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. • Secretaría del Campo. • Secretaría del Agua del Estado de México. • Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México.

Tabla 11.

Participación Federal, Estatal y Municipal para protección del medio ambiente de Tenancingo, Estado de México.

	• Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático. • Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. • Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental. • Protectora de Bosques del Estado de México.
Ámbito Municipal	• Sexta regiduría "Ecología". • Dirección de Ecología. • Dirección del bienestar social. • Dirección de desarrollo urbano. • Dirección de servicios públicos. • Dirección del campo • Coordinación de prevención del medio ambiente. • Coordinación municipal de protección civil y bomberos de Tenancingo • Consejo municipal de protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible. • Consejo forestal municipal. • Brigada de detección y erradicación de tiraderos clandestinos. • Brigada municipal contra incendios forestales.

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

5.1.2.2 Tenencia de la tierra

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2016–2018), del total de hectáreas de superficie municipal (16,427 hectáreas), la entidad se conformaba por 5,983.63 equivalente al 37.35% de superficie de bienes comunales, respecto a la propiedad ejidal se encuentra representada en 3,600.83 hectáreas lo que equivale al 22.47% de superficie municipal, por su parte la propiedad privada abarca 3,992.45 hectáreas siendo el 24.92% del territorio municipal, en la tabla (12) se representan las comunidades de régimen comunal, ejidal y privada.

Tabla 12.

Tenencia de la tierra por comunidades de Tenancingo, Estado de México

Bienes comunales	- San Gabriel Zepayautla.
	- San Martín Coapaxtongo.
	- San Juan Xochiaca.
	- San Miguel Tecamatlán.
Ejidal	- San Simonito.
	- San José Tenería.
	- Tepoxtepec.
	- Los Morales.
	- Tepetzingo.
	- San Pedro ejido de Tecamatlán.
	- Ixpuichiapan.
	- Colonia Emiliano Zapata.
	- Colonia 14 de marzo.
	- San Diego.
	- San Miguel Tecamatlán.
	- Cruz Vidriada.
	- Tenancingo (centro).
	- Santa Ana Ixtlahuatzingo.
	- El Carmen.
	- San Nicolás.
	- Colonia San José.
	- Colonia Llano de Ixpuichiapan.
	- Colonia Morelos.
Privada	- Santa Ana Ixtlahuatzingo.
	- Santa Teresita Acatzingo.
	- Tierra Blanca.
	- Los Shiperes.
	- Ejército del Trabajo.
	- Quetzalapa.
	- Tepalcatepec.
	- Acatzingo.
	- San Juan Tetitlán.
	- Colonia Guadalupe Victoria.
	- Santa Teresa.
	- El Salitre.
	- Teotla.

Tabla 12.

Tenencia de la tierra por comunidades de Tenancingo, Estado de México

-	Gualupita.
-	Colonia Santa Cruz Xochiaca.
-	Tenancingo de Degollado (cabecera municipal barrios y colonias).
-	Atotonilco.
-	Rinconada de Santa Teresa.

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2016–2018).

5.1.2.3 Dinámica demográfica

El municipio de Tenancingo, de acuerdo con el Censo de población y vivienda (2020) se cuenta con 164.27 Km² de superficie territorial, con una densidad poblacional de 637.23 habitantes por Km².

Crecimiento población dentro del municipio

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), Tenancingo ha mantenido una constante de la tendencia de crecimiento poblacional del 28.43%, teniendo como excepción del decenio de 1990 al 2000, donde el incremento población fue de 17,231 habitantes, superando en 3,500 personas los demás periodos.

Por más de 30 años, Tenancingo se ha establecido como el municipio más poblado de la regio XVII, lo que ha generado una mayor demanda en servicios básicos y de canasta básica, incidiendo en factores como la ocupación del suelo, donde en el año 2000 se registró una densidad poblacional de 471.97 habitantes por Km² e incrementó a 637.23 habitantes por Km² para el 2020.

En la siguiente tabla (13) y figura (19) se establecen la evolución y crecimiento (respectivamente) en los últimos 50 años de la población del municipio de Tenancingo:

Tabla 13.

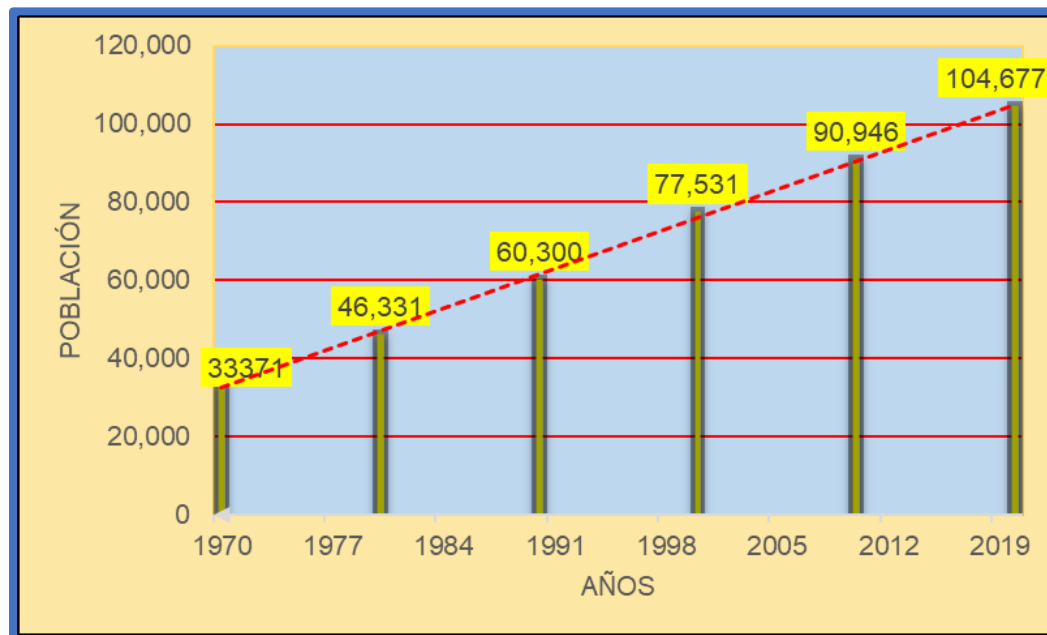
Evolución población de Tenancingo 1970-2020.

Año	Población	Densidad de población (Hab/Km ²)
1970	33,371	203.15
1980	46,331	282.04
1990	60,300	367.08
2000	77,531	471.97
2010	90,946	553.64
2020	104,677	637.23

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Figura 19.

Crecimiento poblacional de Tenancingo 1970-2020.



Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

En la figura anterior se observa que la población de Tenancingo se incrementó 313.6% en 50 años, pasando de 33,371 habitantes en 1970 a 104,677 en el año 2020. A pesar de que en los últimos decenios se redujo la tasa de crecimiento poblacional, no significa que en el municipio haya menos habitantes,

sino que su crecimiento poblacional es menor en comparación con otros periodos, pero sin dejar de representar un incremento en la población, todo ello ligado a dos indicadores clave; los cuales son la natalidad y las defunciones en el municipio, cuyos datos se representan en las siguientes tablas (14 y 15) y figuras (20 y 21).

Tabla 14.

Nacimientos en el periodo 2010-2020, Tenancingo.

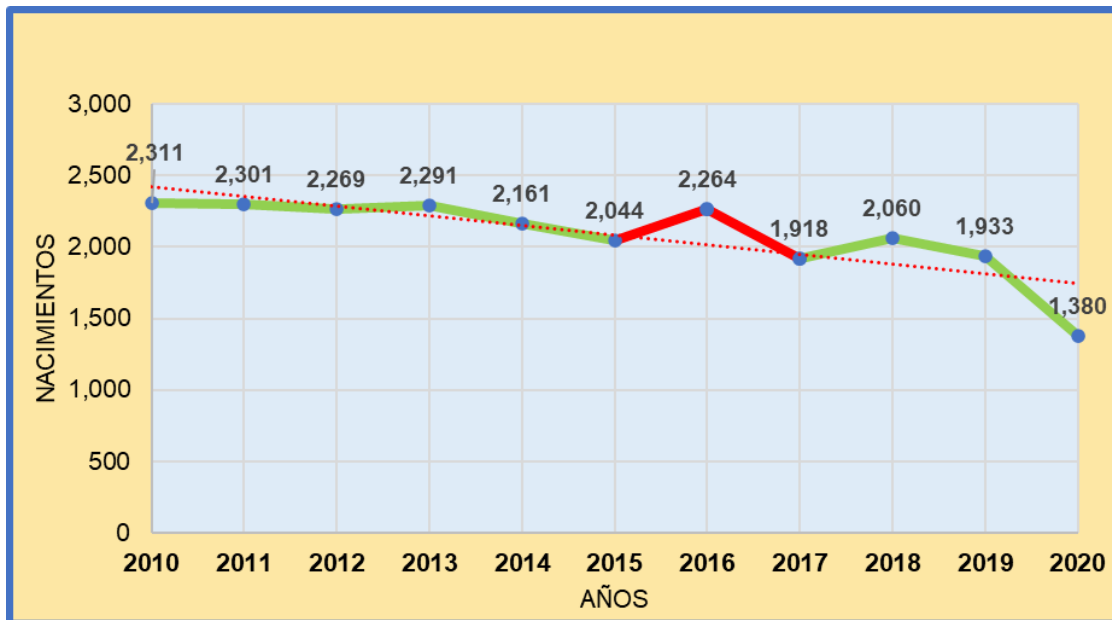
Año	Número de nacimientos
2010	2,311
2011	2,301
2012	2,269
2013	2,291
2014	2,161
2015	2,044
2016	2,264
2017	1,918
2018	2,060
2019	1,933
2020	1,380

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

En la tabla anterior se observa que a partir del año 2010 comienza un descenso en el número de nacimientos del municipio, teniendo años atípicos como el 2013, 2016 y 2018 donde se incrementaron los nacimientos, pasando de un registro de 2,311 en el año 2010 a 1,380 nacimientos para el año 2020.

Figura 20.

Nacimientos en Tenancingo, periodo 2010-2020.



Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

En la figura anterior se observan los años del 2010 al 2020 con el número de nacimientos en el municipio, destacando el año 2016 como el de mayor repunte y 2020 con el de menor número de nacimientos registrados en el municipio, de igual manera se representa la línea de tendencia la cual se muestra de forma descendente.

Otro de los indicadores es representado con las defunciones registradas en el municipio, donde en la siguiente tabla (15) se observa los datos registrados en los últimos 10 años:

Tabla 15.

Defunciones en el periodo 2010-2020, Tenancingo.

Año	Número de defunciones
2010	405
2011	420
2012	471
2013	483

Tabla 15.

Defunciones en el periodo 2010-2020, Tenancingo.

Año	Número de defunciones
2014	469
2015	478
2016	513
2017	520
2018	570
2019	535
2020	803

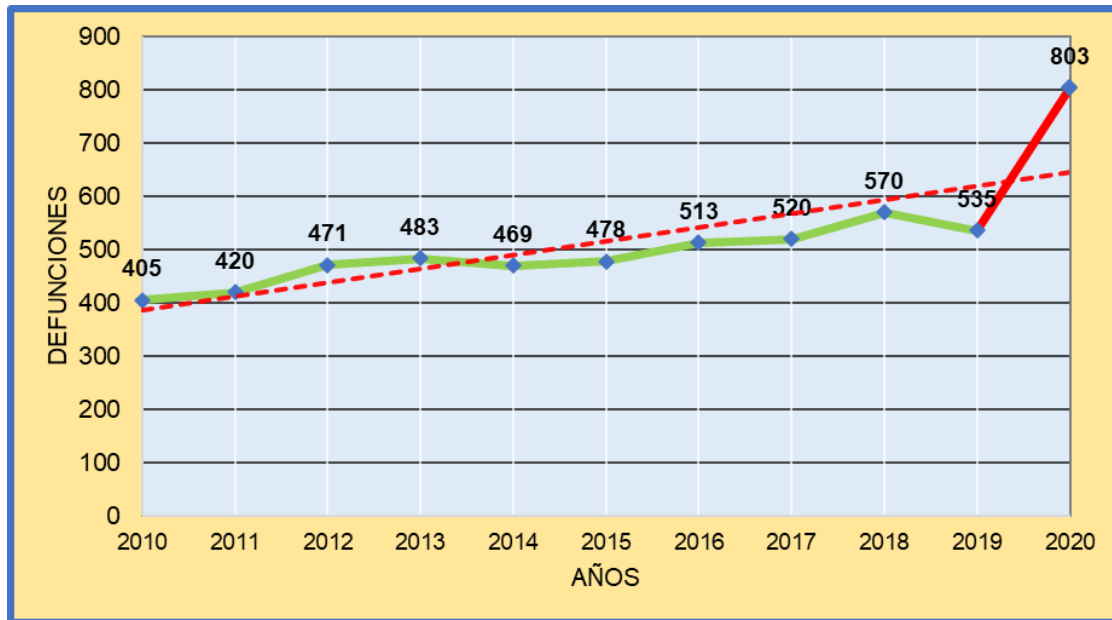
Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Las defunciones son un fenómeno que no solo se vincula con la edad y con el entorno de las personas sino también con el mejoramiento de las infraestructuras sanitarias, el avance en el sector de salud pública y de la medicina en general, generando la disminución de las defunciones. De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), el aumento de las defunciones se explica por el envejecimiento de la población, debido a que la mayoría de las defunciones fueron por personas de la tercera edad.

En la siguiente figura (21) se representa el incremento de las defunciones registradas en el municipio.

Figura 21.

Defunciones en Tenancingo, periodo 2010-2020.



Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

En la figura anterior se observa que de los años 2010 al 2015 se mantuvo una tendencia por arriba de 400 defunciones, pero por debajo de las 500, para el año 2016 al 2019 se incrementaron superando la barrera de los 500 fallecimientos; sin embargo, en el año 2020 se incrementaron poco más del 50% respecto al año anterior, debido a los efectos generados por la pandemia de COVID-19.

Migraciones

Por otro lado, respecto a las migraciones, que corresponden al cambio de residencia de manera temporal o permanente de una ciudad, estado o país, generalmente para mejorar la situación económica y del desarrollo familiar (INEGI, 2020). Para el caso de Tenancingo, son muy comunes los movimientos migratorios, debido a la conectividad que presenta con otros municipios, la falta de fuentes de empleo y la falta de estructura educativa de nivel superior, generando que los jóvenes tengan que buscar en otros municipios o estados del país tal y como lo

establece el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), es por eso que en la siguiente tabla (16), se representan los datos de la población nacida y no nacida en el municipio de Tenancingo para el año 2020.

Tabla 16.

Población nacida y no nacida en el municipio de Tenancingo año 2020.

	Hombres	Mujeres	Total
Población nacida en la entidad	47,509	50,423	97,932
Población nacida en la entidad	2,513	2,785	5,298
Población que no especificaron su procedencia	SD	SD	1,447
Población total			104,677

Fuente: elaboración propia con base Censo de población y vivienda, INEGI (2020).

En la anterior tabla se muestra que en el año 2020 el 93.55% de la población total de Tenancingo eran nacidas en el municipio, mientras que el 5.06% representaba a la población no nacida en el municipio pero que vivían en él y el 1.39% restante eran de personas que no especificaron su lugar de procedencia.

De igual manera se establece que el 51.49% de los nacidos en la entidad eran mujeres y el 48.51% hombres; mientras los no nacidos en la entidad estaban representados por 52.57% de mujeres y el 47.43% de hombres.

5.1.2.4 Dinámica de urbanización y ocupación del territorio

El PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), menciona que el suelo es considerado como el recurso máspreciado, pero también más escaso en las ciudades, donde su utilización es factor decisivo en los procesos de urbanización de los centros de población, por ser el autor de un buen o mal funcionamiento de las urbes, debido a que sobre ellas se asientan las diversas funciones de las ciudades como lo son el comercio, la vivienda, infraestructura y las viviendas. Es por eso que el uso de suelo en la estructura urbana se convierte en un factor que

impulsa o retrasa el desarrollo de una ciudad porque refleja las actividades que el hombre desarrolla en el territorio.

En Tenancingo se establecen dos tipos de áreas las cuales son la rural y la urbana, donde de acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), el municipio ocupa una superficie territorial de aproximadamente 16427 hectáreas (164.27 Km²) donde se estima que unas 1,688.69 ha (10.28%) están ocupadas por áreas urbanas. Esto significa que gran parte del territorio municipal (aproximadamente el 89.72%) está constituido por áreas rurales, naturales o agrícolas; lo que es consistente con su perfil de producción agrícola, forestal y florícola, así como por la utilización del suelo que predomina en la parte del territorio que no corresponde a los núcleos urbanos centrales, algunos de sus usos generales se presentan a continuación:

- Área rural: caracterizada por inmensos espacios verdes, utilizados y destinados para las actividades agropecuarias y agroindustriales, ubicadas comúnmente a grandes distancias de las zonas urbanas de las cuales difieren en usos, costumbre y forma de vida.
- Área urbana: caracterizada por ser el área habitada o urbanizada más el área edificada, la cual cuenta con usos de suelo de naturaleza no agrícola, en ella se parte de un núcleo central con continuidad física en todas direcciones, hasta tener interrupción con terrenos de uso no urbano como cuerpos de agua, bosques o sembradíos.

Referente al área urbana, representa aproximadamente el 10.03% (1,608 ha) del territorio municipal, asimismo se establecen tres grupos de uso general del suelo, tal y como se muestra en la siguiente tabla (17):

Tabla 17.

Uso general del suelo de área urbana en Tenancingo.

Habitacional	• Clasificadas por las diferentes densidades habitacionales particulares.
Espacio público	Clasificadas en: • Áreas verdes. • Equipamiento urbano. • Infraestructura. • Vialidad. • Derecho de paso.
Actividades económicas	Clasificadas en: • Administración pública. • Administración privada. • Educación. • Industria. • Comercio y servicios. • Salud. • Turismo.

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Un denominador común en las problemáticas de los usos de suelo se debe a la falta de una planeación y control sobre el mismo, lo que ha ocasionado asentamientos irregulares, cambios de uso de suelo, erosión, deforestación y pérdida de hábitat para la flora y la fauna.

5.1.2.5 Dinámica social

En este apartado se describen aspectos sociodemográficos que inciden en el desarrollo urbano y territorial del municipio tales como los servicios con los que cuentan las viviendas, la población con servicios médicos, unidades médicas, servicios de taxis y población que asiste y no a la escuela.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (2020), Tenancingo contaba con el 61.50% de su población en situación de pobreza y marginación, las cuales tienen carencias para cubrir sus necesidades básicas y una de ellas ligada con la vivienda, es por ello que en la siguiente tabla (18) se muestra el total de viviendas que contaban con servicios dentro del municipio.

Tabla 18.

Viviendas que disponían de servicios básicos.

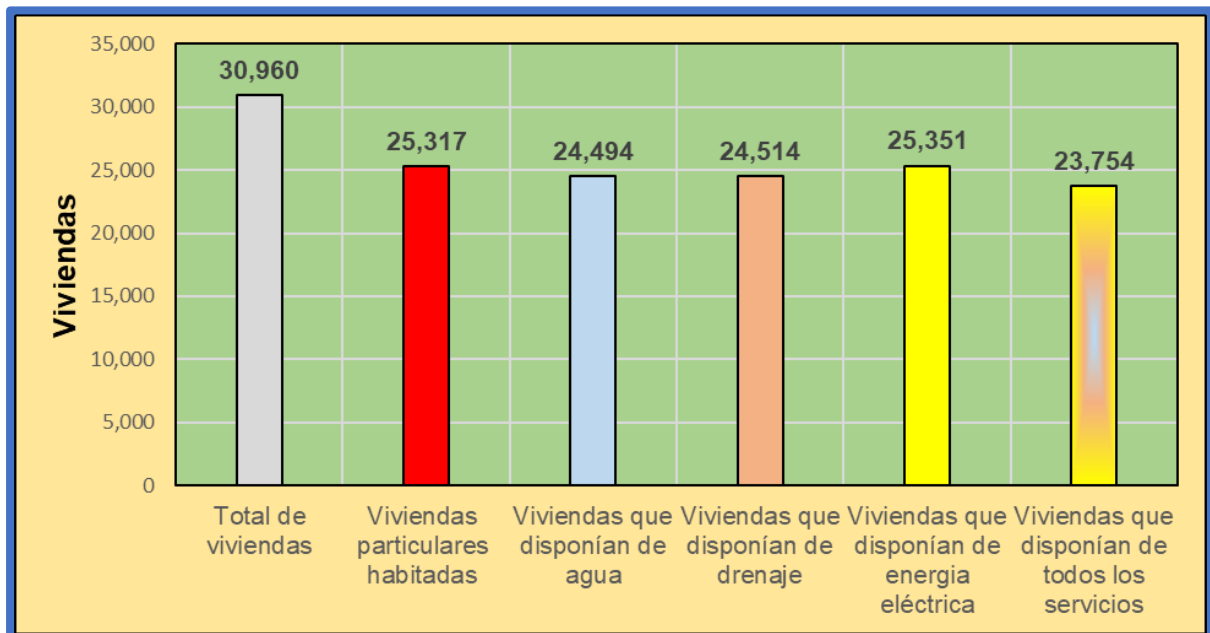
Total de viviendas	Particulares habitados	Disponían de agua	Disponían de drenaje	Disponían de energía eléctrica	Disponían de todos los servicios
30,960	25,317	24,494	24,514	25,351	23,754

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

El municipio de Tenancingo, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (2020) tenía el registro de 30,960 viviendas, de las cuales el 81.77% se establecieron como particulares que están habitadas, de ellas el 96.74% disponían de agua para el uso en la vivienda, así como el 96.82% en la disposición de drenaje, referente a la energía eléctrica el 100% disponía de la energía y el 93.82% disponía de todos los servicios básicos. A continuación, en la figura (22) se representan los datos antes mencionados:

Figura 22.

Viviendas que disponían de servicios básicos.



Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

Contrario en la tabla 19, se establecen las viviendas registradas en el año 2020 que no disponían de agua, drenaje y energía eléctrica y de ningún servicio:

Tabla 19.

Viviendas que no disponían de servicios básicos

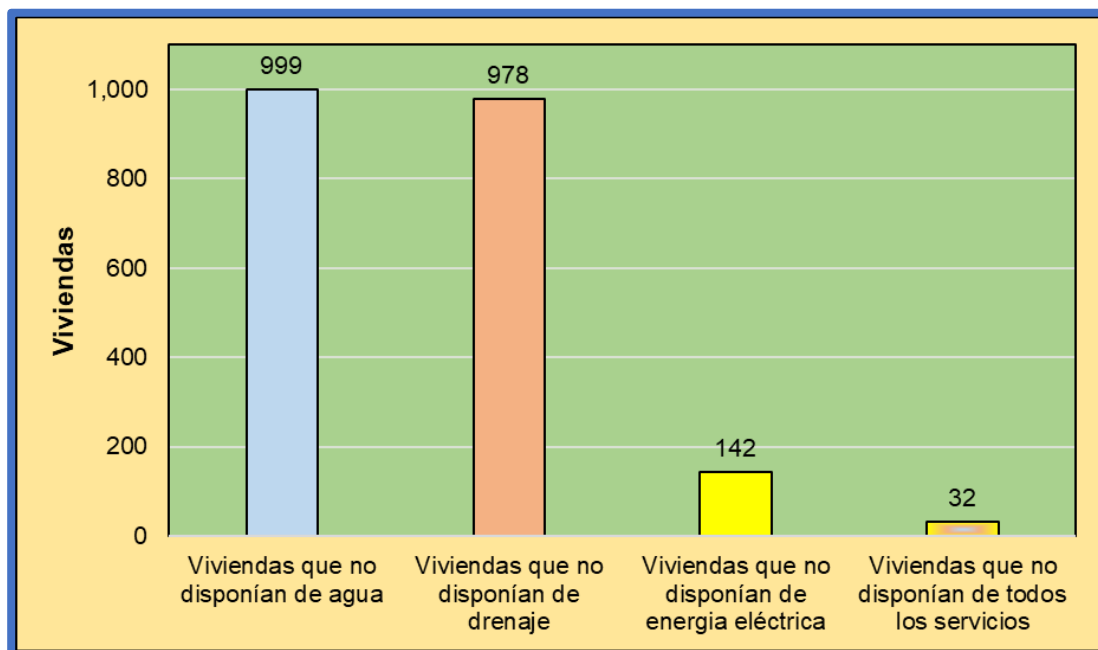
Total de viviendas	Particulares habitados	No disponían de agua	No disponían de drenaje	No disponían de energía eléctrica	No disponían de todos los servicios
30,960	25,317	999	978	142	32

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

Del total de viviendas particulares habitadas el 3.94% no disponían de agua en la vivienda, el 3.86% de drenaje, por su parte tan solo el 0.56% de energía eléctrica y el 0.12% no contaba con ninguno de los anteriores servicios de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (2020). A continuación, en la figura (23) se representa los datos antes mencionados:

Figura 23.

Viviendas que no disponían de servicios básicos.



Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

Otro de los aspectos a considerar a la población está ligado con el acceso a la salud pública. En la siguiente tabla (20) se observan los datos de la población que para el año 2020 tenían acceso a la salud pública.

Tabla 20.

Población con servicios médicos.

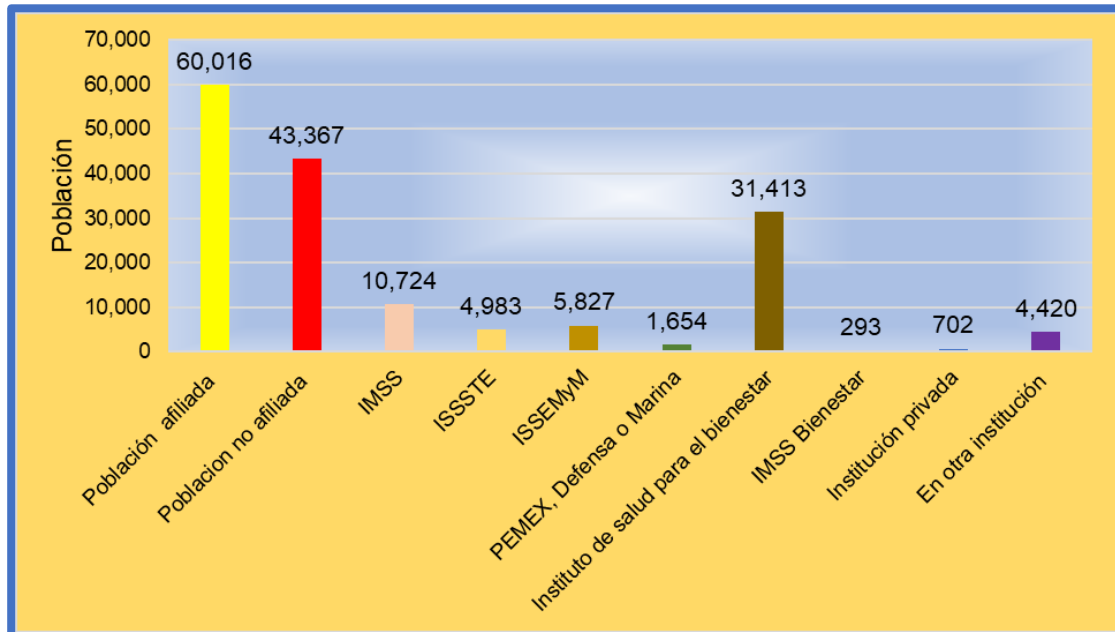
Afiliada a servicio de salud	No afiliada a servicio de salud	IMSS	ISSSTE	ISSEMyM	PEMEX, Defensa o Marina	Instituto de salud para el bienestar	IMSS Bienestar	Institución privada	Otra institución
60,451	43,367	10,724	4,983	5,827	1,654	31,413	293	702	4,855

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

El municipio de Tenancingo, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (2020) contaba con una población de 104,677 habitantes de los cuales 43,367 (41.43%) no estaban afiliados a servicios de salud, mientras que 60,451 (57.75%) si lo estaban y el 0.82% restante no especificaron. Referente a la población con afiliación el 17.73% pertenecía al IMSS, el 8.24% al ISSSTE, el 9.63% al ISSEMyM, el 2.73% a PEMEX, Defensa o Marina, el 51.96% al Instituto de salud para el bienestar, el 0.48% al IMSS Bienestar, el 1.2% a instituciones privadas y el 8.03% a otras instituciones. A continuación, en la figura 24 se muestra gráficamente la información establecida en la tabla 20.

Figura 24.

Población con servicios médicos.



Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), el municipio cuenta con 14 unidades médicas públicas, 12 de ellas de consulta externa y los 2 restantes con hospitalización general (ver tabla 21). Cabe mencionar que, el municipio también cuenta con 87 unidades móviles, la cuales sirven de transporte y/o para consultas externas. A pesar de que se cuenta con este número de unidades médicas, son insuficientes para la totalidad de la población ya que en cuestión de camas de hospital se tiene 1 por cada 1,231 personas, lo que obliga a la sociedad a acudir a unidades médicas del sector privado como lo son las cadenas farmacéuticas que ofertan consultas externas o a hospitales privados de la región.

Tabla 21.

Unidades médicas públicas en el municipio.

	Instituto de salud del Estado de México (ISEM)	DIF Estado de México (DIFEM)	Instituto mexicano del seguro social (IMSS)	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)	Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM)
Unidades medicas	9	1	1	1	2
Consulta externa	Si	Si	Si	Si	Si
Hospitalización general	Si	No	No	No	Si

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Tenancingo es un municipio que contempla una gran variedad de transporte público desde taxis colectivos, radio taxis, camionetas tipo Urvan hasta autobuses urbanos y suburbanos generando que todas las localidades en el municipio tengan comunicación y transporte con el centro de la demarcación, de igual manera con los municipios aledaños y la ciudad de México.

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), en el municipio existen dos líneas de transporte público foráneo las cuales son la línea flecha roja: que va de Ciudad de México a Villa Guerrero pasando por Tenango del Valle y Tenancingo y viceversa y la línea TEO: que va de Toluca a Tenancingo y viceversa.

De igual manera en el municipio solo se tiene el registro de una línea de transporte público urbano y suburbano denominada como servicios urbanos y suburbanos de Tenancingo S.A de C.V la cual cuenta con dos bases: la base 1 que va de la cabecera municipal a las localidades de Chalchihuapan, La Ciénega, El Cuartel, Gualupita, San José Tenería, San Miguel Tecomatlán y viceversa; la base 2 que va de la cabecera municipal a las localidades de Colonia Morelos, San Diego y viceversa.

En lo que concierne a los taxis se tiene un registro de 1,489 concesiones de taxis, las cuales se distribuyen en 9 rutas por todas y cada una de las localidades que conforman al municipio. Derivado de la gran cantidad de concesiones a taxistas,

en el municipio se han generado conflictos originados por el transporte público, ocasionando caos vial en la accesibilidad en las entradas y salidas de Tenancingo, así como aglomeraciones y poco espacio para que los peatones puedan circular por las aceras de las calles principales del municipio, sin dejar a un lado el ruido y la contaminación emitida por las unidades que se encuentran en mal estado.

El acceso a la educación es un factor determinante para el desarrollo de un municipio, porque genera marginación a los grupos que no tienen acceso a cursar algún grado escolar, ya sea por falta de infraestructura escolar, de recurso económico o bien por la lejanía con la institución. Tenancingo no queda exento de población sin ningún grado escolar, siendo un atenuante para el incremento de la pobreza y marginación en el municipio.

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), en el municipio existen 224 planteles educativos desglosados de la siguiente manera: 67 Jardines de niños, 2 Centros de Desarrollo Infantil, 69 Primarias, 20 Telesecundarias, 33 Secundarias Generales, 22 Preparatorias Generales, 5 Centros de Bachillerato Tecnológico, 1 Instituto Tecnológico, 1 Universidad Tecnológica, 2 Universidades Estatal y 2 Escuelas Normales; a pesar del número de planteles educativos se tenían registradas 3,591 personas analfabetas de las cuales 2,139 correspondía a mujeres y 1,452 a hombres.

En la tabla (22) se muestra a las personas que en el año 2020 no asistían a la escuela en intervalos de edad que va de 3 a 5 años, de 6 a 11 y de 12 a 14, con el objetivo de abarcar los niveles básicos.

Tabla 22.

Personas que no asisten a la escuela en intervalos de edad.

Pobl. de 3 a 5 años que no asistían a la escuela			Pobl. de 6 a 11 años que no asistían a la escuela			Pobl. de 12 a 14 años que no asistían a la escuela		
Total	M	H	Total	M	H	Total	M	H
2,213	1,022	1,191	479	222	257	471	197	274

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

En la anterior tabla se observa que el rango de edad donde se tiene la mayor población que no asistían a la escuela es de 3 a 5 años con un total de 2,213 personas, de las cuales 1,022 eran mujeres y 1,191 hombres, en cambio el rango de edad de entre 12 y 14 años es el de menor número de personas que no asistían a la escuela con un total de 471 de las cuales 197 eran mujeres y 274 hombres.

Por otro lado, en la tabla 23 se establecen las personas que en el año 2020 asistían a la escuela en intervalos de edad que va de 15 a 17 y de 18 a 24 años, con el objetivo de abarcar los niveles medio-superior y superior, de igual manera se presenta el total de población analfabeta de 15 años y más.

Tabla 23.

Personas que no asistían a la escuela en intervalos de edad.

Pobl. de 15 a 17 años que asistían a la escuela			Pobl. de 18 a 24 años que asistían a la escuela			Pobl. de 15 años y más analfabetas		
Total	M	H	Total	M	H	Total	M	H
4,325	2,152	2,173	3,900	1,980	1,920	3,591	2,139	1,452

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020)

En la tabla anterior se muestra que la población de entre 15 y 17 años es la que más asistía a la escuela teniendo a 4,325 estudiantes en este intervalo, de las cuales 2,173 eran hombres y 2,152 mujeres.

5.1.2.6 Dinámica económica

La región XVII a la que corresponde el municipio de Tenancingo y de acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), su crecimiento económico depende de incrementar la competitividad para el aprovechamiento de los recursos acorde a la aptitud productiva en la región, con el objetivo de identificar las ventajas competitivas municipales.

Referente a las actividades primarias y tal como lo estableció el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), en el municipio se sembraron 6,449.97

hectáreas de las cuales el 63% (4,059.36 ha) correspondieron al cultivo de maíz de grano blanco, seguido del cultivo de planta de ornato con 906.04 hectáreas.

Cabe señalar que de 2010 a 2020 la superficie sembrada incrementó en 16%, contando en el 2010 con 5417.98 ha, siendo el cambio más significativo en el cultivo al grupo frutal con un aumento del 337% pasando de 270 ha en 2010 a 910 ha en 2020, donde el aguacate Hass es el principal cultivo; caso contrario el grupo de las hortalizas las cuales disminuyeron en 87.17% pasando de 559.5 a 84.15 hectáreas de 2010 a 2020.

En lo que concierne a las actividades pecuarias (apicultura, avicultura, ovinocultura, porcicultura, caprinocultura y ganadería bovina) en el último periodo 2010-2020 estas actividades han tenido un comportamiento similar a la actividad agrícola solo con valores moderados, tal y como se observa en la siguiente tabla (24).

Tabla 24.

Actividades pecuarias en 2020 en Tenancingo, Estado de México.

Actividades	Toneladas de Carne	Toneladas de ganado de pie	Productos
Avicultura (aves)	543.51	695.5	Huevo: 285.43 T
Ganado bovino	330.93	609.151	Leche: 1,735,500 L
Porcicultura	236.70	305.52	
Ovinocultura	44.08	83.77	
Caprinocultura	5.44	10.75	
Avicultura (guajolote)	4.49	6.27	
Apicultura			Miel de abeja 51.04 T Cera 1.42T

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

Como se observa en la tabla anterior las toneladas del ganado vivo (ganado de pie) superan a las toneladas de carne, principalmente porque en la primera los animales los ocupan para engorda y con ello en un futuro obtener una mayor ganancia. En lo que concierne a los productos derivados de estas actividades pecuarias, en el último periodo de 2010 a 2020 se han incrementado, para el caso

de la leche paso de 1,550,480 L a 1,735,500 L en 2020, el huevo paso de 241.83 T a 285.43 T en 2020, para el caso de la miel de abeja paso de 50.26 T en 2010 a 51.04 T en 2020 y la cera paso de 0.97 T a 1.42 T en 2020.

Dentro de las actividades secundarias en el municipio y con base a lo establecido PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), se pueden encontrar a la industria manufacturera, la construcción y la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, agua y gas natural, esta última en el ramo del suministro del agua potable es llevado por el organismo público descentralizado de la administración municipal denominado OPDAPAS.

Por su parte la industria manufacturera en 2018 fue la de mayor producción bruta total con un registro de 231.69 millones de pesos, destacando la industria alimenticia (productos de panadería y tortillería como los principales), la fabricación de muebles, colchones, persianas y prendas de vestir.

Referente al rubro de la construcción el ultimo registros fue en el 2013 por parte de una sola empresa, debido que para la elaboración de proyectos de edificación y trabajos especializados para la construcción se contrata a empresas foráneas.

Relativo con las actividades terciarias, tal como lo menciona el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), se encuentran el sector de servicios el cual se estructura en:

- Comercio al por mayor.
- Comercio al por menor.
- Transportes, coreos y almacenamiento.
- Información en medios masivos.
- Servicios financieros y de seguros.
- Servicios inmobiliarios de alquiler de bienes muebles e intangibles.
- Servicios profesionales, científicos y técnicos.
- Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y de remediación.
- Servicios educativos.

- Servicios de salud y asistencia social.
- Servicios de esparcimiento cultural, deportivo y recreativo.
- Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.
- Servicios personales, de asociaciones y organizaciones.

Cabe señalar que de acuerdo con el Censo Económico 2019, el sector de servicios a mantenido un crecimiento constante en los dos últimos censos económicos, siendo el mayor aportador de Producto Interno Bruto (PIB) del municipio reportando 3234 millones de pesos siendo esto poco más del 70% del PIB municipal. Siendo el comercio al por menor el que reportó la mayor aportación con 887.208 millones de pesos, seguido del comercio al por mayor con 329.412 millones de pesos.

Otro aspecto a considerar en el área de la dinámica económica está relacionado con la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEINAC), debido a que es la población que mueve la económica del municipio, es por ello que en la siguiente tabla (25) se establecen los siguientes datos.

Tabla 25.

Población económicamente activa e inactiva en el año 2020.

PEA	PEA hombres	PEA mujeres	PEINAC	PEINAC hombres	PEINC mujeres	Población ocupada	Población Desocupada
50,588	30,359	20,229	30,101	8,629	21,472	49,943	645

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

En la tabla anterior se observa que, de acuerdo con el total de la población municipal del año 2020, el 48.4% estaba activa en algún sector económico, de ello el 60% correspondía a hombres y el 40% a mujeres, en cambio el 28.75% del total de la población pertenecía a inactiva donde 29% eran hombres y el 71% mujeres. De igual manera se muestra que del total de la población económicamente activa el

98.7% se encontraba ocupada mientras el 1.3% desocupada, lo que generaba mayor movimiento al ingreso económico del municipio.

La configuración del sistema socio ecológico de Tenancingo muestra un territorio complejo en el que clima, biodiversidad, dinámica social y las presiones urbanas se asocian profundamente. Esta interdependencia pone de manifiesto, por una parte, vulnerabilidades, y por otra, capacidades locales que permiten entender la forma en que la población habita, transforma y, a su vez, resiste en este territorio. Asimismo, reconoce estas relaciones son esenciales para implementar políticas que conduzcan hacia la justicia territorial, la sostenibilidad ecológica y el bienestar social.

En el siguiente apartado se establecen las interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática, con la finalidad de identificar como interactúan lo ambiental con lo social en el municipio.

5.2. Interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática

Actualmente, la variabilidad climática es uno de los principales problemas ambientales que el municipio de Tenancingo enfrenta, derivado de la intensificación de fenómenos naturales como precipitaciones, sequías, deslaves o la pérdida de la biodiversidad, limitan los elementos provenientes de la naturaleza que satisfacen las necesidades de la sociedad. En este contexto, en este apartado se analizó las interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática, considerando algunos componentes del sistema ecológico como el recurso aire, agua, suelo y biodiversidad, así como del sistema social considerando la situación educativa, de salud, pobreza y de los sectores productivos, los cuales son analizados respecto a los efectos de la variabilidad climática.

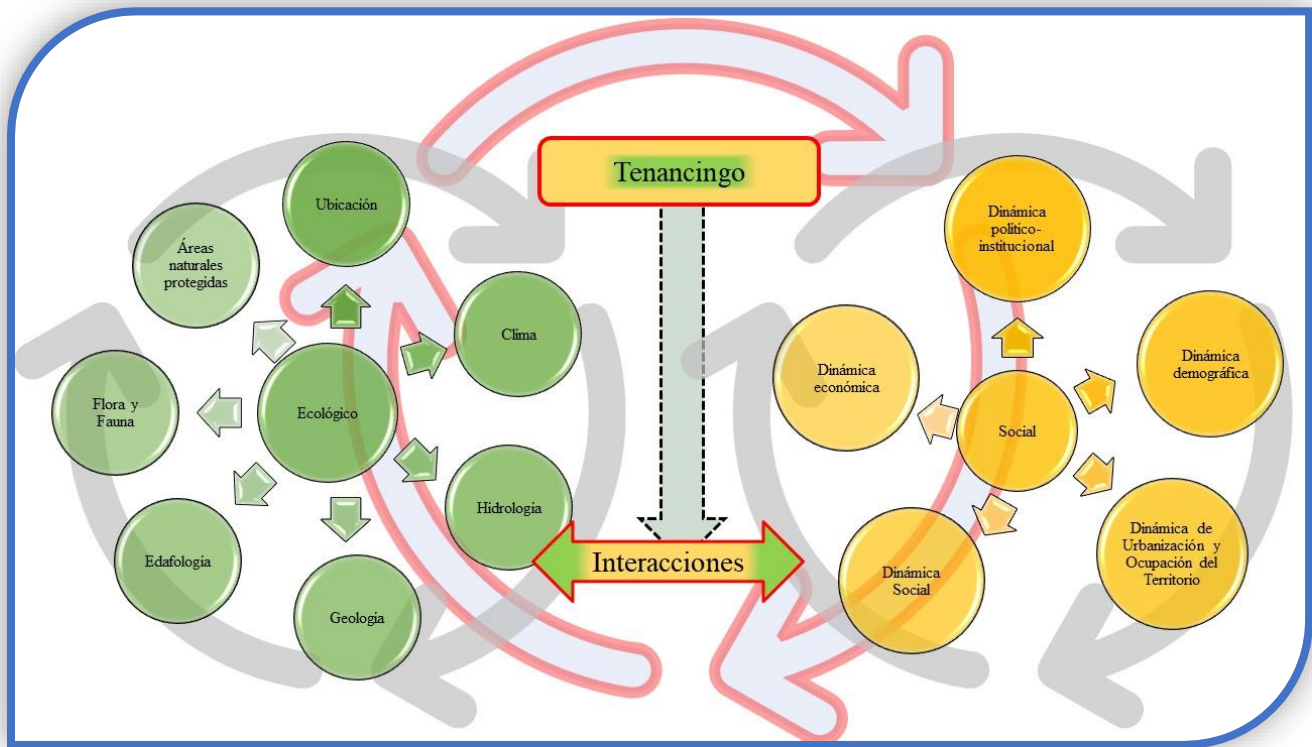
Para ello, fue necesario identificar aspectos relevantes sobre el sistema socio ecológico de Tenancingo y contrastar su situación actual con problemáticas ambientales asociadas a la VC, que para fines de esta investigación son considerando como componentes fundamentales.

Para su análisis se realizaron diversas visitas a campo, donde se aplicaron entrevistas y cuestionarios a actores clave, identificando y analizando problemáticas que, desde la perspectiva de los autores, fungen como las más relevantes de cada componente dando paso a la propagación y al incremento de los efectos de la variabilidad climática. Consecutivamente, se diseñó y aplicó una Matriz de interacción de impacto ambiental del sistema socio ecológico de Tenancingo, la cual fue llenada a partir de las observaciones en las visitas a campo y de las entrevistas y cuestionarios aplicados a los actores clave.

En este apartado, se presentan y comparan con la literatura existente, las problemáticas de los componentes, como lo son la vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática, el recursos hídricos y vulnerabilidad climática, efectos de la variabilidad climática en las características del suelo, la VC y perturbación a la diversidad biológica, lo desafíos del sector educativo ante la variabilidad climática, las repercusiones de la VC en el sector salud, el Vínculo entre pobreza y variabilidad climática, así como los impactos de la VC en los sectores productivos y cerrando con el análisis del SSE en Tenancingo ante la variabilidad climática.

Figura 25.

Configuración e interacciones del SSE de Tenancingo



Fuente: elaboración propia (2023).

Con base en la figura 25 anterior se analizó las interacciones del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática, describiendo a continuación cada uno de los aspectos que lo conforman.

5.2.1. Vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática

El aire es un recurso natural, el cual es indispensable para todo habitante del planeta tierra, siendo una mezcla de diversos gases los cuales forman parte de la atmosfera y biosfera.

Tal y como se mencionó en apartados anteriores, en Tenancingo la contaminación del aire es generada principalmente por la gran cantidad de vehículos automotores como motocicletas, autobuses y automóviles (privados y de

servicio público), lo que genera grandes caos vehiculares, incrementando las emisiones de CO₂ emitidos a la atmosfera.

De igual manera los incendios forestales son otro indicador de emisiones de GEI a la atmosfera, de acuerdo con lo plasmado en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), la mayoría de los incendios forestales en ese año fueron provocados por la población local en temporada de estiaje, para así generar un cambio de uso de suelo sin importar el daño generado (ver figura 26). En general en el municipio se presenta una calidad buena de aire, todo ello por el hecho de aun no tener presencia de grandes industrias que perjudiquen y contaminen el aire que se respira en la demarcación.

Es de resaltar que al igual que en todo el país, actualmente en Tenancingo se han presentado temperaturas de entre 29 y 30°C, por lo que de acuerdo a lo plasmado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2012) y debido al incremento de la temperatura, se prevé un descenso en la calidad del aire, todo ello debido a que se presenta mayor luz solar y con eso un aumento en la temperatura, favoreciendo que los niveles de ozono en la atmosfera aumenten, siendo este un detonante de la variabilidad climática.

Figura 26.

Incendio forestal, cerro de las lajas de San Miguel Tecamatlán, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

Con relación a la vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática, tal y como está descrito en apartados anteriores, la variabilidad climática tiene repercusiones en todo el planeta es por ello que, aunque en algunos lugares aun no son notorios los efectos de este fenómeno no quiere decir que no vayan a pasar, si se sigue con un consumo excesivo y contaminación de recursos tarde o temprano tendrá consecuencias; por ejemplo, en el municipio de Tenancingo a pesar de contar con una calidad de aire relativamente buena, con el paso de los años esto puede cambiar porque cada día se necesita de una mayor demanda de recursos para satisfacer las necesidades de la población, aunado a eso y de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2012) las olas de calor cada año serán más extremas, generando que los niveles de ozono aumenten y con ello los GEI a la atmosfera y por consiguiente los estragos de la variabilidad climática.

Otro de los factores de vulnerabilidad del recurso aire ante la variabilidad climática, está ligado con la deforestación y tala clandestina, la cual en los últimos años se ha incrementado en el municipio principalmente en el poblado del Carmen y la comunidad de San Antonio Agua Bendita, las cuales se encuentran en inmediaciones de áreas naturales protegidas (Parque Nacional Desierto del Carmen y Parque Estatal, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana respectivamente). De acuerdo con la CONANP (2014) cuando se deforesta o se lleva a cabo tala clandestina se liberan grandes cantidades de CO₂ que fueron almacenados y captados por la vegetación, generando que dichos gases lleguen a la atmosfera y con ello incrementar los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático.

5.2.2. Recursos hídricos y vulnerabilidad climática: disponibilidad, aprovechamiento y contaminación

El agua es de los recursos de mayor importancia para los seres vivos, ya que de ella se depende para toda actividad, desde el consumo domésticos hasta las actividades industriales, agrícolas y ganaderas; actualmente por el afán de una mayor producción de alimentos (vegetal como animal), así como de suministrar servicio de agua potable a la población cada vez más numerosa, la demanda del recurso ha aumentado significativamente, lo que ha generado problemáticas como el incremento de la contaminación de las aguas, su disponibilidad pero sobre todo de la calidad del recurso, incrementando el costo para poder acceder al líquido vital.

El consumo de agua por habitante es un indicador complejo para su cálculo, todo ellos derivado que en cada Estado, municipio o localidad el consumo es diferente, donde de acuerdo con la CONAGUA (2021) el suministro promedio de agua en México fue de aproximadamente 240 litros por persona por día, dato relativamente alto para el país, debido a que la Organización Mundial de la Salud (2003), estima que una persona necesita un máximo de 100 litros de agua al día para satisfacer sus necesidades de consumo, higiene personal, limpieza del hogar sin provocar graves riesgos para la salud.

Dentro del municipio se encuentran diversos arroyos, escurrimientos, manantiales y ríos, destacando el denominado río Tenancingo el cual es el más largo en el municipio, pero también el más contaminado (ver figura 27) derivado que sobre él se vierten los drenajes y la mayoría de sus aguas sin un previo tratamiento.

Figura 27.

Río Tenancingo, Villas de Salto, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

En el municipio la situación del uso y aprovechamiento del agua es irregular, todo ello ligado a que no se satisfacen las necesidades en demanda, calidad y cantidad del servicio para toda la demarcación, lo que está provocando un significativo déficit, el cual es de necesidad inmediata cubrirlo a través de obras y sobre todo de un manejo adecuado del recurso. Es de mencionar que el municipio solo cuenta con una planta tratadora de aguas residuales, donde de acuerdo con los datos mencionados en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), la planta trata mensualmente 38,620.80 m³ los cuales son insuficientes para la cantidad de agua residual que genera el municipio, propiciando el incremento de la

contaminación del recurso, por lo que es necesario la construcción y buen manejo de al menos otra planta tratadora de aguas residuales.

Otro de los factores que está afectando al recurso agua están ligados con la alteración al ciclo hidrológico, generando precipitaciones de mayor intensidad o escasas lo que provoca sequias o inundaciones inesperadas y con ello también menor infiltración de agua al subsuelo; Tenancingo no es la excepción con dichas alteraciones al ciclo hidrológico, ya que la falta lluvia y un inadecuado manejo del agua, está provocando que cada día se tenga menor cantidad y calidad de este líquido, con la cual se pueda satisfacer las necesidades de la población del municipio.

Con relación a la vulnerabilidad del recurso agua ante la variabilidad climática, de acuerdo con la UNICEF (2023) este fenómeno natural acelera la escasez del recurso, pero sobre todo de los desastres que se relacionan con el agua como lo son las sequias e inundaciones, debido que a medida que aumenta la temperatura se alteran el ciclo del agua y con ello las precipitaciones; al presentarse anomalías en la temporada de lluvias genera que se dé un cambio de practica de agricultura pasando de temporal a la de riego, lo que ocasiona la modificación del caudal de los ríos.

Para el caso de Tenancingo ya se presentan cambios en el recurso agua, debido al retraso en la temporada de lluvia, lo que ha generado descontrol en la producción agrícola y florícola y con ello al aumento de los precios de los productos cultivados, además se ha incrementado la práctica de uso de agua de riego, generando problemas y conflictos sociales por el recurso que se ocupa para estas actividades, ya que se desvía de los caudales en las zonas altas perjudicando en las áreas bajas.

De igual manera con la alteración al ciclo hidrológico, se han presentado lluvias atípicas, generando inundaciones, pero sobre todo el incremento en arrastre de sedimentos que llegan a contener restos de plaguicidas y fertilizantes químicos utilizados en la producción agrícola y florícola, los cuales se evaporan e incrementan

la concentración de GEI en la atmósfera, contribuyendo con la variabilidad climática y sin dejar a un lado el arrastre de grandes cantidades de basura que aumentan la contaminación en los ríos del municipio.

5.2.3. Efectos de la variabilidad climática en las características del suelo

El suelo es considerado como la capa más superficial de la corteza terrestre donde ocurren cambios tanto físicos como químicos la cual se puede tocar, medir y analizar; siendo una composición de aire, agua, materia orgánica, minerales y organismos vivos, de igual manera su importancia se debe a que sobre dicha capa se desarrolla la vida animal y vegetal y es un filtro y transformador natural de agentes contaminantes los cuales son producidos por la actividad antropogénica (INEGI, 2023).

El municipio de Tenancingo abarca una extensión territorial de 164.27 Km² la cual de acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), se distribuyó de la siguiente manera: 51.95% en suelo agrícola, 36.31% forestal, 5.83% pastizal, 5.81% uso urbano y 0.10% cuerpos de agua. Los suelos se encuentran afectados principalmente por problemáticas ligadas al uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes químicos, cambio de uso de uso y generación de residuos sólidos urbanos.

Referente a los fertilizantes y plaguicidas químicos están generando deterioro en la calidad de la tierra, lo que provoca la pérdida de nutrientes y suelos cada vez más salinos principalmente en la producción de flores de ornato, de igual manera el uso de estos productos genera problemas de salud, contaminación de las aguas y del aire sin dejar a un lado el mal manejo de los envases en los que vienen almacenados dichos químicos, los cuales deben de tener un manejo especial.

Respecto al cambio de uso de suelo, día con día son más notorios los sembradíos de aguacate, ocasionando problemas de erosión, de desertificación pero sobre todo problemas hidrológicos, debido a que este producto demanda grandes cantidades del líquido para su producción; de igual manera el cambio de

uso de suelo genera deforestación y como ya se mencionó anteriormente conlleva a la liberación de CO² almacenado en los árboles, siendo detonante de la variabilidad climática, sin dejar a un lado la pérdida de hábitat de flora y fauna del lugar.

Otro de los factores relacionados con la contaminación de los suelos se liga a los residuos sólidos los cuales con base en lo señalado en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), en el municipio se generaron 74.57 toneladas de residuos sólidos al día, donde la cabecera municipal es la de mayor aporte con 22.37 toneladas, lo que representa el 30% del total, de igual manera el municipio cuenta con el 100% de cobertura del servicio contando con 14 unidades recolectoras, 2 de ellos tráileres de 25 y 12 toneladas, los cuales transportan los residuos al centro de transferencia del municipio y posteriormente al relleno sanitario del ejido de San Bartolomé Atlatlahucan en el municipio de Tenango del Valle.

Es de resaltar que de acuerdo con la SEMARNAT & INECC (2020), a nivel nacional, la generación promedio de todo tipo de residuos urbanos es de alrededor de ~0.94 kg por persona por día, lo que deja a Tenancingo por debajo del promedio nacional, el cual si se dividen las 74.57 toneladas (74,570kg al día), entre los 104,677 habitantes, se obtiene un promedio ~0.71kg por persona al día.

Cabe mencionar que se estima que la cantidad de toneladas de residuos sólidos generadas es superior a la estipulada por las autoridades municipales, llegando a generarse alrededor de las 100 toneladas principalmente los días jueves y domingos que se coloca el tianguis, lo que colocaría a Tenancingo por arriba del promedio nacional de generación de residuos por persona por día, alcanzando ~0.95 kg por persona por día. A pesar de contar con el 100% de la cobertura de servicio de recolección de residuos en el municipio, es común encontrar tiraderos a cielo abierto, todo ello por la falta de educación de gran parte de la población municipal (ver figuras 28 y 29).

Figura 28.

Envases de fertilizantes químicos, Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

Figura 29.

Tiradero a cielo abierto, paraje el Zarzal, San Miguel Tecomatlán, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

Al igual que el agua, el suelo es otro de los recursos que más afectaciones se han notado por efectos de la VC. De acuerdo con la European Environment Agency (2019) con los descensos en la humedad de los suelos aumenta la necesidad de irrigación en la agricultura, lo que está generando rendimientos más reducidos e incluso la desertificación de los suelos; de igual manera con los cambios de uso de suelo, se está provocando que la superficie quede expuesta a la erosión tanto hídrica como eólica, generando que comience a fragmentarse la segunda reserva (por detrás de los océanos) más grande de CO² del planeta, liberando grandes cantidades del gas a la atmósfera y con ellos siendo detonante para la VC.

En lo que respecta a suelos costeros, debido al incremento de la temperatura del planeta se está generando un derretimiento acelerado de los polos y con ello una creciente en los mares y la contaminación salina de los suelos costeros, provocando que la población de la zona tenga que moverse a áreas céntricas.

Para el caso del municipio de Tenancingo sus suelos no son la excepción debido a que presenta cambios de uso de suelo principalmente de bosque a agrícola y a la deforestación, en los cuales queda expuesta la superficie provocando erosión y pérdida de nutrientes al suelo, lo que conlleva que los agricultores ocupen una mayor cantidad de fertilizantes y plaguicidas químicos, generando así el incremento de los GEI. También con los cambios de uso de suelo está provocando que en el municipio ya no se infiltre al subsuelo el agua pluvial, la cual tiende a irse al drenaje, de igual manera y como se mencionó en apartados anteriores al presentarse la superficie del suelo sin ninguna protección esta tiende a que cuando llueve los nutrientes y restos de fertilizantes y plaguicidas químicos lleguen a los ríos, arroyos y mares, incrementando su contaminación.

Tenancingo está presentando cambios en el ciclo hidrológico siendo este uno de los efectos de la variabilidad climática, provocando el atraso de la temporada de lluvias y con ello desertificación. Cuando se presentan lluvias torrenciales se ha generado la pérdida de suelos por deslaves en zonas de riesgo provocando con ello la liberación de grandes cantidades de CO² almacenadas y sin dejar de lado que

con las lluvias se presenta mayor infiltración de lixiviados propiciados por los tiraderos clandestinos de residuos sólidos generados por los habitantes

5.2.4. Variabilidad climática y perturbación a la diversidad biológica

La biodiversidad o también conocida como diversidad biológica y de acuerdo con la CONABIO (2022); es la diversidad de la vida, abarcando desde sus niveles de organización biológica como las plantas, animales, hongos y microorganismos, su variabilidad genética, los ecosistemas, sus regiones de ubicación y los procesos ecológicos y evolutivos de todo ser vivo.

La biodiversidad de Tenancingo es afectada por diversos factores tales como el cambio de uso de suelo que se está presentando, la tala clandestina en zonas protegidas y los incendios forestales, generando la pérdida de hábitat de especies tanto de flora como de fauna del lugar, sin dejar a un lado lo mencionado en apartados anteriores sobre la liberación de CO² a la atmósfera incrementado los GEI; de igual manera con la deforestación se elimina el mecanismo natural para infiltrar el agua de lluvia y con ello mantener al suelo húmedo evitando desertificación de la zona, sin dejar de mencionar que con la disminución del área forestal, las temperaturas se incrementan generando no solo problemas a los seres humanos sino a todo ser vivo, problemáticas como olas de calor que en los últimos años se han incrementado no solo en el municipio si no en todo el país.

Otro de los factores que se encuentra dañando la biodiversidad del municipio se debe a la plaga de insectos descortezadores, los cuales atacan principalmente a la especie de árboles de pino Montezumae o mejor conocido como árbol de ocote, secándolos desde el interior, es por ello que hasta la fecha una de las pocas soluciones que se han implementado para erradicar la plaga es fumigar árbol por árbol para eliminar el insecto y posteriormente derrumbarlo, lo que está propiciando que se lleve a cabo una tala controlada y supervisada, pero con ello pérdida de especies de flora, fauna y hábitat natural de las mismas. Factores como la deforestación, el cambio de uso de suelo, los incendios forestales, la sobre

explotación de los recursos naturales, la contaminación y la variabilidad climática, están propiciando la mayor crisis a la biodiversidad no solo del municipio si no todo el país. (ver figura 30).

Figura 30.

Deforestación, el Carmen, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024).

La biodiversidad al igual que el aire, agua y suelo está siendo vulnerable ante la variabilidad climática, tal y como lo menciona la CONABIO (2021), la VC es de los factores principales que han incrementado la pérdida de biodiversidad, derivado de los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura, lo cual ha generado las afectaciones y alteraciones de los niveles de biodiversidad, como la fisiología, los comportamientos e interacciones con otras especies, lo que ha conllevado a tener variaciones en su distribución, cantidad, tamaño y estructura de las poblaciones, modificando así el funcionamiento y distribución de los ecosistemas.

La biodiversidad en Tenancingo se ve vulnerable ante la variabilidad climática, debido a las problemáticas establecidas en los apartados anteriormente descritos (aire, agua, suelo), ligados a incendio forestales, contaminación,

disminución y calidad del agua, cambios de uso de suelo, uso de plaguicidas y fertilizantes químicos entre otras problemáticas más; todas generando pérdida de biodiversidad, destrucción y contaminación de hábitat para la flora y la fauna, con estas acciones diversas especies de fauna nativas del municipio tienden a desplazarse y emigrar para poder conseguir alimento, sobrevivir y comenzar a adaptarse a las nuevas condiciones tanto climáticas como sociales, de igual manera a través de la deforestación y el cambio de uso de suelo, están desapareciendo especies de flora endémicas de Tenancingo.

Todo ello ligado a que el ser humano está generando una gran crisis sobre la biodiversidad y con ello incrementado de los efectos de la variabilidad climática de la cual ya estamos resintiendo las consecuencias de dichos actos, claros ejemplos las olas de calor cada año más severas, sequías latentes, falta de agua, lluvias atípicas, inundaciones e incendios forestales, por lo que es necesario que a través de políticas bien establecidas, a favor de la conservación de la biodiversidad, implementadas adecuadamente y que contengan sanciones severas para quienes nos las acaten se logre la protección a la biodiversidad, todo ello para beneficio de la sociedad del municipio de Tenancingo.

5.2.5. Desafíos del sector educativo ante la variabilidad climática

La variabilidad climática es un fenómeno natural del cual solo se habla de las afectaciones que está generando a los sectores de la agricultura, ganadería, medio ambiente y de cada una de las actividades económicas de un municipio, estado o país, pero de acuerdo con el Instituto para el futuro de la educación (2022), un tema de igual importancia es la educación (en cada nivel educativo) debido a que es importante instruir como mitigar y/o remediar los efectos de la variabilidad climática.

El Instituto para el futuro de la educación (2022) reafirma que la variabilidad climática afecta la calidad del aire, la producción de alimentos, la accesibilidad al agua potable, lo que ha propiciado la deserción, el ausentismo, el bienestar y seguridad de los estudiantes, por lo que es necesario que los sistemas educativos

se adapten y que consideren a los impactos directos e indirectos en las discusiones de la variabilidad climática como respuesta a la protección de los alumnos.

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), en el municipio el número de escuelas se incrementó en 15 instalaciones pasando de contar con 209 planteles en 2013 a contar con 224 en el 2022. Aunado a ello la demanda escolar se ha visto variada en el lapso de tiempo de los ciclos escolares 2013-2014 al 2019-2020, siendo el nivel preescolar el que presentó una mayor disminución pasando de contar con 4,654 estudiantes a 4,330, disminuyendo el 7% del alumnado del nivel, para el caso de primaria se contaba con 13,569 alumnos y para el ciclo 2019-2020 con 13,421 disminuyendo el 1.1% de alumnos de nivel primaria, en lo que concierne a secundaria, en el ciclo escolar de 2013-2014 se contaban con 6,007 estudiantes inscritos en dicho nivel, incrementándose en un el 5% (6,321) para el ciclo 2019-2020; el nivel medio superior es el que mostró el mayor incremento pasando de tener una matrícula escolar de 3,917 a 5,548 alumnos en el ciclo 2019-2020 incrementando en 41% su número de estudiantes, respecto a nivel superior también se ha presentado un incremento en su alumnado pasando de contar con 1,729 a 2,178 alumno en el lapso de ciclos escolares antes mencionados, incrementando en 26% su matrícula (PDM Tenancingo, Edo. Méx. 2022–2024).

Cabe mencionar que de acuerdo con el Censo de población y vivienda (INEGI, 2020), para ese año en el municipio asistían a la escuela 31,798 alumnos lo que represaba el 30.3% de la población total municipal; a pesar del número de estudiantes antes mencionado en ese año se tenía registro de 3,591 personas analfabetas, lo que representaba el 3.4% de la población total, representando así un indicador de incremento de la pobreza y marginación en el municipio.

Respecto a la VC, el sector educativo se ha visto vulnerable, pues sus efectos muchas escuelas han tomado la decisión de cerrar por motivos de incendios, olas de calor, inundaciones, falta de agua o sequías, fenómenos naturales cada vez de mayor intensidad y frecuencia; generando pausas en el aprendizaje y en la salud física y mental de los estudiantes.

Afortunadamente en el municipio aún no se ha presentado la necesidad de la suspensión de labores escolares por algún efecto de la variabilidad climática (olas de calor, inundaciones, sequía, falta de agua, etc.), lo que provocaría una pausa al aprendizaje educativo. A pesar de que no se haya presentado la suspensión de labores escolares por cuestiones de la VC, si ha causado incertidumbre y molestias derivado del encharcamiento del agua de lluvia (ver figura 31), aunque no se descarta la posibilidad que en unos años esta situación pueda cambiar y la educación se vea amenazada por este fenómeno, por lo que es necesario incluir a la educación ambiental como obligatoria en cada uno de los niveles educativos, para que con bases ambientales se pueda afrontar, mitigar y adaptarse a los efectos de *la variabilidad climática*.

Figura 31.

Encharcamiento en entrada escolar, Tenancingo.



Fuente: elaboración propia (2024)

Así mismo, se esperaría que el gobierno municipal, trabajará para dar respuesta a la vulnerabilidad del sector educativo, con el objetivo de que la población tenga un acceso a la educación básica, pero también el garantizar la

infraestructura a la creciente demanda educativa y con ello establecer a la educación como una alternativa para la mitigación y adaptación a la variabilidad climática.

5.2.6. Repercusiones de la variabilidad climática en el sector salud

La variabilidad climática, plantea una seria amenaza para la salud humana, la cual no solo afecta al entorno físico, sino también a cada uno de los aspectos de los sistemas naturales y humanos, incluyendo las condiciones sociales, económicas y el funcionamiento de los sistemas de salud (Organización Mundial de la Salud, 2023).

El sector salud es de los más vulnerables a los efectos del VC, en especial su infraestructura sanitaria debido a que es y será insuficiente para lograr atender la demanda de servicios de salud por lo que es necesario la toma de medidas preventivas ante posibles efectos en la salud humana, tal y como lo afirma la COFEPRIS (2017).

Por su parte el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático (2022) informan que el VC está propiciando la vulnerabilidad del sector salud de forma directa a través de condiciones climáticas extremas como lo son las olas de calor, huracanes, lluvias intensas o tormentas y de forma indirecta afectando la calidad del aire, agua, suelo y biodiversidad, también dañando la agricultura, ganadería y los medios de vida.

La salud de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (1946) se considera como un estado de completa salud social, física y mental y no simplemente la ausencia de una enfermedad o condición. De igual manera con la salud se deben satisfacer todas las necesidades básicas de la humanidad tanto emocionales, nutricionales, sociales, culturales y sanitarias, debido a que la salud es un derecho fundamental de todo ser humano, independientemente de su raza, religión, ideología política o condición social y/o económico.

La salud aparte de ser un concepto médico también se relaciona con las costumbres, tradiciones, valores, la cual requiere de la participación de todos los miembros de la sociedad tanto individual en educación sanitaria como colectivo mediante la participación de las instituciones estatales con el objetivo de satisfacer las necesidades de la población.

Dentro de municipio y tal como se mencionó en apartados anteriores de acuerdo con el Censo de población y vivienda de INEGI (2020) para el año 2020, el municipio contaba con 60,451 habitantes afiliados a algún servicio de salud público, representando el 57.75% de los 104,677 habitantes que había en ese año.

Con base en lo plasmado en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024) en el municipio han sido insuficientes las camas de hospital ya que se contaba con una por cada 1,231 personas, propiciando que la población acuda al sector de salud privada, ya sean en las grandes cadenas farmacéuticas o en hospitales privados de la región; todo ello a pesar de que en el municipio se cuenta con 14 unidades médicas públicas, 2 de ellas con hospitalización general y 87 unidades móviles utilizadas para consultas externas y/o transporte.

Es de resaltar que aun con contar con dicho número de unidades médicas, más de 43,000 personas aún no estaban afiliadas a alguna institución médica de servicio de salud pública, repercutiendo en su economía y en la falta de poder ejercer su derecho fundamental a una salud digna.

Respecto a la VC, la salud en la población se ve afectada con los crecientes efectos de la variabilidad climática ejemplos de ello son los aumentos de deshidratación, lesiones traumáticas, enfermedades infecciosas (como lo son la diarrea, colera, dengue, desnutrición) o efectos en la salud mental, generando un daño a la sociedad y la economía de la misma.

Para el caso de municipio y de acuerdo en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), la mayor preocupación se centra en las enfermedades infecciosas y gastrointestinales provocadas por las olas de calor y las lluvias intensas atípicas ya que derivado de esta última en localidades como Valle de Guadalupe, San José el

Cuartel, La Trinidad, San Diego, San Ramón, San Mateo, La Ciénega, El Salitre y El Chiflón, se presentan severas inundaciones provocando el estancamiento del agua y con ello enfermedades como la diarrea y el dengue, lo que pone en riesgo la salud e integridad de la población; sin dejar de lado los daños ocasionados a la infraestructura del hospital general (ver figura 32).

Figura 32.

Inundación en Col. La trinidad (paraje el barquito) en las inmediaciones del Hospital general de Tenancingo.



Fuente: Sur Tenancingo noticias (2024).

A pesar de que en el municipio no se hayan presentado casos graves ocasionados por la variabilidad climática, no se descarta la posibilidad de que si no se comienza a actuar para disminuir los efectos de la VC en los próximos años se comiencen a presentar y con ello la probabilidad del colapso del sector salud municipal.

5.2.7. Vínculo entre pobreza y variabilidad climática

La pobreza tal y como la considera el CONEVAL (2014), es considerada como un fenómeno, el cual ha afectado a millones de personas en todo el mundo durante décadas, siendo un desafío complejo el poder combatirla; la pobreza no se refiere únicamente a la carencia de ingresos, sino a la falta de habilidad a la integración social de las personas y con ello lograr enriquecer sus vidas, de igual manera se encuentra asociada a las condiciones de vida, a la desigualdad, a la limitación de derechos y libertades, impidiendo la satisfacción de las necesidades básicas de cada individuo.

De acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024) y al CONEVAL (2014), se determinan dos dimensiones para la identificación de la población en situación de pobreza, las cuales son:

- Bienestar económico: ligado aquella población que sus ingresos les son insuficientes para satisfacer sus necesidades.
- Derechos sociales: ligado en identifican a la población con carencias sociales en al menos uno de los indicadores (rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso de servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación de calidad.

En la siguiente tabla (26) se observan los datos comparativos de la población del año 2010 y 2020 en situación de pobreza, pobreza moderada y pobreza extrema, entendiéndose estas últimas como:

- Pobreza moderada: de acuerdo con el CONEVAL (2014) son consideradas aquellas personas que, siendo pobre no es pobreza extrema, es decir que su ingreso es mayor o igual a la línea del bienestar mínimo (se trata del valor monetario necesario para satisfacer las necesidades alimentarias a través de bienes y servicios).

- Pobreza extrema: considerada para aquellas personas que su ingreso es menor a la línea del bienestar mínimo, es decir que si hiciera uso de todo su ingreso disponible no podría conseguir la canasta básica.

Tabla 26.

Pobreza en Tenancingo 2010 y 2020.

Pobreza		Pobreza moderada		Pobreza extrema	
2010	2020	2010	2020	2010	2020
50,678	64,376	40,198	54,821	10,480	9,555

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024).

En la tabla anterior se muestra que para el año 2010 en el municipio había 50,678 personas en situación de pobreza lo que representaba el 55.7% de la población total de ese año, de los cuales el 20.6% (10,480) vivían en situación extrema y el 79.4% (40,198) en situación de pobreza moderada; para el año 2020 el municipio contaba con el 61.5% (64,376) de la población total de ese año en situación de pobreza, de los cuales el 14.8% (9,555) lo hacían en situación extrema y 54,821 (85.2%) habitantes lo hacían en situación moderada. A pesar de que la pobreza extrema en el municipio disminuyó, aun una gran cantidad de habitantes no cuentan con el ingreso necesario para conseguir la canasta básica, poniendo en riesgo el bienestar y la salud de su familia.

Mérida & Acuña (2015) plasmaron que la pobreza que se vive actualmente en varias partes del mundo, es un desafío para los tomadores de decisiones públicas, derivado a la presión de los fenómenos meteorológicos, los cuales incrementan el empobrecimiento de las regiones, debido a que la población más vulnerable a los efectos del VC son aquellas que se encuentran en situación de pobreza.

De acuerdo con Hoffmann (2021) existen tres razones por las cuales la variabilidad climática agrava la pobreza de la sociedad:

- La población más pobre es la más expuesta a los efectos de la VC como en huracanes, olas de calor, inundaciones, sequías.

- La población más pobre al tener pocos bienes, pierden más en algún desastre natural que la población que cuenta con mayores bienes.
- Dicha población cuenta con menores recursos para enfrentar los efectos de la variabilidad climática.

Por su parte Wellenstein *et al.* (2022) mencionan que la población pobre vive al día, refiriéndose a que su consumo depende del ingreso generado en el transcurso del día, dependiendo de un trabajo ya sea formal o informal y a la demanda del mismo, por lo que sus bienes son más vulnerables a sufrir daños y/o ser destruidos por los efectos de la variabilidad climática, es por eso que plantearon cuatro amenazas que hacen vulnerable a la pobreza ante el VC:

- Alza de la temperatura disminuye la producción laboral: haciendo referencia que con el aumento de la temperatura se disminuye la jornada laboral al aire libre por problemas que se pueden suscitar como la deshidratación, dolores severos de cabeza, infecciones en la piel e incluso cáncer en la misma.
- La variabilidad climática afecta los alimentos que los pobres producen y consumen: refiriéndose a que los sistemas agropecuarios están más expuestos a los impactos climáticos como sequías, inundaciones o precipitaciones extremas, lo que ocasionaría que el costo de los productos eleve su valor y con ello se imposibilite su adquisición para el sector más pobre.
- Los fenómenos climáticos extremos obstaculizarán la acumulación de capital físico y humano de los pobres: es decir que los hogares más pobres tienen menos probabilidad de adquirir un seguro contra daños o pérdidas en caso de algún desastre natural.
- La VC eleva los gastos de salud: haciendo referencia a que, con el aumento de la temperatura, el estrés hídrico, las lluvias atípicas, el incremento de inundaciones y sequías, aumentando las enfermedades gastrointestinales o de alguna infección propiciadas por el agua o los cambios bruscos de temperatura, repercutiendo en la economía de la sociedad.

Para Tenancingo la población en situación de pobreza si ha resentido los estragos de los efectos de la VC, principalmente en la adquisición de alimentos de primera necesidad, donde para finales del año 2023 y principios del año 2024 los costos se incrementaron, algunos de ellos triplicando su valor normal, todo ello originado por las elevadas temperaturas y sequias que se presentaban en la región y el país. Aunado a eso la escasez de agua generó otra problemática debido a que al no contar con ingreso necesario tienden a consumir agua que no es potable ocasionando problemas a su salud y con ello más gastos para la familia.

De igual manera al no contar con una vivienda digna por no tener un ingreso que les permita tener un hogar en óptimas condiciones; cuando se presentan lluvias atípicas, tormentas, ráfagas de vientos atípicos u olas de calor, sus viviendas tienden a presentar daños e incluso pérdidas de sus casas (ver figura 33).

Figura 33.

Daños en vivienda por la lluvia y granizo, Tenancingo



Fuente: Black & White Tenancingo noticias (2024).

5.2.8. Impactos de la variabilidad climática en los sectores productivos

Los sectores productivos que también son conocidos como económicos, son decisivos en el nivel de ingresos que se generan en un país, es por ello que tal y como lo establece el Centro de Estudios de Finanzas Publicas (2021), dichos sectores son el conjunto de actividades comerciales y/o productivas las cuales reúnen características similares, clasificándose de la siguiente manera:

- **Primarios:** son aquellos los cuales incluyen actividades productivas donde su producción está basada en el uso o explotación de algún recurso natural, es decir es la primera fase de cualquier proceso productivo de donde se generan las materias primas para el proceso de producción, en este sector se encuentra la agricultura, ganadería, pesca y minería.
- **Secundarios:** en este sector se vinculan todas aquellas actividades productivas que realizan algún proceso de transformación a lo que son la materia prima, es decir la fase dos de cualquier proceso productivo, en este sector se encuentra todo tipo de industria, construcción y bienes de capital.
- **Terciario:** referente a este sector son consideradas todas aquellas actividades económicas que no producen bienes tangibles sino intangibles, es decir es la fase tres de todo proceso productivo porque está conformado por todos los servicios ofrecidos a la sociedad tales como el comercio, la esfera financiera y todo tipo de servicio (educativo, salud, transporte, información, deporte, cultura, alimentos, bebidas y de organizaciones).

Para el caso de Tenancingo, tal y como se comentó anteriormente entre el 2010 y 2020 el sector primario (agricultura) presentó un incremento de producción, siendo el aguacate Hass el de mayor realce pasando de contar con 270 ha a 910, es decir incrementando en 640 ha de cultivo de aguacate, lo que está generando el acelerado cambio de uso de suelo en el municipio pasando principalmente de bosque a agrícola, de igual manera dicha especie necesita de grandes cantidades agua por lo que se encuentra latente la escasez del líquido vital.

Para el caso de la ganadería, las toneladas de ganado vivo superaron a las toneladas de carne siendo la avicultura y el ganado bóvido los de mayor cantidad, para el caso de la primera en 2020 se generaron 695.65 toneladas de ganado vivo por 543.51 de toneladas de carne, en el caso de bovino se contaron con 609.151 toneladas de ganado vivo por 330.97 toneladas de carne, cabe señalar que al igual que en la agricultura, con dichas cantidades han propiciado el cambio de uso de suelo pero también el incremento de los GEI por medio del metano producido en la ganadería.

Referente al sector secundario en el municipio no se cuenta con industrias de grandes magnitudes solo industrias manufactureras destacando las tortillerías y panaderías, las cuales de acuerdo con el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), el año 2018 fue el de mayor recaudación con un registro de más de 231.6 millones de pesos, en lo que respecta a la construcción, el ultimo registro es del 2013 por parte de una sola empresa, esto por el motivo de que las edificaciones se realizan con empresas foráneas. Para los bienes capitales la distribución y comercialización de energía eléctrica está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad, en el caso del suministro del agua potable es la administración municipal por parte del organismo público descentralizado para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Tenancingo (OPDAPAS) y los distintos comités de agua potable de las localidades, quienes se encargan de suministrar el servicio, desafortunadamente no se tiene información sobre de la recaudación de dichos servicios.

Para el sector terciario de acuerdo con lo plasmado en el PDM Tenancingo, Edo. Méx. (2022–2024), dicho sector de servicios es el que ha tenido un crecimiento constante, de acuerdo con el censo económico de 2019 se reportó una participación de 3,234 millones de pesos, lo que lo coloco como el sector de mayor aportación al PIB de Tenancingo representando el 70.91% del total del municipio. Con dicho incremento en este sector también ha propiciado que se incrementen la generación de residuos sólidos, claro ejemplo se nota los días jueves y domingos cuando se

establece el tianguis municipal, en el cual se juntan grandes cantidades de residuos, propiciando malos olores, la proliferación de fauna nociva, así como el escurrimiento de lixiviados y una mala imagen del municipio.

Por otro lado, respecto a la vulnerabilidad de los sectores productivos ante la VC, de acuerdo con lo plasmado por la SADER (2015) la variabilidad climática genera alteraciones de los eventos meteorológicos tales como los huracanes, heladas, frentes fríos, sequías o lluvias extremas, provocando que los sectores productivos se vean afectados, ya que dichos fenómenos dañan el rendimiento de los cultivos, destruyen las siembras, generan pérdidas de ganado por falta de agua y sequías, proliferando plagas y enfermedades para la agricultura y ganadería.

Para el caso de los sectores tanto secundarios como terciarios, estos no están exentos de los efectos de la variabilidad climática, debido a que con las sequías y falta de agua las industrias no funcionan a su máxima capacidad o al incrementar los precios de las materias primas, las industrias tienden a elevar sus precios claro ejemplo son las industrias de tortillería y de panadería. Por su parte el abastecimiento principalmente de agua potable se ven interrumpidos por la falta del líquido, de igual manera por cuestiones de sequías, inundaciones, frentes fríos o huracanes, los servicios de salud, deporte, educativos y transporte pueden ser suspendidos.

Para Tenancingo el sector primario se ha visto afectado derivado de la sequía y falta de agua que se ha presentado no solo en el municipio si no en todo el país, provocando principalmente conflictos sociales por el agua de riego, de igual manera las heladas y los frentes fríos han incrementado los precios de la producción agrícola y ganadera provocando que la sociedad tenga que invertir más en los productos.

Para el caso del sector secundario el municipio se ha visto afectado principalmente en el incremento del precio en la industria de la tortillería y panadería, pasando de costar 14 pesos por kilo de tortillas en 2015 a 26 pesos por kilo en 2020, para el caso del pan en 2015 costaba la pieza 2 pesos y en 2020 paso a costar 5

pesos por pieza (PDM Tenancingo, Edo. Méx., 2022–2024), repercutiendo en la economía de la población local, todo ello ligado a que la materia prima (como lo es la harina de trigo y el maíz) aumentó su costo de producción provocado por las alteraciones meteorológicas ocasionadas por los efectos de la VC. De igual manera el abastecimiento de agua potable se ve afectado derivado de las sequias y escasez del líquido vital lo que ha provocado la suspensión temporal del servicio de agua potable.

Para el sector terciario se ha visto afectado principalmente el servicio de transporte derivado de las inundaciones que las lluvias torrenciales han provocado principalmente en la zona conocida como el barquito, lugar donde también afecta al servicio de salud porque en esa zona de inundación se ubica el hospital general del municipio, el cual con las inundaciones deja de presentar servicio temporalmente; por el momento el servicio educativo no se ha visto en la necesidad de suspender labores por alguna cuestión meteorológica o la falta de agua, pero se debe de tomar en cuenta que el riesgo está latente (ver figura 34).

Figura 34.

Sectores económicos perjudicados por frio y lluvia tianguis Tenancingo centro.



Fuente: elaboración propia (2024).

5.2.9. Análisis del SSE en Tenancingo ante la variabilidad climática

De acuerdo con lo plasmado con anterioridad, los sistemas socio ecológicos hacen referencia a la interacción entre los seres humanos y la naturaleza es decir el sistema ecológico y el social, donde de acuerdo con González (2017) se entiende a la interacción como aquella acción mutua sobre el comportamiento entre individuos al relacionarse; clasificándose en positivas y negativas, en las primeras ambos sistemas reciben un beneficio mutuo y en las negativas solo uno de los sistemas es beneficiado. Para el caso de los SSE la gran mayoría de esas interacciones son negativas ya que el beneficio se enfoca en los componentes del ámbito social, por encima de los componentes ecológicos.

La variabilidad climática es considerada como un problema complejo de carácter mundial, el cual incide sobre los sistemas socio ecológicos por igual, todo ello derivado de las actividades antropogénicas, generando impactos negativos en cada uno de los ámbitos que contribuyen al desarrollo sustentable, tales como la economía, la cultura, la sociedad y la ecología, poniendo en riesgo la supervivencia y los recursos naturales de los seres vivos del planeta. En este sentido, la variabilidad climática puede ser entendida como un factor amplificador, que potencia las interacciones negativas existentes, profundizando los desequilibrios del SSE.

Para el análisis de las interacciones que existen entre los compontes de los sistemas ecológico y social de Tenancingo, se diseñó y aplicó una Matriz de interacción de impacto ambiental (tabla 27), con la cual se posibilitó la identificación de las interacciones de mayor y menor relevancia en el SSE de Tenancingo, plasmando los resultados de forma gráfica y posteriormente dar pauta para la descripción de las interacciones de los componentes del SSE y la variabilidad climática a partir de un diagrama de flujo (ver tablas 4 y 5 en el apartado de metodología).

Tabla 27.

Matriz de interacción del sistema socio ecológico de Tenancingo

Sistema social Sistema ecológico		Educación			Salud			Pobreza			Sectores productivos						TOTAL
		Rezago educativo	Analfabetismo	Abandono escolar	Población no afiliada	Falta de instalaciones	Colapso del sector salud	Falta de servicios básicos	Falta de vivienda digna	Población en pobreza extrema y moderada	Destrucción de siembras	Pérdida de ganado	Conflictos por agua de riego	Precio de materia prima	Abastecimiento de agua potable	Afectaciones por inundaciones	
Aire	Incendios forestales	1 1	0 0	0 1	0 2	1 2	0 2	2 2	2 2	2 2	2 3	2 2	1 2	2 2	1 2	2 3	28
	Emisiones de GEI	2 2	1 2	2 1	0 2	3 2	2 2	3 3	3 2	2 2	1 2	3 3	2 2	2 2	1 2	1 3	
Agua	Consumo excesivo	2 3	0 2	1 3	0 1	3 2	2 2	1 2	1 2	1 2	2 2	1 2	3 3	2 2	2 3	3 2	33
	Contaminación	2 2	0 1	2 2	1 1	2 2	2 3	2 2	2 2	2 1	2 2	2 3	2 2	3 2	2 2	2 2	
	Residuos sólidos sobre el río	1 1	2 2	0 1	2 2	3 3	3 2	3 3	3 3	2 2	2 2	2 2	1 2	2 2	1 2	3 3	
	Uso y aprovechamiento irregular	2 2	1 1	2 2	0 1	3 3	2 2	1 3	1 3	1 2	2 2	2 2	3 3	2 2	3 3	1 2	
Suelo	Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos	1 2	2 2	1 3	3 2	2 3	2 3	1 3	1 3	1 2	2 2	2 2	2 1	2 2	2 2	2 1	33
	Cambio de uso de suelo	1 1	1 1	1 2	0 1	2 1	0 1	3 3	3 3	3 1	3 3	3 3	3 3	2 2	3 2	3 3	
	Residuos sólidos	1 2	2 1	1 2	1 2	3 2	3 2	3 3	3 3	1 1	3 2	3 2	2 2	2 2	2 2	3 3	
Biodiversidad	Deforestación	1 1	2 1	1 1	2 2	1 2	3 2	3 3	3 2	3 2	3 3	2 3	3 3	2 3	3 3	3 3	34
	Pérdida de hábitat	1 1	2 1	1 1	2 2	0 2	2 1	3 2	3 2	3 1	3 2	3 2	2 2	2 1	2 2	3 2	
	Plagas	0 0	1 1	0 1	1 1	2 1	2 1	0 1	0 0	0 0	2 3	2 2	0 1	1 2	1 1	1 1	
TOTAL		15	14	12	12	25	23	25	25	21	27	27	24	24	23	27	

Fuente: elaboración propia con base en Pérez (2009).

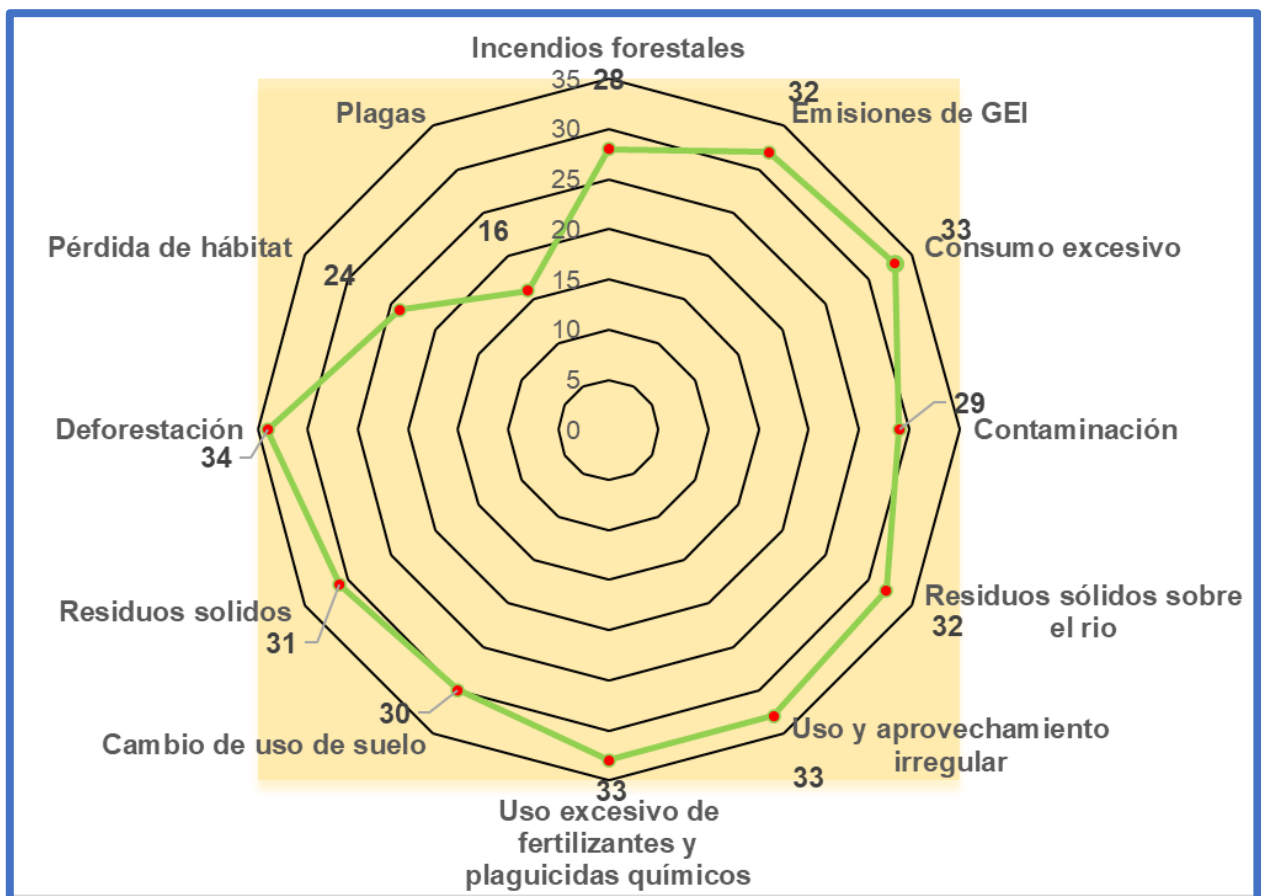
Como resultado de la matriz de interacción del sistema socio ecológico de Tenancingo, es de mencionar que la proliferación de plagas agrícolas y forestales se relaciona con los cambios en los patrones de temperatura y de precipitación, los cuales propician la reproducción y propagación de plagas e infecciones. Con el aumento en las temperaturas mínimas decrece la mortalidad natural de las plagas y favorece su presencia a lo largo de los años. Si bien en la matriz de interacción este elemento presentó el valor de relevancia de interacción baja, su persistencia

podría ocasionar efectos en cadena que perjudican la producción agrícola y la cobertura forestal y, como consecuencia y de forma indirecta, la seguridad alimentaria de la población local, lo cual justifica su control preventivo dentro del SSE. En el mismo componente de biodiversidad, la deforestación tuvo el mayor valor de interacción con el sistema social debido a que su incremento influye de manera integral sobre el SSE trastocando procesos ecológicos claves y generando una reacción en cadena de repercusiones sociales, económicas y ambientales.

En la siguiente figura (35) se observan los resultados de dichas interacciones.

Figura 35.

Interacciones de lo ecológico a lo social.

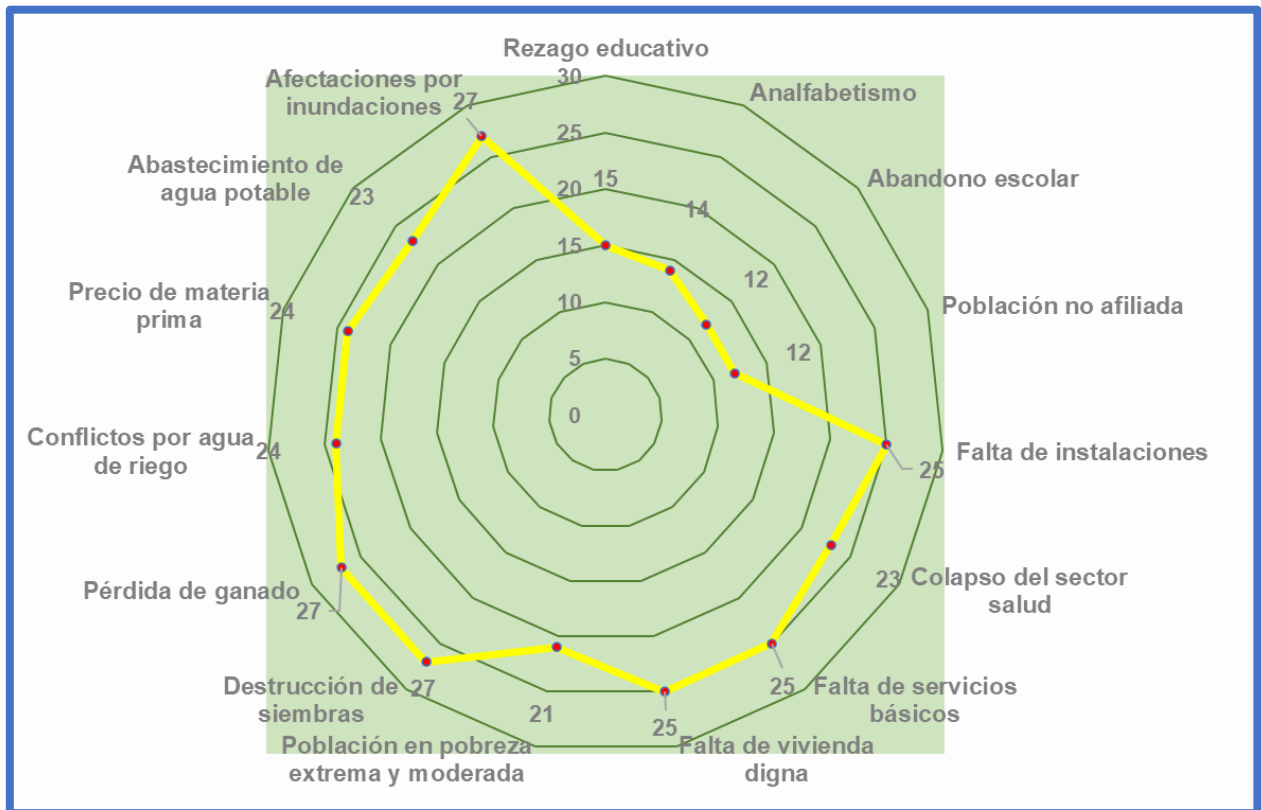


Fuente: elaboración propia (2024).

En la siguiente figura (36) se observan los resultados de dichas interacciones.

Figura 36.

Interacciones de lo social a lo ecológico.



Fuente: elaboración propia (2024).

Para el caso de las interacciones del sistema socio ecológico de Tenancingo, de lo social a lo ecológico, aunque el componente educativo tiene bajos valores de interacción directa con el sistema ecológico, su relevancia está en el impacto estructural y de largo alcance que tiene. El rezago educativo, el analfabetismo, el abandono escolar limitan el desarrollo de capacidades para comprender los fenómenos ambientales y climáticos, limitando la participación social en prácticas de conservación y adaptación. La salud (población no afiliada) es otro de los componentes que presentaron valores bajos de interacción directa con el sistema ecológico. En este sentido, actúan como un mediador en el sentido de que

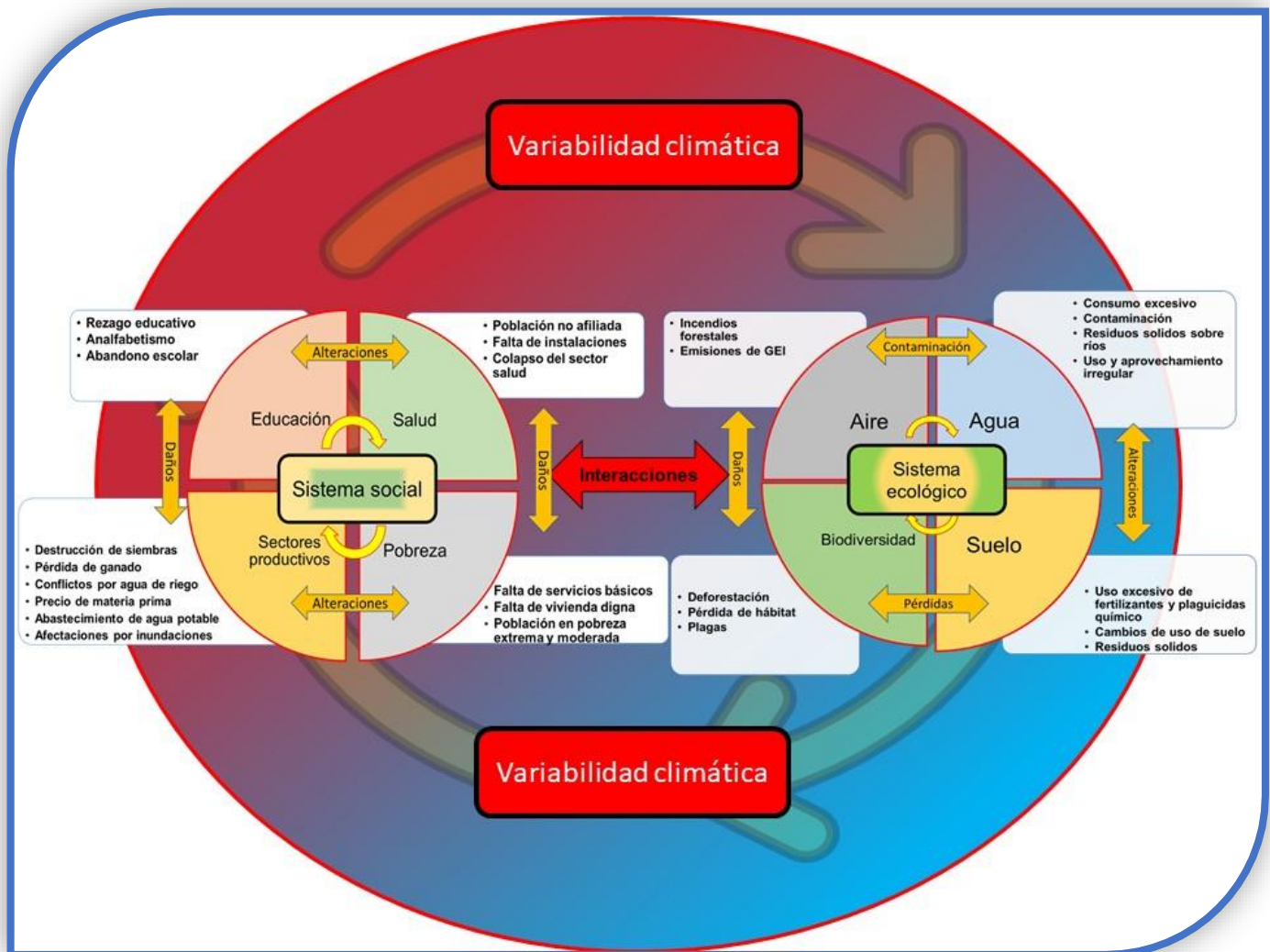
condicionan el modo en que la sociedad interactúa con los recursos naturales y responde ante los efectos de la variabilidad climática. De la misma forma, la debilidad del sector salud dada por la población no afiliada a ningún servicio de salud pública, añade mayor vulnerabilidad social frente a los efectos de la variabilidad climática, especialmente en poblaciones con escasa disponibilidad de atención médica.

Por el contrario, los componentes de pobreza y sectores productivos mostraron un estado intermedio, esto es, una intensidad media en las interacciones con el sistema ecológico, lo que implica que los sectores generan un mayor impacto sobre los recursos naturales y, a su vez, son aquellos que tienen una mayor fragilidad ante las consecuencias que van derivando de la variabilidad climática, por lo que es recomendable que los esfuerzos del Estado, de las Instituciones y de la sociedad fueran dirigidos prioritariamente hacia esos sectores para reducir las interacciones negativas en el propio SSE

En la siguiente figura (37) se observan y describen las interacciones del estado e impacto del SSE de Tenancingo ante la variabilidad climática.

Figura 37.

Interacciones del SSE en Tenancingo ante la VC.



Fuente: elaboración propia (2024).

En el diagrama anterior se observa que los componentes ecológicos y sociales anteriormente mencionados ha propiciado interacciones principalmente negativas al sistema socio ecológico, el cual ha sido dañando, contaminando, alterando y que ha generado pérdidas sociales y ecológicas, propiciando que las interacciones del SSE sean de forma cíclica, donde cualquier alteración repercute en todo el sistema socio ecológico. Por lo que a continuación se describen las

interacciones de lo social a lo ecológico y viceversa del SSE de Tenancingo y su vinculación con el aumento de los efectos de la variabilidad climática.

5.2.9.1 Interacciones de lo ecológico a lo social

Dentro del sistema ecológico se analizan los recursos aire, agua, suelo y biodiversidad, los cuales interaccionan y presentan alteraciones al sistema social:

- Aire: ante el incremento de los incendios forestales y de las emisiones de GEI a la atmosfera, están provocando una mayor contaminación del aire, lo que genera problemas al sistema social tal como en el sector educativo el cual se ve afectado por la calidad del aire propiciando la suspensión de labores para salvaguardar la integridad de alumnos, profesores, administrativos y demás integrantes del sector educativo. De igual manera el sector salud se ve perjudicado por la mala calidad del aire propiciado por los incendios forestales, repercutiendo en la salud de la población, principalmente en enfermedades como infecciones respiratorias y oculares o enfermedades de mayor gravedad como cardíacas y pulmonares, por ello la necesidad del monitoreo de la calidad del aire.

Respecto a la pobreza, son el sector más vulnerable ante una mala calidad de aire, todo ello porque no cuentan con el recurso económico para que, en caso de alguna enfermedad causada por la contaminación del aire, puedan asistir al sector salud. Para los sectores productivos también las interacciones con el aire están vinculadas a una mala calidad del aire propiciados por incendios forestales derivando en la competitividad y en la disminución de la productividad a partir de problemas de salud de los trabajadores, de igual manera al contar con una mala calidad de aire la sociedad prefiere resguardarse en sus hogares generando pérdidas económicas en la parte comercial (mercados, tianguis, tiendas comerciales y de alimentos).

- Agua: a partir del consumo excesivo, contaminación, uso y aprovechamiento irregular y la presencia de residuos sólidos sobre el caudal de los ríos, el agua

interacciona negativamente con el sistema social, lo que ha generado alteraciones a los distintos sectores. Para el caso de la educación se ve perjudicada en la disponibilidad del recurso, provocando que disminuya la cantidad de litros para las escuelas, provocando la limitación de áreas como el uso de los sanitarios y disminuyendo la cantidad del recurso para las áreas verdes, de igual manera derivado de la acumulación de residuos sólidos sobre el caudal de los ríos suelen ser causantes de inundaciones dañando las instalaciones y el mobiliario de las instituciones educativas.

En lo que concierne al sector salud es afectado principalmente por la disponibilidad del recurso, ya que es un sector en el cual es indispensable contar con agua para uso en las instalaciones, de igual manera a través de la contaminación y del estancamiento del agua, la población está expuesta a enfermedades tales como el colera, dengue, la salmonelosis o de enfermedades diarreicas y gastrointestinales propiciando mayor demanda a dicho sector, es de señalar que al igual que el sector educativo, el de salud presenta problemáticas por inundaciones provocadas por la concentración de residuos sólidos en los cauces de los ríos, repercutiendo en el servicio e instalaciones de salud.

Respecto a la pobreza y como ya se mencionó anteriormente son el sector más vulnerable a las interacciones negativas, tales como la falta del servicio de agua potable para satisfacer sus necesidades, ocasionando que tengan que acarrear el líquido desde ríos, arroyos o presas las que comúnmente ya se encuentran contaminadas lo que propicia enfermedades para su población, también precedido de los conflictos sociales por el agua de riego la población en situación de pobreza es la más afectada porque llegan a perder sus cosechas por la falta de agua y con ello el declive de su economía. Para los sectores productivos el agua es vital para su funcionamiento, es por eso que con la escasez, uso irracional y contaminación del agua, dichos sectores presentan serias problemáticas ya que al no contar con el recurso, las cosechas

no florecen, la ganadería comienza a presentar pérdidas de ganado transformándolo en pérdidas económicas para los sectores productivos, por lo que es necesario la implementación de acuerdos para el uso racional del agua de riego y de la distribución equitativa en municipio.

- Suelo: ante un excesivo uso de fertilizantes y plaguicidas químicos en la producción agrícola y florícola, el notable cambio de uso de suelo y la concentración de residuos sólidos, el suelo se establece como un componente que interacciona de forma negativa con el sistema social, tal es el caso con el sector educativo, donde si no se cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos generados en la institución, estos se transforman en un foco de infección, de malos olores y de proliferación de fauna nociva o de igual manera si la institución educativa se ubica cerca de algún tiradero clandestino o de alguna producción donde se utilicen fertilizantes y plaguicidas químicos, los olores emitidos por estas actividades pueden generar problemas de salud generando un bajo rendimiento, concentración y baja asistencia en la institución.

Respecto al sector salud, se perciben las problemáticas por el aumento de enfermedades como convulsiones, problemas respiratorios, hipertensión, cáncer e incluso mutagénesis generadas por la aplicación de fertilizantes y plaguicidas químicos sin una protección adecuada, además enfermedades producidas por la ingesta de agua contaminada por medio de lixiviados producidos por los residuos sólidos y del arrastre de sedimentos con restos de químicos utilizados en la agricultura, ganadería y floricultura, también los tiraderos clandestinos de residuos sólidos se convierten en un foco de infección y malos olores propagando el aumento de enfermedades a la población cercana a dichos lugares.

Referente a la pobreza, es un sector de los más vulnerables ante las interacciones negativas del suelo, derivado en que son aquella población la cual habita cerca de tiraderos clandestinos, estando expuestos a las múltiples

enfermedades, olores desagradables, la presencia de fauna nociva, pero también de fertilizantes y plaguicidas químicos los cuales dañan su salud y con ello su económica, de igual manera al establecer sus viviendas en terrenos de bajo costo, los cuales comúnmente son en zonas de riesgo, se convierten en el sector más vulnerable ante algún desastre natural como el desgajamiento de los cerros los cuales una de sus principales causas son originadas por el cambio de usos de suelo y la erosión.

Para los sectores productivos, el suelo es de vital importancia debido a que sobre él se produce todo lo necesario para la supervivencia de la sociedad, pero con las alteraciones propiciadas por el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos, cada día les cuesta mayor inversión económica el producir a los agricultores y floricultores, también con los cambios de usos de suelo, se pierde la capa superficial la cual protege de los procesos de erosión dejando expuesto a los cultivos, los cuales pueden ser dañados por procesos meteorológicos o fenómenos naturales, asimismo con los cambios de usos de suelo se limita la infiltración de agua pluvial provocando la escasez y uso para la producción de los sectores productivos; por lo que es necesario la regulación del uso de químicos en la agricultura y floricultura pero también en los cambios de usos de suelo del municipio.

- Biodiversidad: ante la inminente pérdida de hábitat de la flora y la fauna propiciado por la deforestación y la aparición de plagas, la biodiversidad comienza a presentar problemas al sistema social como lo es en la educación, la salud, la pobreza y los sectores productivos los cuales se ven afectados y amenazados; todo ello debido a que con la deforestación aparte de perder hábitat para la flora y fauna también se libera CO² contaminando el aire, perjudicando la salud de la población y con ello provocando la ausencia de alumnos, docentes y administrativos de las instituciones educativas, pero también propiciando el aumento de la demanda al sector salud y propiciando el incremento de los GEI, además ocasiona la falta de infiltración de agua pluvial

a los mantos freáticos provocando una baja disponibilidad del recurso para todo ser vivo principalmente a la población en situación de pobreza.

Asimismo, con la deforestación se elimina la cubierta vegetal que evita la erosión del suelo, lo que provoca cambios en su estructura y alteraciones generando que a los sectores productivos (los cuales dependen del suelo) le sea más costoso la producción y ente esta situación se presente un alza a los precios de sus productos, lo que perjudica a la economía de la población municipal.

5.2.9.1 Interacciones de lo social a lo ecológico

Dentro del sistema social se analizaron los componentes como lo son la educación, salud, pobreza y sectores productivos los cuales generan alteraciones al sistema ecológico:

- Educación: ante un rezago educativo, analfabetismo y abandono escolar, la población no le da importancia al cuidado de los recursos como el aire, agua, suelo y biodiversidad, a efecto de ello el sistema social constantemente incrementa las interacciones al sistema ecológico tales como las emisiones de GEI emitidas por la gran cantidad de vehículos automotores que sin una educación vial adecuada son usados en exceso, así como de los incendios forestales (la mayoría de ellos provocados intencionalmente por la población) en el municipio, generando contaminación al aire.

Referente al recurso agua por falta de educación, se tiene un consumo excesivo e irregular, de igual manera contaminación por residuos sólidos en los causes de los ríos y por descargas de aguas residuales sin un previo tratamiento; para el suelo, la falta de educación propicia que se realicen cambios de uso de suelo, se acumulen grandes cantidades de residuos sólidos y con ello la generación de lixiviados, sin dejar a un lado el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos; por su parte la biodiversidad se ve afectada por todo lo

antes mencionado, provocando la pérdida de flora, fauna y hábitat de las especies.

- Salud: al igual que la educación, el sector salud a través de la falta de instalaciones médicas, del aumento de personas no afiliadas a la salud pública y de un posible colapso del sector salud, están ocasionando que el sistema social genere interacciones negativas al sistema ecológico; el sector salud propicia el incremento de GEI y con ello la contaminación del aire a través del consumo de energía eléctrica ocupada para la refrigeración, calefacción, iluminación y uso de aparatos médicos y ante una falta de instalaciones médicas, las ya constituidas tienen a estar en servicio día y noche, propiciando mayor consumo.

El recurso agua, al igual que el aire se vincula con la falta de instalaciones médicas, lo cual deriva en el consumo excesivo y contaminación del agua en las instalaciones médicas en servicio, propiciado por el lavado de material usado en el sector salud, así como las descargas de aguas residuales sin un previo tratamiento y ante la falta de instalaciones médicas, las consolidadas se saturan, gastan y contaminan mayor cantidad de agua. Para el suelo, el sector salud interacciona a través de las grandes cantidades de residuos sólidos provenientes de este sector, donde la mayoría son de tipo biológico infeccioso, requiriendo un manejo especial, desafortunadamente no todos son tratados, depositándolos en tiraderos clandestinos o en el centro de transferencia municipal lo que ocasiona que los lixiviados se infiltren y contaminen los suelos. En lo que respecta a las interacciones con la biodiversidad, la alteración en particular la pérdida de hábitat y la fragmentación de ecosistemas, incrementa el riesgo de enfermedades zoonóticas (infecciones transmitidas de animales a humanos o viceversas) y vectoriales, al modificar los patrones de contacto entre fauna silvestre y población humana. En contextos de variabilidad climática, estos procesos se intensifican debido a cambios en la distribución de especies y vectores, lo que representa un riesgo adicional para el sector salud local, especialmente en poblaciones con limitado acceso a servicios médicos.

- Pobreza: a través del creciente número de población en situación de pobreza extrema y moderada, la falta de una vivienda en condiciones óptimas (que cuente con pisos de cemento, puertas, ventanas, sanitario y techo) y la falta de servicios básicos (agua, luz, drenaje), este sector interacciona con el sistema ecológico de manera negativa; con el recurso aire a través de la quema de madera para cocinar, calentar agua o calentarse por las bajas temperaturas, al igual de la quema de los residuos sólidos, ya que al no contar con el servicio de recolección realizan esta actividad (a pesar de que las autoridades municipales afirman que se cuenta con el 100% de cobertura de recolección de residuos sólidos), lo que provoca la contaminación del aire y el incremento de GEI.

Referente al agua, la pobreza interacciona con este recurso a partir de la disponibilidad, contaminación y descargas de aguas residuales, debido a que este sector de la población son los que disponen en menor cantidad y calidad del servicio de agua potable, de igual manera tienden a desechar sus residuos sólidos y sus aguas residuales sin un previo tratamiento a los ríos y arroyos provocando su contaminación y con ello dañando al sistema ecológico.

Para el recursos suelo, la población de este sector tiende a generar cambios de uso de suelo ya sea para la construcción de sus viviendas o para el cultivo agrícola, de igual manera al no contar con el servicio de recolección de residuos sólidos, tienden a quemarlos o a arrojarlos a los causes de los ríos u arroyos y a la propagación de los tiraderos clandestinos, provocando la infiltración de lixiviados al subsuelo, alterando su composición, generando un foco de infección, contaminando el suelo y los mantos acuíferos. Respecto a la biodiversidad, la flora y la fauna se ven dañadas por la destrucción de su hábitat propiciado por el cambio de uso de suelo, pero también por el derribe de árboles que son utilizados como leña ya sea para su venta o consumo.

- Sectores productivos: ante la destrucción de siembras, la pérdida de ganado, los conflictos sociales por el agua, el incremento en el precio de la materia prima o afectaciones por algún fenómeno natural; los sectores productivos presentan

interacciones negativas al sistema ecológico, tales como las emisiones de gas metano proveniente de la ganadería o de los diversos gases provenientes de los fertilizantes y plaguicidas químicos utilizados en la agricultura, los cuales contaminan el aire e incrementan la concentración de GEI emitidos a la atmosfera. Para el recurso agua las interacciones se presentan por el uso desmedido, contaminación (principalmente por fertilizantes y plaguicidas químicos) y desperdicio del líquido vital, derivado que la agricultura y ganadería son los mayores consumidores de agua.

Para el caso del suelo se vinculan a través de la generación de residuos sólidos tanto del sector comercio (los cuales alteran la composición y contaminación del suelo por medio de la infiltración de los lixiviados), como de la agricultura y ganadería a través de la implementación de plaguicidas y fertilizantes químicos y del cambio de uso de suelo para dichas actividades. En lo que respecta a las interacciones de los sectores productivos con la biodiversidad, esta se rige a partir de las problemáticas antes mencionadas, las cuales son responsables de la destrucción de hábitat de la flora y la fauna, contaminando, destruyendo, alterando y dañando al medio ambiente y con ello poniendo en riesgo la supervivencia de la sociedad.

En Tenancingo, las actividades de los sectores productivos primarios, particularmente la agricultura y la producción de flores, dependen en gran medida de las condiciones climáticas. La variabilidad en la lluvia y la intensificación de eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones provocan serias afectaciones a los ciclos de producción, las cuales se traducen en la destrucción de siembras, en la pérdida de ganado y en el aumento de costos asociados con el proceso productivo. Estas condiciones tienden a incrementar la vulnerabilidad económica del municipio y a reforzar la presión ejercida sobre los recursos naturales, concluyendo así un ciclo circular de retroalimentación negativa en el SSE.

Por lo que es necesario preservar un balance entre lo social y lo ecológico el cual se puede lograr a través de la elaboración, aplicación, gestión y participación en políticas, acuerdos, instrumentos y programas los cuales eviten impactos ambientales negativos, pero que también corrijan los daños causados al medio ambiente, la conservan de los recursos naturales y la contribución a mejorar la calidad de vida de la sociedad local para que con ello no se perjudique, altera o dañe al sistema socio ecológico del municipio de Tenancingo y así logran minimizar los efectos de la variabilidad climática.

En el siguiente apartado se analizan la estructura, acuerdos, leyes, reglamentos, normas, marco institucional e instrumentos de planeación en materia de política climática, también se determinan sus limitaciones y alcances para los tres ámbitos de gobierno.

5.3. Marco político-institucional frente al cambio climático y variabilidad climática

En México, ha establecido y participado en la creación de un sin número de acuerdos internacionales, leyes, reglamentos, normas, instrumentos e instituciones en sus tres ámbitos de gobierno (Federal, Estatal y Municipal) con el objetivo de frenar, minimizar, adaptar o erradicar los efectos producidos por el cambio climático, sin embargo, no cuenta con respuestas político-institucionales para la gestión ambiental frente a la variabilidad climática. Aun así, es necesario describir las principales respuestas que el país ha establecido frente al CC, cuyas acciones también inciden en la adaptación y mitigación de la VC.

5.3.1. Acuerdos internacionales con participación de México frente a los efectos del cambio climático

En el contexto internacional México ha participado en numerosos acuerdos internacionales ligados en materia de cambio climático, tales como la participación en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC),

en el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y también en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible. En la siguiente tabla (28), se establecen las aportaciones más relevantes en las que México ha participado.

Tabla 28.

Acuerdos internacionales ante el cambio climático

Año/ lugar	Principales aportaciones
1ª Conferencia Mundial sobre el Clima, Ginebra-Suiza (1979)	• Fue considerado el cambio climático como amenaza real para el planeta. • Llevó a la creación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) (Organización Meteorológica mundial, 1979).
Creación del IPCC Ginebra-Suiza (1988)	• Su creación fue para contar con un organismo que brinde información confiable y actualizada sobre el cambio climático (INECC, 2016).
Cumbre de la tierra, Río de Janeiro, Brasil (1992)	• Se garantizó el compromiso político para el desarrollo sostenible y con ello lograr evaluar el progreso y los vacíos de la implementación de resultados de las cumbres de desarrollo sostenible y así lograr enfrentar nuevas emergencias y desafíos (INECC, 2016). • Se plasman las bases para la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
Entrada en vigor de la CMNUCC (1994)	• Su objetivo fue lograr estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a niveles que no perjudiquen las actividades antropogénicas al sistema climático. (México ante el cambio climático, 2021).
COP1: Berlín, Alemania (1995)	• Fue la primera de las conferencias de las partes en la cual se llegó al acuerdo de estabilizar las concentraciones de Gases Efecto Invernadero emitidas a la atmósfera y con ello combatir el cambio climático (INECC, 2016).
COP3: Kioto, Japón (1997)	• Se establece el marco del protocolo de Kioto con el cual se pretendía la reducción del 5,2% de las emisiones de GEI emitidas a la atmosfera en un periodo del 2008 al 2012. En donde por primera vez las naciones industrializadas adquirieron compromisos concretos con un calendario contra el cambio climático, entrando en vigor en la COP11 en el 2005 .(INECC, 2016).
Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de la ONU, Nueva York, EUA (2000)	• En este año, 192 miembros de las Naciones Unidas y organizaciones internacionales acordaron reducir la pobreza y con ello mejorar la vida de las personas con pocos recursos para el año 2015, a través de 8 objetivos (Erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la enseñanza primaria universal, promover la igualdad entre los sexos y el empoderamiento de la mujer, reducir la mortalidad de los niños, mejorar la salud materna, combatir el VIH/SIDA, la malaria y otras enfermedades, garantizar la sostenibilidad del

Tabla 28.

Acuerdos internacionales ante el cambio climático

Año/ lugar	Principales aportaciones
	medio ambiente y fomentar una alianza mundial para el desarrollo) denominados del milenio (INECC, 2016).
COP12: Nairobi, Kenia (2006)	La COP12 fue la sede para la adopción del programa de trabajo de Nairobi, cuyo objetivo era el ayudar a los países de menor desarrollo de la CMNUCC en mejorar la comprensión y evaluación de los impactos, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático y con ello adoptar decisiones informadas y sustentadas (INECC, 2016).
COP16: Cancún, México (2010)	Se adoptaron los acuerdos de Cancún, los cuales pretendían el aumento de las oportunidades en aplicación y reconocimiento de las acciones de mitigación de los países en vías de desarrollo y desarrollados, de igual manera se dan avances sobre el Fondo Verde del clima (INECC, 2016).
Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Nueva York, EUA (2015)	- Se creó el nuevo plan llamado transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en el cual se establecieron 17 objetivos del desarrollo sostenible y 169 metas, entrando en vigor en el año 2016. - El objetivo de dicho plan es el de hallar formas nuevas para el mejoramiento de la vida de las personas en el mundo y con ello lograr la erradicación de la pobreza, promover el bienestar y la prosperidad, la protección del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático, durante los próximos 15 años (INECC, 2016).
COP21: Paris, Francia (2015)	- Se estableció como un acuerdo universal, con metas a largo plazo, con compromisos claros y específicos, con relevancia la adaptación como a la mitigación, de igual manera comprometido a todos los países a asumir su compromiso para mantener la temperatura del planeta por debajo de los 2°C. - Presenta una visión para que los flujos financieros sean coherentes con el modelo de desarrollo resiliente, incluyendo el fomento en la cooperación en materia de concientización, participación pública y educación. - De igual manera se reconoció que los países deben de promover, considerar y sobre todo respetar los derechos y obligaciones que la humanidad tiene (SEMARNAT, 2016).

Fuente: elaboración propia con base en Organización Meteorológica mundial (1979), INECC (2016), México ante el cambio climático (2021) y SEMARNAT (2016).

5.3.2. Políticas e instrumentos en el ámbito federal

A partir de la ejecución de acuerdos, leyes y normas en materia de cambio climático, se pretende concientizar a la sociedad, pero también establecer la responsabilidad para un manejo adecuado de los recursos y con ello la garantía del cuidado ambiental, de igual manera tener las bases para lograr adaptarse y/o mitigar los efectos del cambio climático.

En México se cuenta con una amplia gama de leyes, reglamentos, normas, instituciones e instrumentos de planeación de orden federal con incidencia en cambio climático, tal y como se describen en las siguientes tablas.

Tabla 29.

Leyes federales

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)/ publicada el 5 de febrero de 1917. Se establecen los objetivos y principios de la nación, de igual manera los derechos y obligaciones del pueblo mexicano.	Toda persona dentro del territorio nacional tiene derecho a un medio ambiente sano que promueva su desarrollo y bienestar. De igual manera el Estado vigilará el cumplimiento de estos derechos y quienes causen daños, alteraciones y degradación ambiental serán perseguidos conforme a la ley.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)/ publicada el 28 de enero 1988. Impulsar la integración de información actualizada y confiable sobre los beneficios, consecuencias y costos ambientales al sistema económico, de igual manera se otorgan a quienes lleven a cabo acciones a favor de la protección, restauración y prevención de los problemas ambientales y el equilibrio ecológico.	• Art. 2º (V): Se consideran de utilidad pública la formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. • Art. 3º (V): Se entiende para esta ley al Cambio climático: como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempos comparables. • Art. 5º, 7º y 8º (XXI, XXI y XVI): La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático son facultades de la federación, los estados y municipios. • Art. 15º (IV): La formulación de políticas ambientales debe incentivar a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales. • Art. 23º (X): Las autoridades de la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en la esfera de su competencia, deberán de evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos del cambio climático. • Art. 39º: Las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos, desarrollo sustentable, mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático, protección del ambiente, conocimientos, valores y competencias,

Tabla 29.

Leyes federales

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
Ley General de Cambio Climático (LGCC)/ publicada el 6 de junio de 2012.	en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud. • Art. 41º: En 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 para 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.
Establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático	Se pretende la regulación de las acciones para la adaptación y mitigación al cambio climático para lograr reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la sociedad ante los estragos del CC, así como fortalecer y crear nuevas respuestas ante este fenómeno, también fomentar la educación, investigación, desarrollo e innovación en materia de cambio climático. La presente ley se constituye por 116 artículos, los cuales se encuentran divididos en 9 títulos: - Título primero: Disposiciones Generales. - Título segundo: Distribución de Competencias. - Título tercero: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. - Título cuarto: Política Nacional de Cambio Climático. - Título quinto: Sistema Nacional de Cambio Climático. - Título sexto: Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático. - Título séptimo: Transparencia y Acceso a la Información. - Título octavo: De la Participación Social. - Título noveno: Inspección y Vigilancia, Medidas de Seguridad y Sanciones.
Ley de Aguas Nacionales (LAN)/ publicada el 1º de diciembre de 1992.	• Art. 14º: Promover la educación y la cultura en torno al agua que fomente en la sociedad la conciencia de que el líquido es un bien escaso que requiere del cuidado de su cantidad y calidad, así como de su aprovechamiento sustentable y de la mitigación de los efectos del cambio climático.
Regula el control, aprovechamiento, uso, distribución, calidad, cantidad y explotación del agua para un desarrollo sustentable en la nación.	• Art. 2º (IX): Promover acciones necesarias en el sector para dar cumplimiento a tratados internacionales en los que el Estado mexicano sea parte en materia de cambio climático, diversidad biológica y demás aplicables en la materia. • Art. 3º (XXXV, XXXIX, XL, XLI): - Promover el diseño y la aplicación de instrumentos económicos para fomentar el desarrollo forestal, así como medidas de prevención, adaptación y mitigación ante el cambio climático. - Promover el manejo forestal sustentable a fin de reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático. - Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la Ley General de Cambio Climático. - De igual manera diseñar las estrategias, políticas, medidas y acciones para transitar a una tasa de cero por ciento de pérdida de carbono en los ecosistemas originales, en términos de la Ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, • Art. 10º (XXXIV): Desarrollar acciones que contribuyan a la adaptación y mitigación al cambio climático, así como al combate de la desertificación y la degradación de terrenos forestales.

Tabla 29.

Leyes federales

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
	• Art. 11° (XVI): Diseñar e implementar acciones en coordinación con la Federación y en apego a los instrumentos de planeación de política nacional, estrategias y programas, que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático. • Art.13° (XXI): Participar y coadyuvar con la Federación y el Gobierno de la Entidad Federativa, en la elaboración y aplicación de políticas públicas forestales para la adaptación y mitigación al cambio climático. • Art. 47° (V): La elaboración de programas y estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático. • Art. 138°: La Secretaría está facultada para establecer acuerdos internacionales sobre mecanismos cooperativos de reducción de emisiones en el sector forestal, incluyendo las emisiones evitadas, con el apoyo técnico de la Comisión, y considerando la opinión de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático a través del grupo de trabajo respectivo. • Art. 139°: El Fondo Forestal Mexicano se establece como el instrumento para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados, también para generar acciones de prevención, adaptación y mitigación del cambio climático en materia forestal.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)/ publicada el 8 de octubre de 2003.	• Art 63°: La Secretaría considerará las obligaciones de las empresas que realicen actividades de coprocesamiento, así como de incineración en las materias de registro de emisiones y transferencia de contaminantes y de registro de compuestos y gases de efecto invernadero, establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos, y en la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en Materia de Registro Nacional de Emisiones, para publicar en los primeros diez días de los meses de diciembre, en su página web y demás medios de comunicación que considere pertinentes para conocimiento de la sociedad en general, las emisiones normadas que producen las empresas que realicen de forma autorizada, conforme a lo dispuesto en esta Ley y el presente Decreto, el coprocesamiento, así como la incineración de residuos peligrosos.
Busca el garantizar que toda persona goce de un medio ambiente sano promoviendo el desarrollo sustentable, también prevenir la generación, gestión y valorización de residuos de una manera integral, incluyendo a los residuos urbanos peligrosos y no peligrosos.	• Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)/ publicada el 28 de noviembre de 2016. • Art. 6° (IX): En términos de lo dispuesto en el artículo 27, párrafo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, son de interés público y de beneficio social los actos públicos tendentes a establecer Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios de los Centros de Población, contenida en los planes o programas de Desarrollo Urbano como la atención de situaciones de emergencia debidas al cambio climático y fenómenos naturales. • Art.34°(X): Son de interés metropolitano la prevención, mitigación y Resiliencia ante los riesgos y los efectos del cambio climático. • Art.37°(III): Los programas de las zonas metropolitanas o conurbaciones, deberán tener estrategias y proyectos para el desarrollo integral de la Zona Metropolitana o Conurbación, que articulen los distintos ordenamientos, planes o programas de desarrollo social, económico, urbano, turístico, ambiental y de cambio climático que impactan en su territorio. • Art.101°(XII): La Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales, sujetos a disponibilidad presupuestaria, fomentarán la
Busca contribuir en la planeación, desarrollo y ordenamiento del territorio municipal, así como establecer los instrumento y normas de gestión para ordenar los asentamientos humanos y el uso del	

Tabla 29.

Leyes federales

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	de	Características relevantes al cambio climático
territorio, respetando los derechos humanos.	los	coordinación y la concertación de acciones e inversiones entre los sectores público, social y privado para la aplicación de tecnologías que preserven y restauren el equilibrio ecológico, protejan al ambiente, impulsen las acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, reduzcan los costos y mejoren la calidad de la urbanización.
Ley de Transición Energética (LTE)/ publicada el 24 de diciembre de 2015.		• Art. 2º (VII): el objeto de la Ley comprende, entre otros apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia. • Art. 4º: La Estrategia deberá establecer Metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica.
Busca la regulación del uso sostenible de la energía, para lograr la reducción de emisiones de contaminantes por parte de la industria eléctrica, pero manteniendo su competitividad productiva.		• Art. 18º (IX): Corresponde a la CONUEE el promover la investigación científica y tecnológica en materia de Aprovechamiento sustentable de la energía en coordinación con el Instituto y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en el ámbito de sus respectivas competencias. • Art. 19º (IX, X): Corresponde a la SEMARNAT el actualizar la línea base de emisiones de bióxido de carbono equivalente de la Industria Eléctrica en su conjunto y proyectar la disminución esperada en las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en concordancia con el cumplimiento de las Metas de Energías Limpias y con el cumplimiento de su contribución a las metas establecidas en la Ley General de Cambio Climático y también publicar anualmente un informe de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y del resto de los contaminantes atmosféricos regulados que tenga cada instalación de generación de energía eléctrica que utilice combustibles fósiles y que tenga una emisión mayor o igual al umbral que derive de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones.

Fuente: elaboración propia con base en CPEUM (1917), LGEEPA (1988), LGCC (2012), LAN (1992), LGDFS (2018), LGPGIR (2003), LGAHOTDU (2016) y LTE (2015).

Reglamentos

En México los reglamentos tienden a regular la ley general de cambio climático en el ámbito federal, determinados en la siguiente tabla 30:

Tabla 30.

Reglamentos federales en materia de cambio climático

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes
Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (Reg.LGCCMRE)/ publicado el 28 de octubre de 2014. Reglamentar la ley de cambio climático en lo que respecta al registro nacional de emisiones (RENE), compilando la información necesaria en materia de emisiones de compuesto y de gases efecto invernadero de los diversos sectores.	• Dicho reglamento especifica aquellos sectores, subsectores, pero también las actividades que se deben de reportar en el RENE. • De igual manera especifica los gases de efecto invernadero los cuales se den de reportan en el RENE. • Su aplicación es a través de la secretaría, siendo responsable el poder ejecutivo federal.
Reglamento del Sistema Nacional de Cambio Climático (Reg.SNCC)/ publicado el 6 de octubre de 2014. Pretende establecer la organización, bases y funcionamiento de coordinación del Sistema Nacional de Cambio Climático para reducir la vulnerabilidad de la población y todo ser vivo frente a los efectos de cambio climático.	• Fungir como un mecanismo permanente de concurrencia, comunicación, colaboración, coordinación y concertación sobre la política nacional de cambio climático. • Promover la aplicación transversal de la política nacional de cambio climático en el corto, mediano y largo plazos entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno, en el ámbito de sus respectivas competencias. • Coordinar los esfuerzos de la federación, las entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad, para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, a través de los instrumentos de política previstos en la Ley y los demás que de ella deriven. • Promover la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, con la Estrategia Nacional y el Programa. • Analizar y promover la aplicación de los instrumentos de política previstos en la Ley. • Formular, de considerarlo conveniente, recomendaciones a la Comisión para el fortalecimiento de las políticas y acciones de mitigación y adaptación. • Atender las recomendaciones que emita la Coordinación de Evaluación del INECC a los integrantes del Sistema, relacionadas con la evaluación de la política nacional de cambio climático. • Requerir, de considerarlo necesario, recursos al Fondo para el Cambio Climático para realizar estudios y evaluaciones en materia de cambio climático.

Fuente: elaboración propia con base en Reg.LGCCMRE (2014) y Reg.SNCC (2014).

Normas

De igual manera México cuenta con un listado de normas oficiales mexicanas en materia de cambio climático, tal y como se establece en la siguiente tabla 31:

Tabla 31.

Normas oficiales mexicanas en materia de cambio climático

Norma	Descripción
NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013	Que establece las emisiones de bióxido de carbono (CO ₂) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos.
NOM-020-SSA1-2021	Que establece la salud ambiental y criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O ₃). Valores normados para la concentración de ozono (O ₃) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-025-SSA1-2021	Que establece la salud ambiental y criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} . Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-003-SEDATU-2023	Que establece los lineamientos para el fortalecimiento del sistema territorial para resistir, adaptarse y recuperarse ante amenazas de origen natural y del cambio climático a través del ordenamiento territorial.
NOM-006-Sedatu-2024	Que establece la Clasificación, caracterización y delimitación de zonas no susceptibles para asentamientos humanos en la zonificación primaria por presentar riesgos críticos originados por amenazas hidrometeorológicas, geológicas y las asociadas al cambio climático o por tener valor ambiental o cultural en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial.

Fuente: elaboración propia con base en Diario Oficial de la Federación (2024).

Marco institucional

México cuenta con diversas instituciones, las cuales establecen programas en materia de cambio climático, tal y como se muestra en la siguiente tabla 32:

Tabla 32.

Marco institucional

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Fundada en el año 2000	Dependencia responsable de la promoción de protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales del país, con el objetivo de propiciar su uso sustentable y su desarrollo integral.	• Programa Especial de Cambio Climático (PECC). • Programa Transporte Limpio, Producción y Consumo Sustentable. • Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. • Turismo sustentable en México. • Sustentabilidad Urbana.
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Fundada en el año 2012	Organismo de investigación del Gobierno de México para generar e integrar conocimiento técnico y científico, el cual incrementa el capital humano calificado para la formulación, conducción y evaluación de políticas públicas que conlleven a la protección del medio ambiente, preservación y restauración ecológica, crecimiento verde, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.	• Programa Especial de Cambio Climático (PECC). • Programa, Construyendo vías de resiliencia para municipios vulnerables en México. • Programa de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático. • Programa de Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático. • Programa de Servicios ambientales, cuencas y adaptación. • Programa de Conservación de ecosistemas y adaptación al cambio climático. • Programa Presupuestario E015.
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Fundada en el año 2000	Comisión nacional encargada de conservar los espacios y/o patrimonios naturales de México, así como los procesos ecológicos de las áreas naturales protegidas las cuales suman 226 y siendo estas espacios terrestres y marinas las cuales resguardan gran variedad de seres vivos.	• Programa Especial de Cambio Climático (PECC). • Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: una convocatoria para la Resiliencia de México 2015-2020. • Herramientas de Adaptación al Cambio Climático. • Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas. • Alianza México Resiliente: áreas protegidas, respuestas naturales al cambio climático.
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fundada en el año 2001	Organismo de orden público descentralizado, el cual es el encargado de desarrollar e impulsar aquellas actividades productivas que sirven tanto para la conservación como restauración en materia forestal, también participa en la creación de programas, planes y políticas de	• Programa Especial de Cambio Climático (PECC). • Programa Institucional de la Comisión Nacional Forestal 2020-2024. • Bosques y cambio climático.

Tabla 32.

Marco institucional

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
	desarrollo forestal sustentable.	
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Fundada en el año 1992	Comisión intersecretarial, la cual promueve, apoya, coordina y realiza distintas actividades las cuales están dirigidas para conocer la diversidad biológica, su conservación y uso sustentable en beneficio de la sociedad; de igual manera promueve la investigación, compilación y generación de información sobre biodiversidad.	- Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024: -Acción para evaluar la exposición de las especies y ecosistemas ante el cambio climático. -Acción para compilar la evidencia aportada por la literatura científica sobre el impacto negativo del cambio climático en la biodiversidad a fin de reducir la vulnerabilidad de especies amenazadas. -Acción para desarrollar y fortalecer sistemas y herramientas bioinformáticas para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas, incluyendo los posibles efectos de los factores de presión y el cambio climático en el país, estados y municipios.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Fundada en el año 1989	Organismo descentralizado, el cual tiene la responsabilidad de administrar preservar, regular y controlar las aguas nacionales, así como sus bienes públicos para una administración sustentable y con ello lograr garantizar la preservación hídrica para la nación.	- Programa Nacional Hídrico 2020-2024. - Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024: -Acción para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante la adecuación y ampliación de infraestructura hídrica. -Acción para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el fortalecimiento de las capacidades estratégicas de adaptación. -Acción para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante la consolidación de instrumentos institucionales, investigación, gestión integral y desarrollo tecnológico, de recursos hídricos.
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Fundada en el año 2013	Dependencia responsable de promover e impulsar el desarrollo territorial de manera sostenible a raves del diseño, implementación y coordinación de políticas de desarrollo agrario, urbano, ordenamiento territorial y de viviendas adecuadas, todo bajo el enfoque el plan nacional de desarrollo.	- Programa Especial de Cambio Climático (PECC). - Acciones para elaborar normas, lineamientos, criterios y/o guías con acciones dirigidas a la reducción de Gases de Efecto Invernadero. -Acciones para construir y/o rehabilitar proyectos de infraestructura urbana, equipamiento urbano, espacio público, movilidad o conectividad que contribuyan a la mitigación y/o adaptación al cambio climático. -Acciones para diseñar mecanismos y herramientas de planeación y gestión en ciudades y zonas metropolitanas con enfoque de cambio climático y cobeneficios para hacerlas resilientes. - Programa para el ordenamiento territorial de megalópolis con perspectiva ambiental y cambio climático. - Programa de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas: Hoja de Ruta.
Procuraduría Federal de	Organismo encargado de evaluar y vigilar el	Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

Tabla 32.

Marco institucional

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Protección al Ambiente (PROFEPA), Fundada en el año 1992	cumplimiento de las normas jurídicas vigentes que están siendo aplicables a la protección, restauración y restauración de los recursos naturales, a través de operativos de inspección, atención de denuncias y de participación de la sociedad en asuntos de defensa y protección ambiental.	-Acciones para implementar una estrategia de capacitación para la gestión ambiental escolar y de comunidades educativas en temas de energía, residuos y agua desde un enfoque de combate al cambio climático. -Acciones para impulsar las actividades de cooperación internacional y nacional para actualizar mejores prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático en el sector industrial y de servicios. • Programa de Procuración de Justicia Ambiental 2021-2024.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Fundada en el año 2018	Dependencia encargada de fomentar el desarrollo productivo y sustentable del sector agropecuario, acuícola y pesquero, para contribuir a la autosuficiencia alimentaria en la nación y el bienestar de la sociedad, territorios rurales, costeros, políticas públicas y acciones estratégicas para el campo mexicano.	• Programa Especial de Cambio Climático (PECC). -Acciones para incorporar criterios de cambio climático en la Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de Polinizadores (ENCUSP). -Acciones para establecer refugios pesqueros que apoyen la sostenibilidad de la producción y equilibrio del ecosistema, considerando variables de cambio climático en su manejo. -Acciones para coordinar y consolidar el programa de restauración de arrecifes de coral integrando consideraciones de cambio climático. -Acciones para promover de forma coordinada instrumentos para el uso y aprovechamiento de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, privilegiando especies prioritarias para la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático. • Plan Estratégico de Cambio Climático para el sector Agroalimentario.

Fuente: elaboración propia con base en SEMARNAT (2000), INECC (2016), CONANP (2000), CONAFOR (2001), CONABIO (1992), CONAGUA (1989), SEDATU (2013), PROFEPA (1992) y SADER (2018).

Instrumentos de planeación

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024/ publicado en el año 2020.	• Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas,

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
• Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población. • Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión. • Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano. • Fortalecer la gobernanza ambiental, a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.	sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles. • Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población. • Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales. • Fortalecer y alinear instrumentos de política y medios de implementación para la mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y la participación social. • Promover el desarrollo y fortalecimiento coordinado de capacidades institucionales de los diferentes órdenes de gobierno para su participación en la planeación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación, así como reporte de medidas de mitigación y adaptación, con respeto a los derechos colectivos. • Fomentar la educación, capacitación, investigación y comunicación en materia de cambio climático para motivar la corresponsabilidad de los distintos agentes en los esfuerzos de mitigación y adaptación, con enfoque biocultural.

Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (PROINECC) 2020-2024/ publicado en el año 2020.

- Aumentar el conocimiento sobre el cambio climático, protección del ambiente y ecología en México, mediante la generación e integración de información y conocimiento científico y tecnológico que responda a las prioridades nacionales.

- Desarrollar investigación científica y tecnológica en materia de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y mitigación del cambio climático para dar cumplimiento a la LGCC y sus instrumentos, así como a los compromisos asumidos por México en el Acuerdo de París, en el contexto de la CMNUCC.
- Desarrollar estudios y metodologías para contribuir a la adaptación al cambio climático y a la conservación, restauración y manejo sustentable de los ecosistemas, en alineación a las prioridades nacionales.

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
• Mejorar la formulación, conducción e implementación de la Política Nacional de Cambio Climático, de equilibrio Ecológico y de Protección del Medio Ambiente mediante el acompañamiento técnico y científico y de procesos de evaluación. • Fortalecer las capacidades de los sectores público, privado y social para la atención del cambio climático, la protección del ambiente y la ecología. • Facilitar el acceso a la información y al conocimiento técnico y científico disponible sobre cambio climático, protección del ambiente y ecología para impulsar una cultura climática y ambiental incluyente. • Contribuir al fortalecimiento de la posición nacional con conocimiento científico y tecnológico que permita el seguimiento y cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por México en materia de cambio climático y protección ambiental.	• Desarrollar estudios sobre determinantes y efectos económicos y sociales del cambio climático y la contaminación atmosférica que sirvan de base para el cumplimiento de la NDC y los ODS en México. • Promover la colaboración con instituciones de investigación nacionales para generar redes de conocimiento, desarrollar proyectos estratégicos e identificar soluciones integradas a problemáticas de medio ambiente, cambio climático y ecología. • Proveer insumos técnicos en materia de cambio climático, protección ambiental y ecología para apoyar el diseño, seguimiento y evaluación de políticas, programas, estrategias y proyectos sectoriales e institucionales. • Emitir opiniones técnicas para contribuir al diseño y mejora del marco normativo y legislativo ambiental y de cambio climático que garantice el derecho al medio ambiente sano. • Coordinar la evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático para dar cumplimiento a los artículos 98 y 100 de la LGCC y proponer, en su caso, su modificación, adición, o reorientación total o parcial. • Desarrollar o participar en el desarrollo de sistemas y plataformas para clasificar, catalogar, integrar y reportar información sobre cambio climático, protección ambiental y ecología. • Desarrollar e implementar acciones de fortalecimiento de capacidades en estados y municipios para la atención del cambio climático, la protección del ambiente y la ecología. • Diseñar y desarrollar herramientas y materiales para el fortalecimiento de capacidades técnicas y científicas en materia de cambio climático, protección del ambiente y ecología. • Publicar, difundir y divulgar las investigaciones en materia de cambio climático, protección del ambiente y ecología realizadas por el INECC para aportar al conocimiento científico. • Generar e integrar datos e información para plataformas o portales en línea sobre cambio climático, protección del ambiente y ecología, que amplíen el acceso a la información del público interesado y que aporten

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
	elementos para la toma de decisiones y para el desarrollo de investigaciones. • Generar e implementar estrategias y mecanismos de comunicación, divulgación y consulta para ampliar el acceso de la población a información y conocimiento sobre cambio climático, protección del ambiente y ecología en México. • Participar en la definición, elaboración y seguimiento de la posición nacional en grupos de trabajo y foros internacionales para incidir y aportar conocimiento técnico y científico que ayude a la atención del cambio climático y a la protección del medio ambiente en México y a nivel global. • Proporcionar información para el cumplimiento de compromisos derivados de la adhesión de México a organismos y convenios internacionales sobre cambio climático, protección del ambiente y ecología. • Promover la cooperación internacional para el desarrollo de investigaciones y proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático, así como de protección del medio ambiente y la ecología en México.
Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024/ publicado en el año 2021. • Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica. • Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático. • Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones.	• Desarrollar, consolidar y modernizar los instrumentos necesarios para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático. • Instrumentar acciones para reducir los riesgos ante el cambio climático de la población rural y urbana. • Fortalecer la infraestructura estratégica e incorporar criterios de cambio climático en su planeación y construcción. • Fomentar acciones de adaptación en los sectores productivos. • Reducir las amenazas ambientales exacerbadas por el cambio climático. • Utilizar tecnologías y combustibles que reduzcan la emisión de carbono negro, mejorando la calidad del aire y la salud pública. • Controlar emisiones de refrigerantes con alto Potencial de Calentamiento Global.

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
• Reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta, propiciando cobeneficios de salud y bienestar. • Consolidar la política nacional de cambio climático mediante instrumentos eficaces y en coordinación con entidades federativas, municipios, Poder Legislativo y sociedad.	• Desarrollar instrumentos normativos y de fomento para regular la emisión de contaminantes climáticos de vida corta. • Promover el desarrollo de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) que reducen contaminantes climáticos de vida corta. • Crear y consolidar las instituciones e instrumentos derivados de la Ley General de Cambio Climático. • Desarrollar e implementar instrumentos para consolidar la política nacional de cambio climático. • Desarrollar y utilizar instrumentos económicos, financieros y fiscales que faciliten la implementación de la política nacional de cambio climático. • Fortalecer esquemas e instrumentos de capacitación, investigación e información en materia de cambio climático. • Consolidar a México como actor comprometido y con responsabilidad global para fortalecer la cooperación internacional en materia de cambio climático.
Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)/ publicado en el año 2013. • La Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono¹². Al ser el instrumento rector, éste describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades	• Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes. • Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático. • Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías. climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales. • Promover el desarrollo de una cultura climática. • Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación (MRV) y Monitoreo y Evaluación (M&E). • Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional. • Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático. • Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático. • Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el país se cuentan con instrumentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 33:

Tabla 33.

Instrumentos de planeación en materia de cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo ¹³ .	• Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia. • Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable. • Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono. • Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono. • Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar.
Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC)/ publicado en el año 2019. • El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático da a conocer la vulnerabilidad territorial relacionada con el clima para contribuir en la toma de decisiones en materia de adaptación al cambio climático en el contexto de la planeación del desarrollo. Consiste en información sistematizada y una serie de mapas que muestra la vulnerabilidad territorial actual y proyectada de la República Mexicana a los impactos del cambio climático, con base en datos históricos y escenarios futuros	• Construcción de la metodología del ANVCC. • Integración del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. • Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones. • Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por deslaves. • Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue. • Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico. • Vulnerabilidad de la producción ganadera ante estrés hídrico. • Vulnerabilidad de la producción ganadera por inundaciones. • Cambio de distribución potencial actual de especies prioritarias y en la NOM-059.

Fuente: elaboración propia con base en PROMARNAT (2020), PROINECC (2020), PECC (2021), ENCC (2013) & ANVCC (2019).

5.3.3. Políticas e instrumentos en el ámbito estatal

Por su parte el Estado de México también cuenta con una serie de leyes, reglamentos, normas, instituciones y de instrumentos de planeación los cuales son

de incidencia al tema del cambio climático, en la siguiente tabla 34, se describen los leyes estatales relacionadas en materia de cambio climático:

Tabla 34.

Leyes estatales en materia de Cambio Climático

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (CPELSE)/ publicada el 24 de febrero de 1995. Tiene como objetivo el determinar y ratificar los derechos, garantías y libertades de los habitantes del Estado mexicano, así como las bases para la organización del poder público, bajo el marco de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	• Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como para el caso de la Naturaleza, a fin de garantizar los derechos a la existencia, preservación, conservación, reparación, restauración, mantenimiento, regeneración, cuidado y protección de los ecosistemas en el Estado de México para el pleno desarrollo de los ciclos biológicos de todos los seres vivos.
Ley de Cambio Climático del Estado de México (LCCCEM)/ publicada el 19 de diciembre de 2013. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del Estado frente a los efectos adversos del cambio climático.	• Se pretende el garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, estableciendo las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; la presente ley se integra de 55 artículos divididos en 5 títulos: -Título primero: Disposiciones generales. -Título segundo: Autoridades competentes. -Título tercero: Política Estatal en Materia de Cambio Climático. -Título cuarto: Educación, información y transparencia y participación social. -Título quinto: inspección y vigilancia, medidas de seguridad y sanciones.
Código Administrativo del Estado de México (Cod.AEM)/ publicado el 13 de diciembre de 2001. Promueve la economía y el desarrollo social en el estado, a partir de la regulación de la educación, cultura, salud y de la investigación científica y tecnológica.	• Art. 5.2 (I-g): la información sobre las regiones zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático contenida en los Atlas de Riesgos del Estado de México y en los Atlas municipales de riesgos. • Art. 5.2 (II-k): La prevención y control de riesgos y contingencias por causas antropogénicas y naturales y la adaptación al cambio climático. • Art. 5.4 (XI): La atención de situaciones de emergencia debidas al cambio climático y fenómenos naturales. • Art. 5.15 (X-j): La prevención, mitigación y resiliencia ante los riesgos y los efectos del cambio climático. • Art. 5. 16: La planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tiene por objeto lograr una distribución equilibrada y sustentable de la población y de las actividades económicas en el territorio estatal, así como mejorar la calidad de

Tabla 34.

Leyes estatales en materia de Cambio Climático

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
Código para la Biodiversidad del Estado de México (Cod.BEM)/ publicado el 3 de mayo de 2006. Garantiza el derecho de cada una de las personas residentes del Estado para vivir en un ambiente apto para el bienestar, desarrollo y la salud de la población.	vida de sus habitantes, el desarrollo integral de sus comunidades, competitividad de los centros de población y la adaptación al cambio climático. • Art. 5. 19 (II): La determinación de sus objetivos, políticas y estrategias en las materias de población, suelo, espacio público, protección al ambiente, vialidad y transporte, comunicaciones, movilidad y accesibilidad universal, agua potable, alcantarillado, drenaje, tratamiento y disposición de aguas residuales y residuos sólidos, protección civil, vivienda, desarrollo agropecuario, salud, educación, seguridad pública, desarrollo económico, industria y conservación del patrimonio natural y cultural, adaptación a los efectos del cambio climático, así como las demás materias que resulten necesarias, con el fin de imprimirles un carácter integral para propiciar el desarrollo urbano sustentable del Estado. • Art. 6.7 (XI, IXX, XX): -Promover la creación, desarrollo y actualización permanente, de los atlas municipales de riesgos, considerando los criterios que emita el Gobierno Federal en materia de adaptación al cambio climático. - Establecer, operar y/o enlazarse con redes de detección, monitoreo, pronóstico y medición de riesgos, en coordinación con el sector público y privado, en el que se consideren los efectos del cambio climático; - Desarrollar, actualizar y difundir los Atlas de Riesgos del Estado de México, de conformidad con los criterios que emita el Gobierno Federal en materia de adaptación al cambio climático. • Art. 6.14: La información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático deberá ser considerada por los ayuntamientos en la elaboración de los planes de desarrollo urbano y reglamentos de construcción. • Art. 2.7 (V, IX): -Aprobar e instrumentar el ordenamiento ecológico del Territorio del Estado con la participación de los ayuntamientos, considerando la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. - Diseñar e implementar políticas públicas que coadyuven a disminuir los efectos del cambio climático. • Art. 2.8 (XXXVII): Fomentar la incorporación, en los distintos niveles educativos, de programas de contenido ecológico y de la educación ambiental, científica y tecnológica, que incluyan el tema del cambio climático para la prevención y difusión de sus efectos, pudiendo crear institutos de estudios ambientales y organismos necesarios para su cumplimiento. • Art. 2.9 (II): Formular y expedir el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Municipal en congruencia con lo señalado por el ordenamiento ecológico del Estado, considerando la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, así como el control y la vigilancia del uso o cambio de uso del suelo establecido en dichos programas. • Art. 2.16: La Secretaría organizará el sistema Estatal de Información Pública Ambiental y coordinará el Centro Geomático Ambiental y al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, con el objeto de obtener, generar y procesar la

Tabla 34.

Leyes estatales en materia de Cambio Climático

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
	información relativa al agua, el aire, el suelo, la flora, la fauna y la biodiversidad en general, así como las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, los proyectos o actividades de mitigación o reducción de emisiones y la vulnerabilidad a sus efectos. • Art. 2.18 (I): La concientización de la sociedad para la corresponsabilidad en la protección y mejoramiento de la biodiversidad y del medio ambiente, así como para la prevención y difusión de los efectos del cambio climático, privilegiando la formación de valores y actitudes dentro de un proceso permanente de aprendizaje mediante el cual el individuo interactúe relacionándose en armonía con la naturaleza. • Art. 2.59 (VI): En general aquellas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental, y con la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero que lo provocan. • Art. 2.241: Cuando la Secretaría o la autoridad municipal competente observen que existe riesgo inminente de desequilibrio ecológico, de daño o deterioro graves a los elementos y recursos naturales, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública, por la operación indebida de programas de cómputo y equipos que alteren la verificación vehicular, permitiendo la circulación de vehículos que emitan contaminantes excediendo la norma, o se comprometa la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero que lo provocan podrán ordenar alguna o algunas de las medidas de seguridad establecidas en este artículo.

Fuente: elaboración propia con base en CPELSM (1995), LCCEM (2013), Cod.AEM (2001), Cod.BEM (2006).

Reglamentos

En el Estado de México los reglamentos tienden a ser regulados por la Ley de Cambio Climático del Estado, determinados en la siguiente tabla 35:

Tabla 35.

Reglamento en materia de Cambio Climático en el ámbito estatal

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes
Reglamento de la Ley de Cambio Climático del Estado de México (Reg.LCCEM.)	• Art. 1º: Es de orden público, interés social y de observancia general en todo el Estado de México y tiene por objeto reglamentar la Ley de Cambio Climático del Estado de México.

Tabla 35.

Reglamento en materia de Cambio Climático en el ámbito estatal

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes
publicado el 6 de octubre de 2014. Regula la mitigación y orientación sobre las políticas de Cambio Climático	• Art. 6°: La Dirección General de Protección Civil remitirá a la Secretaría en el primer trimestre y de manera bianual el proyecto de Atlas de Riesgos del Estado de México, a efecto de que incorpore la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. • Art. 7°: En el caso de los Atlas Municipales de Riesgos la Secretaría apoyará a los ayuntamientos que lo soliciten, en la inclusión de la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, para ello anexarán a la solicitud su proyecto. • Art. 9°: La Secretaría apoyará a los ayuntamientos que lo soliciten, en la inclusión de la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático durante la elaboración de los programas de ordenamiento local. • Art. 12°: La Secretaría apoyará a los ayuntamientos, a las dependencias y entidades de la administración pública estatal que lo soliciten, en la inclusión de los principios e instrumentos de la política estatal en materia de cambio climático, durante la elaboración de los planes de desarrollo municipal y de las propuestas de programas sectoriales, regionales y especiales de su competencia. • Art. 42°: La persona física o jurídica colectiva interesada en la ejecución de acciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, podrá presentar una propuesta sobre instrumentos económicos la cual deberá acompañarse de un estudio técnico que justifique y oriente su uso. Dicho estudio deberá ser realizado con base en los lineamientos que para tal efecto expida la Secretaría. • Art. 43° (III): La Secretaría evaluará el estudio técnico justificativo y, en su caso, lo aprobará cuando el instrumento económico cumpla con alguno de los criterios siguientes: Que los ingresos que se generen sean destinados al Fondo Estatal de Cambio Climático, a efecto de financiar las acciones y proyectos para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. • Art. 49°: El Subsistema de Información es el mecanismo que integra y procesa información general, pública, confiable y actualizada relacionada con la adaptación al cambio climático y con la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, para la toma de decisiones en la materia.
Reglamento interior de la secretaría del medio ambiente y desarrollo sostenible (Reg.Int.SMADS)/ publicado el 20 de diciembre de 2023. Regula la organización y el funcionamiento de la Secretaría del Medio	• Art 7° (XXVI, XXIX, XXXVIII, XLIII): - Coordinar las políticas, los planes, programas, políticas públicas, presupuestos, mecanismos e instrumentos para afrontar y mitigar el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos; en colaboración con las diferentes dependencias y entidades competentes de los tres órdenes de gobierno con el fin de dar mantenimiento y preservar los ecosistemas y paisajes del territorio; así como los que se requieran para la preservación, conservación y aprovechamiento sostenible de la flora y la fauna silvestres, suelo, agua y otros recursos naturales, que permitan prevenir, restaurar y corregir la contaminación del aire, suelo, agua y del medio ambiente para la conservación de los recursos ecosistémicos de la

Tabla 35.

Reglamento en materia de Cambio Climático en el ámbito estatal

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes
Ambiente y Desarrollo Sostenible.	entidad a través de la vinculación con todos los ámbitos de gobierno y con los diversos sectores de la sociedad. -Expedir lineamientos, procedimientos, mecanismos y términos de referencia para regular y ejercer la política pública ambiental local tanto en materia de mitigación y adaptación al cambio climático global; como en aquella para el ordenamiento ecológico del territorio y las actividades ambientalmente riesgosas; de manera que se facilite la participación social, de la comunidad científica, de los sectores productivos y de las instituciones de los tres órdenes de gobierno en la formulación y aplicación de la política ambiental, y en la construcción de la solución a los problemas en materia de ordenamiento ecológico del territorio y aquellas que se requieran para conservar y preservar el equilibrio ecológico y contribuir con el desarrollo sostenible; de conformidad con lo que establece la legislación y normatividad aplicable. - Aprobar, dirigir y en los casos que corresponda, proponer los planes, programas y estrategias relacionados con el desarrollo sostenible, la conservación ecológica, biodiversidad, la protección y restauración del medio ambiente, así como la mitigación y adaptación al cambio climático, mismos que deberán estar alineados con los planes nacional, sectoriales y estatal de desarrollo. - Establecer y coordinar con el Gobierno Federal, las dependencias de la Administración Pública y los gobiernos municipales, las estrategias, políticas, mecanismos, acciones y medidas necesarias para proteger, conservar, preservar y restaurar el equilibrio ecológico y mantener la estabilidad ambiental de los ecosistemas, los servicios ambientales, y el capital natural; así como para la conservación del patrimonio histórico, cultural, natural y paisajístico; con el fin de mitigar el cambio climático en el Estado, de conformidad con la legislación vigente. • Art. 10° (I): Formular, conducir, evaluar y en su caso someter a consideración de la persona titular de la Secretaría, el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México, los programas de gestión de la calidad del aire y para la reducción de emisión de contaminantes a la atmosfera para cada región ambiental del territorio estatal, así como los demás programas, políticas, estrategias y acciones relacionados tanto con la protección y restauración del medio ambiente, incluyendo los relacionados con la prevención, control y evaluación en materia de verificación vehicular, reducción de contaminantes, protección y restauración de la calidad del aire; así como con la mitigación y adaptación al cambio climático, mismos que deberán estar alineados con los planes nacional, sectoriales y estatal de desarrollo. • Art.1°(I,II,VI):-Determinar los procedimientos e instrumentar los mecanismos para regular y ejercer la política pública ambiental local tanto en materia de desarrollo sostenible, biodiversidad, la conservación del patrimonio histórico, cultural, natural y paisajístico; mitigación y adaptación al cambio climático global; así como para la preservación, conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la flora y la fauna silvestres, suelo, agua y otros recursos naturales, y las actividades ambientalmente riesgosas, a través de la vinculación con todos los ámbitos de gobierno y con los diversos sectores de la sociedad, de conformidad con lo que establece la legislación aplicable.

Tabla 35.

Reglamento en materia de Cambio Climático en el ámbito estatal

Nombre/fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes
	- Formular, revisar y proponer a la persona Titular de la Secretaría los programas, proyectos, acciones y medidas relacionadas con el desarrollo sostenible, la biodiversidad, protección, fomento, conservación y restauración de los recursos naturales, la mitigación del cambio climático y para mantener la estabilidad ambiental de los ecosistemas, los servicios ambientales y el capital natural en el Estado y medidas que al efecto sean concertados con la Federación y los municipios, con el objetivo de salvaguardar el entorno sus riquezas y patrimonio naturales; mismos que deberán estar alineados con los planes nacional, sectoriales y estatal de desarrollo. - Planear, programar, presupuestar e instrumentar la implementación de políticas, proyectos y acciones para afrontar y mitigar el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos; en colaboración con las diferentes dependencias y entidades competentes de los tres órdenes de gobierno con el fin de dar mantenimiento y preservar los ecosistemas y paisajes del territorio. • Art13° (VII): Fomentar la incorporación, en los distintos niveles educativos, de programas de contenido ecológico y de educación ambiental, de investigación científica y tecnológica, que incluyan el tema del cambio climático para la prevención y difusión de sus efectos

Fuente: elaboración propia con base en RegLCCEM (2014) & Reg.Int.SMADS (2023).

Normas

Al igual que en el ámbito federal, el Estado de México cuenta con un listado de normas oficiales relacionadas en materia de cambio climático, tal y como se establece en la siguiente tabla 36:

Tabla 36.

Normas oficiales mexicanas con incidencia en cambio climático

Norma	Descripción
NTEA-021-SeMAGEM-RS-2019	Que establece las condiciones para los centros integrales de residuos o instalaciones que usen como combustible materiales provenientes de residuos sólidos urbanos o de manejo especial ubicadas en territorio mexiquense.
NTEA-020-SeMAGEM-RS-2019.	Que establece las condiciones para la instalación y operación de los centros integrales de residuos en el Estado de México.
NTEA-019-SeMAGEM-DS-2017	Que establece las condiciones de protección, conservación, fomento, creación, rehabilitación y mantenimiento de las áreas verdes y macizos arbóreos de las zonas urbanas en el territorio del Estado de México.
NTEA-015-SMA-DS-2012	Establece las condiciones de protección, conservación, fomento y creación de las áreas arboladas y verdes de las zonas urbanas en el territorio del estado de México.

Tabla 36.

Normas oficiales mexicanas con incidencia en cambio climático

Norma	Descripción
NTEA-014-SMA-DS-2011	Establece la prevención y control de la contaminación lumínica en el territorio del estado de México

Fuente: elaboración propia con base en Dirección General para el Territorio Sostenible (2024).

Marco institucional

El Estado de México cuenta con diversas instituciones, las cuales establecen programas relacionados con el cambio climático, tal y como se establecen en la siguiente tabla 37:

Tabla 37.

Marco institucional en el ámbito estatal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES). Fundada en el año 2005	Secretaría que se encarga de conservar el medio ambiente a partir del aprovechamiento y protección racional de los recursos naturales de igual manera a través de las políticas ambientales de todos los sectores de gobierno para lograr transitar a un desarrollo sustentable que beneficie a la sociedad mexiquense.	• Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029. • Programa Estatal ante el Cambio Climático • Programa de Inventario de emisiones del Estado de México. • Programa de estrategia Estatal de Cambio Climático. • Programa de estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable. • Programa de Seguimiento a la calidad del aire en la ZMVM. • Programa de Inventario de Gases de Efecto Invernadero • Programa de educación ambiental. • Programa de conservación Ecológica de Áreas Naturales Protegidas.

Tabla 37.

Marco institucional en el ámbito estatal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Secretaría del Campo (SECAMPO). Fundada en el año 2020	Secretaría que se encarga de impulsar y planificar el desarrollo integral y sustentable de las actividades agropecuarias, con visión empresarial y responsabilidad social, con el objetivo de contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida para los productores del campo mexiquense y a la seguridad alimentaria.	• Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029. • Programa Estatal ante el Cambio Climático. • Programa de uso eficiente del agua.
Comisión del Agua del Estado de México (CAEM). Fundada en el año 1999	Establecido como un organismo público descentralizado, que se dedica a administrar con responsabilidad, eficiencia y calidad los recursos hídricos e hidráulicos para satisfacer la demanda de los mexiquenses, fomentando la conciencia del buen uso, reúso y cuidado del agua, para lograr la sustentabilidad.	• Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 • Programa Estatal ante el Cambio Climático. • Programa Hídrico Integral del Estado de México 2017 – 2023.
Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México (PROPAEM). Fundada en el año 2002	Institución que establece garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, mediante la procuración, vigilancia y difusión del cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al ámbito estatal.	• Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 • Programa Estatal ante el Cambio Climático • Programa de Auditoría Ambiental del Estado de México. • Programa de visitas a fuentes fijas y móviles. • Programa de Visitas de verificación a industrias. • Programa de Denuncias ambientales. • Programa de Certificación Ambiental.
Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC). Fundada en el año 2014	Organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, el cual promueve el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar al cambio climático, mediante el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y energías renovables, en el ámbito de competencia Estatal.	• Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029. • Programa Estatal ante el Cambio Climático. • Programa de Reportes de Eficiencia Energética. • Programa de Metodología para elaborar Inventarios. • Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático.

Tabla 37.

Marco institucional en el ámbito estatal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
		- Programa de Acción ante el Cambio Climático. - Programa de Subsistema de Información Estatal sobre Cambio Climático. - Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México. 2018-2030.
Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF). Fundada en el año 1978	Establecido como un órgano descentralizado del poder ejecutivo, el cual contribuye al desarrollo sustentable del Estado de México en materia de recursos naturales y preservación del medio ambiente, a través del desarrollo de programas y acciones que permitan reducir el deterioro de los ecosistemas, así como conservar, vigilar, controlar y administrar los Parques y Zoológicos, reservas y áreas naturales protegidas.	- Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 - Programa Estatal ante el Cambio Climático. - Programa Anual de Desarrollo Archivístico 2024. - Programas de Reforestación. - Programa de Restauración y Fomento Forestal. - Programa de Fomento a la Cultura Forestal.
Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE). Fundada en el año 1990	Establecido como un Organismo Público Descentralizado el cual promueve la gestión sostenible de los ecosistemas forestales y la conservación de la biodiversidad en beneficio de la sociedad con apego a la normatividad aplicable y de mejora continua.	- Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029. - Programa Estatal ante el Cambio Climático. - Programa Presupuestario Desarrollo Forestal. - Programa de desarrollo forestal. - Programa de conservación forestal.

Fuente: elaboración propia con base en SEMADES (2005), SECAMPO (2020), CAEM (1999), PROPAEM (2002), IEECC (2014), CEPANAF (1978) & PROBOSQUE (1990).

Instrumentos de planeación

Al igual que las leyes, reglamentos, normas e instituciones en materia de cambio climático, en el Estado de México se cuentan con reglamentos de planeación para enfrentar los efectos del CC, tal y como se establecen en la tabla 38:

Tabla 38.

Instrumentos de planeación en el ámbito estatal

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM 2023-2029)/ publicado en el año 2024. Fortalecer a partir de cuatro ejes del cambio y de tres ejes transversales las políticas públicas establecidas para lograr promover el bienestar social y económico, la eliminación de la pobreza, la lucha en contra de la injusticia y desigualdad y lograr hacer frente a los estragos del Cambio Climático a través de una visión de desarrollo sostenible.	- Aprovechar el agua pluvial y fortalecer la resiliencia de las comunidades ante el cambio climático. - Disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura hídrica estatal ante fenómenos de cambio climático. - Prevenir la contaminación atmosférica, así como promover la adaptación y la mitigación al cambio climático. - Diseñar un nuevo programa y políticas públicas que atiendan el cambio climático. - Crear el Fondo Estatal para el Cambio Climático cuyo objetivo sea captar, administrar, destinar y transparentar los recursos públicos, privados, nacionales e internacionales para financiar las acciones y proyectos de adaptación al cambio climático, así como mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. - Promover la vinculación internacional, federal, estatal, local, pública y privada, para el desarrollo, transferencia, divulgación y difusión de estudios científicos y tecnológicos sobre la mitigación y adaptación al cambio climático. - Realizar campañas programadas de información y concientización sobre temas relacionados al cuidado y preservación del medio ambiente, cambio climático, así como la cultura de la conservación, cuidado, protección y respeto de las especies faunísticas. - Informar a la población sobre los efectos del cambio climático y el uso de energías renovables con un enfoque de justicia social y crecimiento económico consciente y sostenible. - Impulsar los espacios verdes urbanos para mejorar la calidad de vida de la población y minimizar los efectos del cambio climático del territorio mexiquense. - Armonizar el marco normativo e institucional en materia de construcción para adoptar medidas de planificación urbanística y cambio climático.
Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) / publicado en el año 2022. - Elaborar estudios técnicos de investigación y divulgación científica que permitan apoyar en el diseño de políticas públicas sustentables con acciones estratégicas en el combate al cambio climático. - Dotar a la entidad mexiquense de un instrumento de planeación que integre, articule y coordine las acciones y políticas públicas en materia de	- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. - Promover y desarrollar programas de transporte público y de carga bajo en emisiones y movilidad sustentable. - Minimizar las fugas de energía en los equipos industriales y transitar al uso de tecnologías alternativas. - Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores. - Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos. - Reducir las emisiones de metano generadas por las aguas y lodos residuales provenientes de los municipios e industrias y lograr el máximo aprovechamiento del biogás y lodos en las diferentes fases de tratamiento. - Reducir la emisión de Gases Efecto Invernadero en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.

Tabla 38.

Instrumentos de planeación en el ámbito estatal

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
Cambio Climático, promoviendo la vinculación de gobierno, academia y sociedad civil, y de esta manera se pueda entender el Cambio Climático en el contexto internacional, nacional, estatal y municipal.	• Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo. • Reducir el impacto de los daños causados por la modificación del ciclo hidrológico en los sistemas naturales y antrópicos, siendo indispensable la optimización del recurso. • Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos. • Mantener la producción ganadera del Estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad del sector. • Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales. • Promover el desarrollo del conocimiento de los ecosistemas forestales con respecto a su funcionalidad, biodiversidad, generación de bienes y servicios. • Desarrollar instrumentos de política pública de protección y conservación de ecosistemas forestales. • Planificar los asentamientos urbanos y rurales, a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial. • Salvaguardar el patrimonio cultural del Estado de México, reconociendo su importancia a nivel nacional e internacional. • Difundir entre la población información que le permita conocer los impactos del cambio climático sobre la salud humana con el fin de fomentar una cultura de prevención entre la población acerca del cuidado de la salud ante la recurrencia de eventos climáticos extremos. • Promover actividades que permitan tener un entorno saludable para que la población goce de un completo bienestar físico, mental y social. • Desarrollar los mecanismos y acciones para contar con más información de calidad y cobertura geográfica sobre la calidad del aire con el fin de monitorear y controlar la presencia de los contaminantes y disminuir sus efectos en la salud humana y la calidad de vida.
Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PEDUEM) / publicado en el año 2019. • Vincular el plan estatal de desarrollo con los pilares social, económico y de seguridad con lo territorial, para determinar políticas públicas urbanas y territoriales. • Determinar las políticas públicas, estrategias, programas, proyectos y acciones en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, aplicando a los tres ámbitos de gobierno.	• Sistema de planeación para la prevención y el cuidado ambiental a través de la adaptación al cambio climático.

Tabla 38.

Instrumentos de planeación en el ámbito estatal

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
• Generar serie de soluciones urbanas para las ciudades en materia de movilidad, espacio público y vivienda, equipamiento, agua y saneamiento y riesgos naturales. • Incorporar las premisas de la nueva ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo humano con las políticas ambientales del programa de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de México.	
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México (POETEM)/ publicado en el año 2019	• Fomentar la investigación, el desarrollo, la demostración y la transferencia de tecnologías verdes para la mitigación y la adaptación al cambio climático. • Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático. • Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático. • Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático. • Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores sociales y privados para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático. • Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático. • El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan. • Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos.
Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México	• Implementación de mecanismos de financiamiento y estímulos fiscales para las medidas descritas en el ProAire.

Tabla 38.

Instrumentos de planeación en el ámbito estatal

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
2018-2030 (ProAIRE Estado de México)/ publicado en el 2018 • Reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, principalmente de material particulado (PM10 y PM2.5) y precursores de ozono (COV, NOX), por medio de la implementación de medidas y acciones definidas para cada tipo de fuente emisora. • Robustecer los programas de prevención y protección a la salud pública con el fin de reducir los impactos producidos por la contaminación atmosférica. • Aumentar la disponibilidad y mejorar la certidumbre de la información sobre calidad del aire y emisiones de contaminantes a la atmósfera, que facilite la toma de decisiones y elaboración de políticas públicas. • Desarrollar las capacidades de gestión de calidad del aire del Estado, proporcionando las herramientas adecuadas para afrontar la problemática en cuestión, mediante la cooperación entre todos los órdenes de gobierno, el sector privado, académicos, ONG's y demás actores involucrados. • Fortalecer la comunicación y educación ambiental, así como generar y difundir información relativa a temas de calidad del aire, para que la población en general sea capaz de realizar acciones orientadas a proteger su salud y reducir las emisiones de gases contaminantes.	• Ampliación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) del Estado de México. • Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO). • Implementación de mejores prácticas, tecnologías para el control de emisiones y acciones de mitigación en fuentes fijas. • Fomento de mejores prácticas para la reducción de emisiones en el sector agrícola. • Impulso de tecnologías alternativas, combustibles más limpios y sistemas eficientes de distribución de combustibles en el sector doméstico, comercial y de servicios. • Establecimiento de Zonas de Bajas Emisiones en diferentes áreas metropolitanas dentro de la Entidad. • Concertación de convenios de coordinación y colaboración entre los tres órdenes de gobierno y otros actores relevantes para la reducción de emisiones contaminantes. • Integración en un único Sistema de Información Geográfica los datos relevantes para la gestión de la calidad del aire. • Implementación de Programas de Reducción de Emisiones Contaminantes. • Promoción de temas relacionados a la calidad del aire dentro de los programas estatales de educación ambiental. • Reducción de emisiones en fuentes móviles. • Reducción de emisiones en fuentes fijas. • Reducción de emisiones en el sector doméstico, comercial y de servicios. • Desarrollo urbano. • Protección a la salud. • Fortalecimiento institucional y financiamiento.

Fuente: elaboración propia con base en PDEM 2023-2029), PEACC (2022), PEDUEM (2019), POETEM (2019) & ProAIRE Estado de México (2018).

5.3.4. Políticas e instrumentos en el ámbito municipal

En el municipio de Tenancingo, Estado de México también cuenta con una serie de disposiciones jurídicas, instituciones e instrumentos de planeación los cuales inciden en temas de cambio climático. En la siguiente tabla 39 se describen las disposiciones jurídicas municipales en materia de CC durante la administración 2022-2024.

Disposiciones jurídicas

Tabla 39.

Disposiciones jurídicas en materia de Cambio Climático

Nombre/ fecha de publicación/ objetivo	Características relevantes al cambio climático
Bando de Policía y Gobierno Municipal de Tenancingo, Estado de México/ publicado el 5 de febrero de 2024. Establece las bases generales que regulan el nombre y escudo del municipio, el territorio y la organización territorial y administrativa, la población, el patrimonio, el gobierno, los órganos y las autoridades auxiliares del Ayuntamiento, la administración pública, la planeación, las funciones y los servicios públicos, los principios, acciones y lineamientos bajo los cuales se regirá la política de mejora regulatoria, el desarrollo económico y el bienestar social, el programa estratégico para lograr la equidad de género, la protección ecológica y el mejoramiento del medio ambiente, la actividad industrial, comercial, turística, artesanal y de servicios a cargo de los particulares, el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, la promoción del empleo, la promoción, el respeto, la protección y defensa de los Derechos Humanos, lo relativo	• Art. 41°: El municipio tiene en materia ambiental el deber de analizar las condiciones socio-ambientales para idear y poner en marcha políticas públicas, planes de manejo, programas sociales y educativos; así como estrategias de comunicación eficaces, con el objetivo de propiciar un entorno regido bajo los principios de responsabilidad ambiental, sostenibilidad, manejo sustentable, cambio climático, educación, gestión, recuperación, salud y de seguridad ecológica. - Combatir el deterioro ecológico, cambio climático y la contaminación ambiental, promoviendo una cultura del uso de productos biodegradables y fertilizantes de origen orgánico en la agricultura y floricultura. - Establecer los mecanismos necesarios para la prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales. - Prevenir y sancionar la realización de obras y actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico y perjudiquen al ambiente o a los seres vivos. - Denunciar ante las autoridades competentes, a la persona o personas que incurran en los delitos contra el ambiente. - Llevar a cabo la supervisión de toda construcción con fines habitacionales, industriales, comerciales y de prestación de servicios, referentes a los usos de suelo, y verificar los impactos ambientales que afectan al entorno natural de los mismos con la finalidad de cuidar de los recursos naturales. - Solicitar el Dictamen de Riesgos Ambientales y/o Manifestación de Impacto Ambiental, en construcciones habitacionales, vialidades, y espacios comerciales o de prestación de servicios para lo cual la Dirección de Ecología expedirá la factibilidad de su funcionamiento. - Fomentar el cuidado y conservación de la fauna nativa en sus diferentes ecosistemas. - Es de su interés de la Dirección de Desarrollo Agropecuario, ser encargada de supervisar la correcta aplicación, en las zonas agrícolas y florícolas, así como la disposición final de los envases y recipientes de fertilizantes, con la finalidad de generar un uso adecuado de los envases. . - Fomentar el aprovechamiento de residuos priorizando acciones de separación, reducción, reutilización y reciclado de residuos, a través de campañas, jornadas y publicidad.

a la Justicia Cívica Municipal, los recursos administrativos, así como la actividad normativa y reglamentaria.	- Celebrar convenios de coordinación con las autoridades ambientales federales y estatales; así como organismos y asociaciones civiles para promover y realizar jornadas de reforestación en el municipio con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
--	---

Fuente: elaboración propia con base en Bando de Policía y Gobierno Municipal de Tenancingo, Estado de México (2024).

Marco institucional

En Tenancingo se cuenta con direcciones municipales, las cuales elaboran y ejecutan programas para combatir y enfrentar las causas y efectos propiciados por el cambio climático, tal y como se establecen en la siguiente tabla 40:

Tabla 40.

Marco institucional en el ámbito municipal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Coordinación Municipal de Protección Civil y bomberos de Tenancingo. Fundada en el año 1994	Establecida como una dependencia la cual es encargada de la coordinación en integrar los programas y planes de prevención, atención y ejecución de acciones de prevención y atención de las consecuencias destructivas de algún desastre natural y/o antropogénico. Teniendo como objetivo primordial el salvaguardar la integridad física de las personas, sus bienes y el medio ambiente, ante la presencia de algún agente perturbador, calamidad o desastres dentro del territorio municipal.	• Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024. • Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. • Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. • Creación del Consejo forestal municipal. • Curso de prevención y combate de incendios forestales.
Dirección de Desarrollo Urbano. Fundada en el año 2003	Dirección establecida para coordinar información adecuada para la planeación, programación, presupuesto, dirección, ejecución y de evaluación de cada una de las acciones que son participes en la integración de la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio, teniendo como una de sus funciones primordiales la formulación, aprobación, ejecución, evaluación, modificación y sobre todo actualización del plan municipal de Desarrollo Urbano.	• Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 • Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. • Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México
Dirección de Ecología.	Establecida como dirección únicamente de ecología en la administración 2022-2024, cuya función radica en promover la protección y uso	• Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024

Tabla 40.

Marco institucional en el ámbito municipal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Fundada en el año 2022	sustentable de los recursos naturales para los ciudadanos del municipio. De igual manera establecer las políticas en materia de protección, conservación y restauración del medio ambiente como de la biodiversidad, para lograr un desarrollo sustentable en el marco jurídico y normativo del municipio de Tenancingo.	• Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. • Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. • Conformación del consejo municipal para la protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible del municipio (COMPROBIDES). • Conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos. • Pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (Agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad). • Jornadas de reforestación. • Curso de prevención y combate de incendios forestales • Recolección de envases de agroquímicos.
Dirección del bienestar social. Fundada en el año 2022	Establecida como dirección para promover el crecimiento pleno, integral y autosuficiente del municipio, a partir de programas coordinados entre lo público, privado, social, federal y estatal para mejorar la calidad de vida de la población. Procurando la atención integral de la ciudadanía en los programas sociales vinculados al desarrollo social del municipio.	• Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 • Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. • Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. • Recolección de envases de agroquímicos.
Dirección de desarrollo agropecuario/ del Campo. Fundada en el año 1998/2024	Establecida como dirección de desarrollo agropecuario siendo el año 2024 cuando cambia a nombre de dirección del Campo, cuya finalidad es el fortalecimiento de los sectores agrícolas, ganadero, acuícola, apícola y forestal del municipio y con ello dar solución a los problemas del campo en beneficio de los productores de Tenancingo.	• Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 • Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. • Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. • Recolección de envases de agroquímicos.

Tabla 40.

Marco institucional en el ámbito municipal

Institución	Descripción	Programas en materia de CC
Dirección de servicios públicos. Fundada en el año 2009	Establecida como dirección para brindar los servicios de limpieza, alumbrado, mantenimiento de los panteones, parque, jardines, áreas verdes de recreación, conservación y mantenimiento de los poblados y del centro urbano de Tenancingo, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos del municipio mediante una gestión organizada y eficiente para satisfacer las necesidades de la sociedad.	- Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 - Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. - Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. - Conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos. - Pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (Agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad). - Jornadas de reforestación - Curso de prevención y combate de incendios forestales. - Recolección de envases de agroquímicos.

Fuente: elaboración propia con base en Coord. Mun. PC (2009), Dir. de D.U (2003), Dir. de Eco (2022), Dir. del Bien. Soc (2022), Dir. del Campo (2024) & Dir. de Ser. Pub (2009).

Instrumentos de planeación

En el municipio de Tenancingo al igual que en el Estado de México, cuenta con instrumentos de planeación municipal ante el cambio climático, tal y como se describen en la siguiente tabla 41:

Tabla 41.

Instrumentos de planeación municipal ante el cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024/ publicado el 20 de junio de 2022.	- Generar una cartera de proyectos de protección al medio ambiente y atención al cambio climático en la cabecera municipal y las comunidades. - Contribuir a la mejora de la calidad del aire.
- Atender las demandas prioritarias de la población. - Propiciar el desarrollo armónico del municipio. - Asegurar la participación de la sociedad en las acciones del gobierno municipal.	- Mejorar la educación ambiental e impulsar la adopción de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el municipio. - Fomentar el desarrollo, transferencia, divulgación y difusión de tecnologías, equipos y procesos para la adaptación al cambio climático.

Tabla 41.

Instrumentos de planeación municipal ante el cambio climático

Nombre del instrumento/ objetivos	Aspectos relevantes en materia de cambio climático
• Vincular el Plan de Desarrollo Municipal con los planes de desarrollo federal y estatal. • Aplicar de manera racional los recursos financieros para el cumplimiento del plan y los programas de desarrollo.	• Promover la sinergia de trabajo con el estado y la federación e instancias internacionales, con relación al cambio climático.
Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México (AMRT)/ publicado el 19 de diciembre de 2022. • Identificar, analizar y evaluar los riesgos tanto de origen natural como antrópico que han tenido incidencia o pudieran presentarse en el territorio geográfico municipal, ocasionando desastres o situaciones de peligro en zona que por sus características poseen cierto grado de vulnerabilidad ante los fenómenos perturbadores.	• Elaboración de Programas de Ordenamiento Territorial: Estatal, Regional, Metropolitano y Municipal: con dicho instrumento de planeación territorial se va a contribuir a la adaptación al cambio climático. Con énfasis en la prevención, y verificación del cumplimiento de las condiciones de sostenibilidad, sustentabilidad, desarrollo, orden e inclusión en los horizontes temporales de intervención, el corto, mediano y largo plazo.
Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México (PAMCCMTEM)/ publicado el 11 de abril de 2024. • Proporcionar al municipio de Tenancingo herramientas de planificación para integrar y coordinar políticas y acciones relacionadas con la adaptación y mitigación del cambio climático, fomentando así vínculos en tres niveles: gobierno, sociedad civil y sector educativo.	• Divulgar el ahorro de energía a través del desarrollo e implementación de energías limpias en los hogares. • Promover la adopción de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, a través del manejo sustentable de residuos sólidos urbano y del mejoramiento de la educación ambiental. • Generar y aplicar el instrumento de ordenamiento territorial municipal. • Promover la buena práctica del manejo agrícola para la conservación de variantes criollas adaptadas a condiciones atípicas como estrés hídrico y plagas. • Fomentar la difusión agroclimática con datos confiables para la planificación de los ciclos agrícolas antes las adversidades de los efectos del cambio climático. • Prevención y control sobre los incendios forestales a través de la implementación de brechas cortafuego y el control de la maleza. • A través de la educación ambiental hacer difusión de los impactos que el cambio climático está generando y con ello lograr implementar políticas públicas ligadas a disminuir el CC para reducir la vulnerabilidad de la población y de los sectores productivo.

Fuente: elaboración propia con base en PDM Tenancingo, Edo. Méx., 2022–2024, AMRTEM (2022) y PAMCCMTEM (2024).

Dentro del municipio de Tenancingo, durante la administración 2022-2024 se llevaron a cabo diversos programas y/o actividades vinculadas con el cuidado del medio ambiente y con ello lograr disminuir los efectos causados por el cambio climático tal y como se muestra a continuación en la tabla 42:

Tabla 42.

Proyecto y actividades realizadas en materia de cambio climático administración 2022-2024.

Pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (Agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad).

Proyecto que se llevó a cabo en coordinación con la dirección de educación, dirección de ecología, el consejo municipal de protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible, así como de la coordinación de limpia del municipio de Tenancingo. Teniendo como objetivo crear actitudes a la sociedad a partir de valores sociales, para generar interés por el medio natural y con ello lograr la participación en la protección, cuidado, restauración y manejo de los recursos naturales del municipio. Como alcances obtenidos del proyecto, se logró una mayor sensibilización a la sociedad a cerca de los impactos y causas que está generando el cambio climático, derivado de las pláticas y conferencias llevadas a cabo en distintas instituciones dentro del municipio.



Tabla 42.

Proyecto y actividades realizadas en materia de cambio climático administración 2022-2024.

Brigadas de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos.

Proyecto llevado a cabo en conjunto con la dirección de ecología, la quinta regiduría y la coordinación de limpia del municipio de Tenancingo. Teniendo como objetivo la identificación y erradicación de tiraderos clandestinos y con ello establecer acciones inmediatas de remediación del área afectada, así como de prevención y reducción de riesgos a la salud y al entorno ambiental. Como alcances obtenidos del proyecto, se logró la identificación de diversos tiraderos clandestinos, logrando recuperar las áreas afectadas, evitando así un foco infección a la población, la disminución de la contaminación al suelo, agua y aire y con ello colaborar en la disminución de los efectos del cambio climático.



Conformación del consejo municipal para la protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible del municipio (COMPROBIDES).

Proyecto llevado a cabo con la participación de la sexta regiduría, la dirección de ecología y de ciudadanos del municipio de Tenancingo, a través del cual se conformó dicho consejo, con el objetivo de promover la participación ciudadana en la realización de acciones sociales que promuevan la conservación, prevención, remediación, rehabilitación y restauración del equilibrio ecológico.

Como alcances obtenidos a través del consejo se consultó y opinó en materia de conservación, prevención y restauración del medio ambiente, mediante sesiones ordinarias, participación en conferencias y pláticas de temas relacionados al cuidado del agua, de residuos sólidos y de cambio



climático, así como de reforestaciones y de caminatas para identificación de problemas ambientales en el municipio.

Tabla 42.

Proyecto y actividades realizadas en materia de cambio climático administración 2022-2024.

Jornadas de reforestación

Proyecto llevado a cabo con la administración 2022-2024 del H. Ayuntamiento de Tenancingo y de ciudadanos del municipio. Con el objetivo de restaurar, cuidar y dar mantenimiento a los espacios públicos y áreas de bosque a través de reforestaciones, con las cuales se pretende la rehabilitación de zonas que han sido afectadas por deforestación, incendios forestales y cambios de uso de suelo.

Como alcances y a partir de las reforestaciones realizadas se han recuperado áreas que presentaban problemas de deforestación, donde la mayoría de ellas fueron propiciadas por la actividad antropogénica, a partir de dichas actividades se pretende contar con mayor infiltración de agua pluvial, recuperación



de usos de suelo y mayor humedad (con el objetivo de disminuir los incendios forestales), mayor densidad de flora y fauna y con ellos disminuir las emisiones de gases efectos invernadero emitidas a la atmosfera lo que va a propiciar ayudar a disminuir los efectos del cambio climático.

Curso de prevención y combate de incendios forestales

Proyecto llevado a cabo con la participación de elementos de protección civil y bomberos de Tenancingo, dirección de ecología, coordinación de servicios públicos y de PROBOSQUE Estado de México (capacitadores). Teniendo como objetivo la capacitación de los conocimientos sobre el comportamiento del fuego, la aplicación de técnicas adecuadas contra incendios, así como de la selección adecuada de los equipos necesarios para cada situación, de igual manera para emplear las medidas más adecuadas para el control y prevención de incendios forestales.



Como alcances del proyecto y a partir de las distintas capacitaciones se creó la brigada

municipal contra incendios forestales, con la cual se ha logrado la atención y erradicación más rápida de los incendios forestales, propiciando la disminución de pérdida de biodiversidad y de emisiones de gases efectos

Tabla 42.

Proyecto y actividades realizadas en materia de cambio climático administración 2022-2024.

invernadero provocado por los incendios, lo que ha conllevado a ayudar a contrarrestar los efectos del cambio climático.

Recolección de envases de agroquímicos

Proyecto llevado a cabo con la participación de la dirección de ecología, la coordinación de servicios públicos, la dirección del Campo y dirección del bienestar social. Teniendo como objetivo evitar la reutilización de los envases vacíos de agroquímicos para almacenar agua, alimentos o herramientas utilizadas en las actividades laborales y en lugar de ello establecer un manejo adecuado de los envases.

Como alcances de proyecto y con apoyo del programa como Campo Limpio (de PROBOSQUE), se han recolectado y trasladado para su manejo adecuado los envases de agroquímicos al centro de acopio ubicado en el municipio de Villa Guerrero, generando la



disminución por envases con residuos de agroquímicos a los ríos, lagos, mantos acuíferos y al aire (por la quema de ellos), contribuyendo a disminuir la contaminación del municipio y con ello los efectos del cambio climático.

Fuente: elaboración propia con base en la Dirección de Ecología de Tenancingo (2022).

5.3.5 Alcances del marco político institucional frente al cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo

A partir de la publicación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el 5 de febrero de 1917, se establecieron los objetivos y principios de la nación, así como los derechos y obligaciones del pueblo mexicano, estipulando que toda persona dentro del territorio nacional tiene derecho a un medio ambiente sano que promueva su desarrollo y bienestar; por lo que en la siguiente figura (38) se establece una línea del tiempo del marco jurídico de los tres ámbitos de gobierno (federal, estatal y municipal) el cual para esta investigación presenta incidencia directa o indirecta al SSE de Tenancingo en materia de cambio climático.

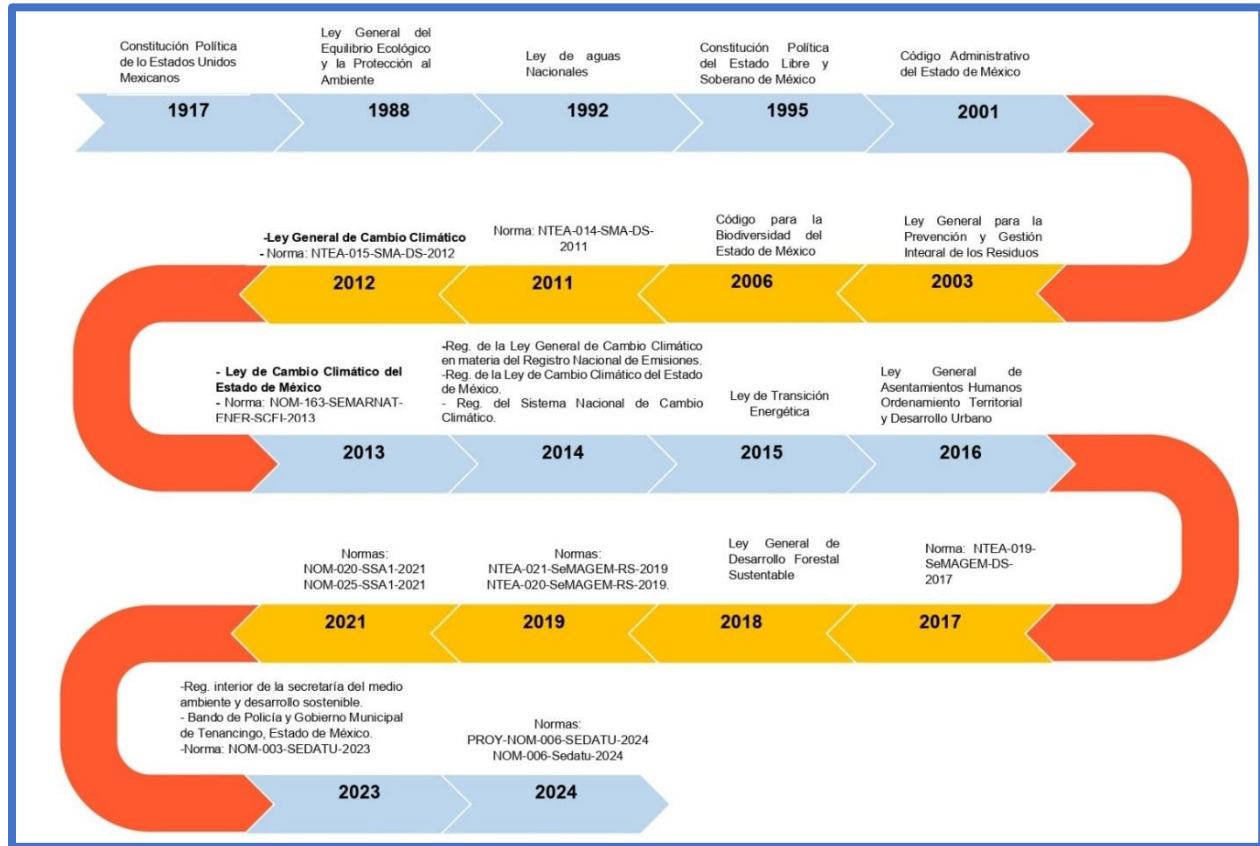
Para la parte federal la principal respuesta jurídica del gobierno frente al CC es la Ley General de Cambio Climático, la cual fue publicada el 6 de junio de 2012, dicha ley fue establecida para regular, fortalecer y crear nuevas acciones para la adaptación, mitigación, así como reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la sociedad ante los efectos propiciados por el cambio climático.

Respecto al ámbito estatal, el gobierno estableció como respuesta jurídica primordial al CC, la Ley de Cambio Climático del Estado de México, publicada el 19 de diciembre de 2013, con la cual pretende que toda persona del Estado mexicano goce de un ambiente sano para el bienestar, la salud y el desarrollo, todo ello a partir de establecer disposiciones con las cuales se logre la adaptación al cambio climático y la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero.

Para el ámbito municipal (Tenancingo), las autoridades competentes establecen como respuesta jurídica ante el cambio climático, el Bando de Policía y Gobierno Municipal de Tenancingo, Estado de México, el cual se publicó el 5 de febrero de 2024, siendo la máxima ley municipal que establece las bases que rigen la política de mejora regulatoria, el desarrollo económico, así como el programa estratégico para lograr la equidad de género, la protección ecológica y el mejoramiento del medio ambiente, la actividad industrial, comercial, turística, artesanal y de servicios a cargo de los particulares y el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos.

Figura 38.

Línea del tiempo del marco jurídico nacional, estatal y municipal en materia de cambio climático



Fuente: elaboración propia 2024.

En los tres ámbitos de gobiernos se han establecido una serie de instrumentos de planeación en materia de cambio climático los cuales, para esta investigación de forma directa o indirecta presentan incidencia al SSE de Tenancingo (ver figura 39).

Para el ámbito federal se cuenta principalmente con el instrumento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013, Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático 2019, Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 2020-2024, Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 y el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024, siendo este último el que presenta mayor relevancia para esta investigación, el cual se publicó el 8 de noviembre de 2021, teniendo como principales objetivos la

conservación, restauración y un manejo sustentable de los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático, de igual manera lograr consolidar la política nacional de cambio climático mediante instrumentos eficaces y en coordinación con entidades federativas, municipios, Poder Legislativo y sociedad.

Respecto a los instrumentos de planeación estatales, se cuenta principalmente con el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México 2018-2030, también con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México 2019, el Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México 2019, el Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 y con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático 2022, siendo este último el de mayor relevancia, el cual fue publicado el 15 de septiembre de 2022, teniendo como principales objetivos brindar al Estado un instrumento de planeación el cual integre, articule y coordine las acciones y políticas públicas en materia de cambio climático, promoviendo la vinculación de gobierno, academia y sociedad civil, así como la elaboración de estudios e investigaciones científicas las cuales apoyen en el diseño e implementación de políticas públicas sustentables y de acciones estratégicas frente al CC.

Para el ámbito municipal se cuenta principalmente con los instrumentos de planeación como lo son el Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México 2022, el Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 y el Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México 2024, siendo este último el que presenta mayor relevancia para esta investigación, el cual se publicó el 11 de abril de 2024; tenido como principal objetivo el suministrar al municipio herramientas de planificación que integren y coordinen acciones y políticas de adaptación y mitigación al cambio climático, fomentando la vinculación con los tres ámbitos de gobiernos, la sociedad y el sector educativo.

Dichos instrumentos de planeación en materia de CC de los tres ámbitos de gobierno, dan la pauta para lograr poder establecer políticas públicas relacionadas con la mitigación, adaptación, vulnerabilidad, acción climática, cuidado del ambiente y reducción de emisiones de GEI.

Figura 39.

Articulación de instrumentos de planeación en materia de cambio climático que inciden en el SSE de Tenancingo.



Fuente: elaboración propia 2024.

Al igual que el marco jurídico y los instrumentos de planeación, en los tres ámbitos de gobierno existen una serie de actores públicos relevante al desarrollo de proyectos y programas en materia de cambio climático, los cuales para fines de la investigación presentan de forma directa o indirecta incidencia al SSE de Tenancingo (ver tabla 43).

Para la parte federal los actores de mayor relevancia en materia de cambio climático son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), siendo la primera una dependencia que es responsable de la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales del país, con el objetivo de propiciar su uso sustentable y su desarrollo integral. Mientras que el segundo es un organismo encargado de la generación y de la integración de conocimiento científico y técnico para formular, evaluar y conducir las políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático, así como también de protección al medio ambiente, preservación y restauración ecológica.

Respecto a los actores del ámbito estatal, los de mayor relevancia son la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES) y el Instituto Estatal de Ecología y Cambio Climático (IEECC), siendo la primera la Secretaría encargada de conservar, aprovechar y proteger los recursos naturales y el medio ambiente a través de las políticas ambientales de todos los sectores del gobierno, con el fin de transitar hacia un desarrollo sustentable beneficiando a la sociedad mexiquense. Por su parte el IEECC, promueve el fortalecimiento de las capacidades institucionales y sectoriales para que mediante el desarrollo de la investigación tanto científica como tecnológica se afronte las adversidades del cambio climático.

En lo que concierne al ámbito municipal, los actores públicos de mayor relevancia son la Dirección de Ecología, la Dirección de Servicios Públicos y Protección Civil y Bomberos de Tenancingo, siendo estos actores los protagonistas principales en la realización de proyectos tales como la conformación de brigadas de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos, los cursos de prevención y combate de incendio forestales, la planeación y ejecución de las jornadas de reforestación y de recolección de envases de agroquímicos en el municipio, de igual manera las conferencias y pláticas encaminadas a temas en materia ambiental (agua, residuos sólidos, biodiversidad y cambio climático).

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
	Dependencia responsable de la promoción de protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales del país, con el objetivo de propiciar su uso sustentable y su desarrollo integral.	Cuenta con incidencia para el Estado de México a través de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES) ubicada en el municipio de Metepec, donde se han formulado e implementado programas tales como el programa especial y estatal de cambio climático. Para Tenancingo se ve vinculada con la dirección de ecología principalmente a través del plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a proyectos encaminados a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Dependencia responsable de promover e impulsar el desarrollo territorial de manera sostenible a raves del diseño, implementación y coordinación de políticas de desarrollo agrario, urbano, ordenamiento territorial y de viviendas adecuadas, todo bajo el enfoque el plan nacional de desarrollo.	La relación para el Estado de México es a través de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES), participando y colaborando en el programa especial y estatal de cambio climático. En el municipio de Tenancingo la vinculación se da a través de la dirección de desarrollo urbano municipal, donde se trabajó en la elaboración del plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a los efectos que la variabilidad climática está causando.
	Dependencia encargada de fomentar el desarrollo productivo y sustentable del sector agropecuario, acuícola y pesquero, para contribuir a la autosuficiencia alimentaria en la nación y el bienestar de la sociedad, territorios rurales, costeros, políticas públicas y acciones estratégicas para el campo mexicano.	Cuenta con incidencia para el Estado de México a través de la Secretaría del campo ubicada en el municipio de Metepec, donde se han formulado e implementado programas tales como el programa especial y estatal de cambio climático, así como en el plan de desarrollo del Estado de México 2023-2029. Para Tenancingo se ve vinculada con la dirección del campo y la dirección del bienestar social, donde se ha trabajado en conjunto en programas a través de la recolección de envases de agroquímicos y del plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
	Comisión nacional encargada de conservar los espacios y/o patrimonios naturales de México, así como los procesos ecológicos de las áreas naturales protegidas las cuales suman 226 y siendo estas espacios terrestres y marinas las cuales resguardan gran variedad de seres vivos.	La relación para el Estado de México es a través de la comisión estatal de parques naturales y de la fauna (CEPANAF), ubicada en el municipio de Calimaya, en conjunto han formulado e implementado programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático. Para el municipio de Tenancingo presenta participación a través de la dirección de ecología y de servicios públicos en los programas de jornadas de reforestación, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a proyectos meramente sobre variabilidad climática.
	Organismo de orden público descentralizado, el cual es el encargado de desarrollar e impulsar aquellas actividades productivas que sirven tanto para la conservación como restauración en materia forestal, también participa en la creación de programas, planes y políticas de desarrollo forestal sustentable.	El vínculo para el Estado de México es a través de la protectora de bosques del Estado de México (PROBOSQUE), ubicada en el municipio de Metepec, en conjunto han formulado e implementado programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático, así como de programas de presupuestario y desarrollo forestal. Para Tenancingo presenta incidencia con la dirección de ecología y servicios públicos a través de las jornadas de reforestación, así como en cursos de prevención y combate de incendios forestales, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a proyectos de combate a la variabilidad climática.
	Comisión intersecretarial, la cual promueve, apoya, coordina y realiza distintas actividades las cuales están dirigidas para conocer la diversidad biológica, su conservación y uso sustentable en beneficio de la sociedad.	La relación para el Estado de México es a través de la comisión estatal de parques naturales y de la fauna (CEPANAF) y la protectora de bosques del Estado de México (PROBOSQUE), ubicadas en el municipio de Calimaya y Metepec respectivamente, en conjunto han formulado e implementado programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático. Para el municipio de Tenancingo presenta participación a través de la dirección de ecología, todo ello por la conformación del consejo municipal para la protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible del municipio (COMPROBIDES), donde se han formulado e implementado programas y

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
		actividades en materia de cambio climático, a pesar ello no tiene presencia directa respecto a proyectos solamente sobre variabilidad climática.
	Organismo descentralizado, el cual tiene la responsabilidad de administrar preservar, regular y controlar las aguas nacionales, así como sus bienes públicos para una administración sustentable y con ello lograr garantizar la preservación hídrica para la nación.	Cuenta con incidencia para el Estado de México a través de la comisión del agua del Estado de México (CAEM), ubicada en el municipio de Toluca y otra en Tenancingo, donde han participado con programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático y del programa hídrico integral del Estado de México 2017 – 2023. Para el municipio de Tenancingo la relación se ve ligada con la dirección de ecología y de servicios públicos a través de las jornadas de reforestación, pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad), sin embargo, no tiene presencia directa respecto a proyectos encaminados a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Organismo de investigación del Gobierno de México para generar e integrar conocimiento técnico y científico para la formulación, conducción y evaluación de políticas públicas que conlleven a la protección del medio ambiente, preservación y restauración ecológica, crecimiento verde, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.	La relación para el Estado de México es a través de Instituto estatal de ecología y cambio climático (IEECC), ubicado en el municipio de Metepec, donde han colaborado en la elaborado y ejecución de programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático, el programa de acción ante el cambio climático y el programa de subsistema de información estatal sobre cambio climático. Para Tenancingo presenta incidencia con la dirección de ecología a través del programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a los efectos que la variabilidad climática está causando.

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
	Organismo encargado de evaluar y vigilar el cumplimiento de las normas jurídicas vigentes que están siendo aplicables a la protección, restauración y restauración de los recursos naturales, a través de operativos de inspección, atención de denuncias y de participación de la sociedad en asuntos de defensa y protección ambiental.	La relación para el Estado de México es a través de su delegación y de la Procuraduría de Protección al ambiente del Estado de México (PROPAEM), ubicadas en el municipio de Toluca y Tlalnepantla respectivamente, donde se han implementado programas en materia de cambio climático tales como el programa estatal ante el cambio climático y el de auditoría ambiental del Estado de México. Para Tenancingo presenta incidencia con la dirección de ecología en el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a los efectos que la variabilidad climática está causando.
	Secretaría que se encara de conservar el medio ambiente a partir del aprovechamiento y protección racional de los recursos naturales de igual manera a través de las políticas ambientales de todos los sectores de gobierno para lograr transitar a un desarrollo sustentable que beneficie a la sociedad mexiquense.	La vinculación de esta secretaría con el municipio de Tenancingo se establece principalmente con las direcciones de ecología, servicios públicos y con la coordinación municipal de protección civil y bomberos de Tenancingo a través de programas relacionado al cambio climático, tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo, así como en la elaboración del atlas municipal de riesgos del municipio. A pesar de dichas colaboraciones, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Secretaría que se encara de impulsar y planificar el desarrollo integral y sustentable de las actividades agropecuarias, con visión empresarial y responsabilidad social, con el objetivo de contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida para los productores del campo mexiquense y a la seguridad alimentaria.	Cuenta con incidencia al municipio de Tenancingo a través de la dirección del campo (antes dirección de desarrollo agropecuario) teniendo participación en programas en materia de cambio climático tales como el Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México y en la recolección de envases de agroquímicos, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
 CEPANAF Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna	Organismo público, que contribuye al desarrollo sustentable del Estado de México en materia de recursos naturales y preservación del medio ambiente, a través del desarrollo de programas y acciones que permiten reducir el deterioro de los ecosistemas, así como conservar, vigilar, controlar y administrar los Parques y Zoológicos, reservas y áreas naturales protegidas.	Cuenta con incidencia al municipio de Tenancingo a través de la dirección de ecología, teniendo participación en programas en materia de cambio climático tales como el atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México y el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
 caem Comisión del Agua del Estado de México <i>El agua es Vida... Cuidada</i>	Organismo público descentralizado, que se dedica a administrar con responsabilidad, eficiencia y calidad los recursos hídricos e hidráulicos para satisfacer la demanda de los mexiquenses, fomentando la conciencia del buen uso, reúso y cuidado del agua, para logra la sustentabilidad.	Cuenta con incidencia al municipio de Tenancingo a través de la gerencia regional Coatepec Harinas (ubicada dentro del municipio), de la dirección de ecología y de desarrollo urbano, teniendo participación en programas en materia de cambio climático tales como el atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México, el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo y del plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a los efectos que la variabilidad climática está causando.
 IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO	Organismo público descentralizado, que promueve el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar al cambio climático, mediante el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y energías renovables, en el ámbito de competencia Estatal.	Cuenta con incidencia al municipio de Tenancingo a través de la dirección de ecología, servicios públicos, desarrollo urbano y con la coordinación municipal de protección civil y bomberos de Tenancingo, teniendo participación en programas en materia de cambio climático tales como el atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México y el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo, sin embargo, no tiene presencia directa a los efectos que la variabilidad climática está causando.

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
	Institución que establece garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, mediante la procuración, vigilancia y difusión del cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al ámbito estatal.	La vinculación con dicha institución y el municipio de Tenancingo se establece principalmente con las direcciones de ecología, servicios públicos y con la coordinación municipal de protección civil y bomberos de Tenancingo a través de programas relacionado al cambio climático, tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo, así como en la conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos. A pesar de dichas colaboraciones, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Organismo Público Descentralizado el cual promueve la gestión sostenible de los ecosistemas forestales y la conservación de la biodiversidad en beneficio de la sociedad con apego a la normatividad aplicable y de mejora continua.	La relación de este organismo público y el municipio de Tenancingo se establece principalmente con las direcciones de ecología, servicios públicos y con la coordinación municipal de protección civil y bomberos de Tenancingo a través de programas relacionado al cambio climático, tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático de Tenancingo, en las jornadas de reforestación, en los cursos de prevención y combate de incendios forestales y en las pláticas y conferencias de temas de materia ambiental. Con todo ello y a pesar de dichas colaboraciones, no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Dirección cuya función radica en promover la protección y uso sustentable de los recursos naturales para los ciudadanos del municipio. De igual manera establece las políticas en materia de protección, conservación y restauración del medio ambiente como de la biodiversidad, para lograr un desarrollo sustentable en el marco jurídico y normativo del municipio de Tenancingo.	Para el municipio se han elaborado y realizado programas en materia o con relación al cambio climático tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, la recolección de envases de agroquímicos, la conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos, las pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (Agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad), así como las jornadas de reforestación sin embargo no tiene presencia directa respecto a proyectos

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
		encaminados a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Dirección establecida para coordinar información adecuada para la planeación, programación, presupuesto, dirección, ejecución y de evaluación de cada una de las acciones que son partícipes en la integración de la dirección de desarrollo urbano del municipio, teniendo como una de sus funciones primordiales la formulación, aprobación, ejecución, evaluación, modificación y sobre todo actualización del plan municipal de Desarrollo Urbano.	En el municipio se han implementado programas en materia de cambio climático tales como el plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, el Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México, así como en el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, sin embargo, no tiene presencia directa respecto a los efectos que la variabilidad climática está causando.
	Coordinación encargada de integrar los programas y planes de prevención, atención y ejecución de acciones de prevención y atención de las consecuencias destructivas de algún desastre natural y/o antropogénico.	Para el municipio se han formulado e implementado programas en materia o con relación al cambio climático tales como el plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024, el Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México, la conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos, así como en el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, sin embargo no tiene presencia directa respecto a la variabilidad climática.
	Dirección encargada de promover el crecimiento pleno, integral y autosuficiente del municipio, a partir de programas coordinados entre lo público, privado, social, federal y estatal para mejorar la calidad de vida de la población. Procurando la atención integral de la ciudadanía en los programas sociales vinculados al desarrollo social del municipio.	Dicha dirección ha contribuido en la elaboración de programas en materia de cambio climático tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México y en el atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México, sin embargo no tiene presencia directa respecto a la variabilidad climática.

Tabla 43.

Identificación de actores públicos

Actor	Objetivo	Relación frente a la variabilidad climática en Tenancingo
	Dirección cuya finalidad es el fortalecimiento de los sectores agrícolas, ganadero, acuícola, apícola y forestal del municipio y con ello dar solución a los problemas del campo en beneficio de los productores de Tenancingo.	La dirección del campo ha participado en la conformación de programas en materia de cambio climático tales como el programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México y la recolección de envases de agroquímicos, sin embargo no tiene presencia directa respecto a disminuir los efectos de la variabilidad climática.
	Dirección encargada de brindar los servicios de limpia, alumbrado, mantenimiento de los panteones, parque, jardines, áreas verdes de recreación, conservación y mantenimiento de los poblados y del centro urbano de Tenancingo, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos del municipio mediante una gestión organizada y eficiente para satisfacer las necesidades de la sociedad.	En el municipio se han llevado a cabo la elaboración y la implementación de programas relacionados con el cambio climático tales como el Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México, la conformación de la brigada de búsqueda y erradicación de tiraderos clandestinos, así como de pláticas y conferencias de temas en materia ambiental (Agua, residuos sólidos, cambio climático y biodiversidad), sin embargo no se tiene presencia directa respecto a la variabilidad climática.

Fuente: elaboración propia 2024.

A pesar de que en los tres ámbitos del gobierno mexicano (federal, estatal y municipal), se cuente con una diversidad del marco político-institucional en materia de cambio climático, es de mencionar que presenta limitaciones, las cuales de acuerdo a Quiroz (2013), se deben a la complejidad que presenta el término cambio climático, pero también a aspectos estructurales que obstaculizan la aplicación de cualquier programa, perjudicando los objetivos de la política climática, generando su poca efectividad o una solución parcial del problema. Dichas debilidades suelen surgir a partir de una mala planeación o una errónea ejecución, ya que en ocasiones no se cuenta con los recursos necesarios (humanos y financieros) y de una infraestructura adecuada para poder llevarlo a cabo; por lo que Quiroz (2013) engloba las principales debilidades en tres rubros, las cuales son: intra e inter

institucionales, el financiamiento y las premisas sobre el largo plazo, seguimiento y evaluación.

Para las intra e inter institucionales, se establece que es de suma importancia la coordinación que se debe de establecer entre dependencias, debido a la transversalidad que presenta la problemática que es el cambio climático, donde cada área gubernamental incide directa o indirectamente a la solución o el incremento del CC y sus efectos.

Referente al financiamiento es de mencionar que el recurso económico en los tres ámbitos de gobierno no se asigna de una manera proporcional para el área ambiental, derivado que las pretensiones de las autoridades y de la población exige la mayor designación de recursos presupuestales a áreas como la salud, desarrollo social, desarrollo urbano, infraestructura y sobre todo en seguridad, propiciando que sea una limitante, debido que a pesar de contar con estrategias congruentes para enfrentar los estragos del CC, sino se cuenta con el recurso económico que se requiere, dichas estrategias y programas solo se van a establecer y quedaran en un simple discurso; por lo que de acuerdo con Quiroz (2013), la formulación de proyectos y programas para mitigar y/o adaptarse a los estragos del cambio climático, deben de ser considerados en el presupuesto de cada nivel gubernamental para lograr llevarlos a la práctica.

Respecto a las premisas sobre el largo plazo, seguimiento y evaluación de cada uno de los componentes del marco político institucional en materia de cambio climático, deben de ser pensados para plantear soluciones a largo plazo, todo ello derivado de los efectos que el CC está propiciando y los que va a generar en el futuro, siendo así primordial que toda política climática establecida se debe implementar a largo plazo, darle seguimiento a pesar de los cambios administrativos gubernamentales y evaluase para determinar si ha tenido avances o no. Derivado de que los efectos propiciados por el cambio climático no responden a un tiempo gubernamental, un partido político, un sector o a la pronta respuesta por parte de la población, es por eso la necesidad de impulsar un marco político institucional en los

tres ámbitos de gobierno que sea a largo plazo, se le dé seguimiento y sobre todo sea evaluado tal como lo estableció Quiroz (2013).

Para fines de esta investigación las debilidades que se identificaron, es la falta de coordinación de los tres ámbitos de gobiernos en la implementación y seguimiento de los distintos programas en materia de cambio climático, debido a que en el ámbito municipal no se aplican de forma equitativa en cada uno de los 125 municipios que conforman el Estado de México, derivado de los cambios de administración así como del color del partido político gobernante en su momento, siendo la coordinación el principal motor para poder llevar a cabo una política en materia de cambio climático que brinde los frutos necesarios para la adaptación y mitigación de esta problemática, también otra debilidad, se debe a la falta de interés mostrado por los representantes de algunas dependencias para brindar y obtener información sobre las acciones realizadas por dicha institución referente a la materia, propiciando un ambiente de desinterés de las autoridades competentes.

De igual manera la distribución del presupuesto económico no es equitativo, siendo el sector ambiental y en particular para los proyectos relevantes en cambio climático los que reciben un menor ingreso presupuestario (en comparación con otras dependencias gubernamentales), lo que ha propiciado que los proyectos solo sean llevados a cabo en un periodo corto de tiempo, sin importar los resultados obtenidos, siempre y cuando se cumplan las expectativas planteadas en la administración en turno, también por la falta de presupuesto se pierde el interés por parte de la población en participar en proyectos y/o programas benéficos para el medio ambiente y el cambio climático; lo que ha generado la falta de interés en temas relacionados a la problemática.

Es por eso que en la siguiente tabla (44), se expone un análisis del marco político-institucional en materia de cambio climático para los tres ámbitos de gobierno, destacando sus aciertos y sus limitaciones así como la debilidad de los mecanismos de seguimiento y evaluación, incidiendo particularmente en su impacto

sobre el sistema socio ecológico (SSE) del municipio de Tenancingo, Estado de México.

Tabla 45.

Análisis del marco político-institucional

Ámbitos	Aciertos	Limitaciones
Federal	México ha desarrollado un marco jurídico sólido en materia de CC, destacando la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que reconoce al cambio climático como un problema de interés público. La LGCC establece principios como la prevención, la precaución, la transversalidad y la corresponsabilidad, acotando competencias entre los distintos órdenes de gobierno, aporta certidumbre normativa y alinea la política nacional y los compromisos internacionales asumidos por el país. Además, la generación de instrumentos de planeación como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y los diferentes atlas nacionales de vulnerabilidad, representan un avance importante porque entregan diagnósticos, metas y líneas de acción, a través de los cuales se orienta la política pública y se fortalece la visión de largo plazo. También, la creación de instituciones como el INECC son fundamentales para la generación de conocimiento científico y técnico, fundamentando la toma de decisiones y con ello reducir la improvisación de las acciones de gestión en torno al CC.	A pesar de los avances logrados, el marco federal en cambio climático, presenta debilidades, la LGCC no garantiza recursos presupuestales hacia la aplicación de las acciones previstas, provocando una distancia entre la norma y su aplicación. El flujo del financiamiento depende de otros mecanismos del sistema de planeación y programación del gasto. De igual forma, los sistemas de seguimiento y evaluación fallan en tanto que los indicadores son amplios y escasamente sensibles a la territorialidad, lo que imposibilita valorar los resultados locales. Asimismo se suma la insuficiente coordinación entre estados y municipios, cuyos lineamientos federales no siempre consideran sus capacidades técnicas y financieras.
Estatad	En el Estado se cuenta con la Ley de Cambio Climático del Estado de México, la cual trata de adecuar el marco jurídico federal a las características de la entidad. La elaboración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) es un avance que permite articular medidas del CC con el uso de otros instrumentos de planeación, como el ordenamiento ecológico y el Plan Estatal de Desarrollo. La creación del IEECC ha reforzado las capacidades técnicas y con ello promover la producción de información científica, además de reforzar la vinculación con la academia y con diversos actores sociales.	La normativa estatal tiene fallas en la medida que no regula recursos que sean obligatorios para el cambio climático, lo cual da lugar a un limitado financiamiento y subordinado a prioridades políticas de momento, a su vez, esto afecta al PEACC. También los sistemas de seguimiento conceden prioridad a la demostración que a la ejecución de acciones frente a la evaluación de resultados e impactos, lo cual dificulta la medición de los avances logrados en la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la resiliencia. Esas limitaciones parecen ser reforzadas, además, por una desigual aplicación de políticas entre los diferentes municipios, no sólo por las diferencias de capacidades institucionales (municipios más y menos grandes) o en el número de recursos humanos disponibles y la continuidad administrativa.
Municipal	En Tenancingo, un aspecto importante es que se incluye en los instrumentos normativos al CC y a la conservación del medio ambiente en instrumentos como el Bando de Policía y Gobierno Municipal o bien el Programa de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Así como la realización del Atlas Municipal	El ámbito municipal se tienen las mayores limitaciones. Los instrumentos de planificación no tienen un presupuesto específico que los apoye, lo que dificulta la acción sostenida. Las acciones son generalmente cortas y dependen de la administración en un momento determinado y/o de apoyos externos.

Tabla 45.

Análisis del marco político-institucional

de Riesgos donde se identifican amenazas y vulnerabilidades desde los enfoques territorial y preventivo. También con la participación de distintas áreas municipales se precisa el abordar de manera transversal la problemática del CC.	Las deficiencias en seguimiento y evaluación son muy críticas. En muchos casos no hay indicadores claros y/o no hay metodologías que definan avances. Igualmente, a menudo las autoridades locales no conocen qué tipo de seguimiento, evaluación o indicadores hay que aplicar, lo que limitan la posibilidad de aprendizaje institucional. La alta rotación administrativa y la falta de continuidad no permiten la consolidación de políticas de largo plazo en cuanto al clima.
--	---

Fuente: elaboración propia (2026)

A pesar de las limitadas referencias sobre la variabilidad climática en el contexto dentro del marco político institucional, sus leyes, normas y estructura, potencializan su incidencia en procesos de mitigación y adaptación; por lo que es necesario la creación de un marco político institucional específicamente de la variabilidad climática, para que junto con la coordinación intergubernamental, lograr aplicar e implementar políticas con un enfoque humano y preventivo hacia la variabilidad climática.

En el siguiente apartado se establecen las percepciones socio ecológicas del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo, con la finalidad de conocer la percepción de actores sociales ante esta problemática.

5.4 Percepciones socio ecológicas del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo

A pesar de que en los ámbitos federal, estatal y municipal se cuente con un amplio marco político-institucional en materia de CC, que también puede incidir en la VC, es necesario conocer la percepción de actores sociales para hacer frente al cambio climático y a la variabilidad climática en el SSE de Tenancingo. Por lo que para fines de esta investigación se entrevistaron (con base en un guion de entrevista) a actores del servicio público, de instituciones académicas y centros de investigación, de organizaciones sociales; así como a la población local, a la cual, mediante el diseño y aplicación de un cuestionario (ver anexo 10.1), se logró

identificar su percepción frente a las problemáticas del CC y la VC. La información obtenida fue analizada para reconocer la importancia de cada sector en temas de cambio climático y variabilidad climática. En los siguientes apartados se describen los resultados que se obtuvieron del trabajo de campo.

5.4.1 Funcionarios públicos

Como parte de las entrevistas realizadas en el área de funcionarios públicos del H. Ayuntamiento de Tenancingo de la administración 2022- 2024 y con base en la disponibilidad de las autoridades competentes, se entrevistaron al Director de Ecología, al sexto Regidor que tiene a su cargo el área de Ecología y al Director del organismo público descentralizado para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (OPDAPAS), cuya información fue analizada y plasmada a través de la siguiente estructura.

a) Información general

Es de señalar que los entrevistados cuentan con el conocimiento de saber a qué se refiere el termino cambio climático y variabilidad climática, de los cuales hacen mención que su principal diferencia radica en el lapso de tiempo en que cada uno se estudia y se lleva a cabo, para el CC, hacen mención que es en escala temporal extensa, mientras que para la variabilidad climática en escala a corto plazo; también coinciden en que ambos términos son importantes y necesarios en investigaciones y proyectos relacionados con el clima, y su uso depende del contexto y del enfoque específico del estudio.

b) Políticas público-institucional en materia de cambio climático

Para el análisis de las políticas públicas, los entrevistados establecieron que la actualización en materia de cambio climático es crucial para asegurar que las políticas y acciones sean eficaces y dinámicas, así como pertinentes, lo cual les permitirá se adapten a los desafíos del cambio climático; teniendo como principal

(ámbito federal) a la Ley General de Cambio Climático y la Ley de Cambio Climático del Estado de México (ámbito estatal), respecto a las norma vigentes es notorio la falta de conocimiento ya que solo conocen las normas mexicanas en materia de aire, medición de concentraciones y de impacto ambiental, siendo que tanto en el ámbito federal, estatal como municipal se cuenta con un amplio marco normativo en materia de cambio climático, de igual manera destacan el conocer a instituciones como el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES), así como de la Protectora de Bosques (PROBOSQUE) cuyas dependencias son con las de mayor conexión para realizar proyectos y aplicar instrumentos como el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en el municipio.

c) Adaptación y mitigación al cambio climático

Es de considerar que los entrevistados cuentan con el conocimiento de saber que la adaptación y mitigación son términos de suma importancia ligados al cambio climático; la primera la establecen como medidas para ajustar los sistemas naturales y humanos en respuesta a los efectos actuales o esperados del cambio climático y la segunda la refiere a las acciones tomadas para reducir o evitar la emisión de gases de efecto invernadero con el objetivo de limitar el calentamiento global y con ello los efectos del CC, es por eso que en el municipio se trabaja con proyectos y programas tales como el Programa Municipal de Acción ante el Cambio Climático, con acuerdos con el gobierno estatal en programas como ProAire, así como las jornadas de reforestaciones, la prevención de incendios forestales, la recolección eficiente de residuos sólidos y conservación de los ecosistemas, ligados a la adaptación y mitigación de los efectos que el cambio climático está causando.

d) Medidas de mitigación y adaptación

Para dicho apartado, los entrevistados manifestaron la necesidad de que a través de talleres, seminarios, campañas en redes sociales, proyectos escolares,

ferias ambientales, jornadas de reforestación, concursos, voluntariado ambiental, programas de radio, uso de material didáctico y aplicaciones móviles, se pueda informar y concientizar a la sociedad sobre los efectos del cambio climático y la variabilidad climática; además de la implementación de la educación y acción para el cambio climático como una asignatura que se impartiera en todos los niveles educativos, todo ello con apoyo y participación de la población local, los sectores de gobierno, empresarial, educativo y de las organizaciones no gubernamentales.

De igual manera establecen lo esencial y fundamental de la aplicación de medidas de mitigación como eficiencia energética, reforestación y conservación de bosques, agricultura y transporte sostenible, gestión de residuos, políticas y regulaciones, educación, innovación y tecnología. Respecto a la adaptación hacen mención sobre medidas que reduzcan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas, tales como son los planes de contingencia y emergencia, conservación de ecosistemas, agricultura sostenible, salud pública y tecnología e innovación; los cuales si se implementan de manera integral y coordinada puede contribuir significativamente a reducir y limitar los impactos del cambio climático

Algunas de las medidas brindadas por los entrevistados para adaptarse o mitigar los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático en Tenancingo, están basadas en la colaboración multisectorial para desarrollar e implementar estrategias integrales, políticas y regulaciones que fomenten prácticas sostenibles y la reducción de emisiones, tecnología e innovación que ofrezcan soluciones eficientes y efectivas para la mitigación y adaptación, así como el financiamiento sostenible para promover inversiones en proyectos y la creación de fondos específicos para la adaptación y mitigación; reduciendo así los estragos de la VC y del CC.

5.4.2 Instituciones académicas

Respecto a las entrevistas realizadas al sector académico, se contó con la participación de docentes-investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México (ver apartado de metodología), los cuales trabajan proyectos relacionados en materia de cambio climático, a partir de dichas entrevistas su análisis se describe a continuación:

a) Información general

Los entrevistados determinaron que el cambio climático hace referencia a las modificaciones en los elementos climáticos como temperatura, humedad, viento y procesos meteorológicos durante periodos de tiempo prolongados. Mientras que para la variabilidad climática también conlleva cambios en las características climáticas, pero estos son temporales o transitorios. De igual manera establecieron que otra diferencia entre CC y VC se debe que en el primero sus cambios son ligados con la actividad antropogénica y son irreversibles; en cambio para la variabilidad climática son de origen natural y pueden ser reversibles, siempre y cuando se trabajen en medidas de mitigación y adaptación a la VC. Es por ello que consideran adecuado la utilización de ambos términos en investigaciones y proyectos, ya que no todas las modificaciones en el clima significan un cambio climático; si no que se deben de considerar aquellas variaciones climáticas que no son muy comunes aun en ausencia de cambios ambientales.

b) Políticas público-institucional en materia de cambio climático

Los entrevistados respaldan la actualización de las políticas en materia de cambio climático, debido a que su elaboración ya cuenta con varios años de antigüedad y no se han actualizado acordes al contexto actuales de los acuerdos internacionales, diagnósticos y objetivos recientes en los que se ha participado y realizado. Por lo que leyes como la General de Cambio climático, Ley General del

Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de transición energética, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Cambio Climático del Estado de México, así como los reglamentos y normas en la materia, no contemplan los contextos actuales dejando un vacío sobre el uso, aplicaciones y sanciones que dicho marco político debe establecer para lograr la adaptación y mitigación del CC.

c) Adaptación y mitigación al cambio climático

De acuerdo con la información obtenida por parte de los entrevistados, han determinado tanto la adaptación como la mitigación como términos de gran interés para la población, pero que también ya son tomados en cuenta a la hora de crear políticas públicas; estableciendo a la adaptación como la anticipación y planificación de los posibles cambios en el clima, teniendo como objetivo fortalecer la resiliencia y la disminución de la vulnerabilidad del sistema.

De igual a manera para la mitigación hacen alusión a la reducción de emisiones de GEI emitidos a la atmosfera, teniendo como objetivo el incrementar las capturas de estos gases; por lo que se está trabajando con proyectos de identificación de lugares más vulnerables ante los efectos del cambio climático y así lograr fortalecer el sistema de dichas zonas, también con la impartición de asignaturas ligadas al cambio climático con el objetivo de concientizar al alumnado sobre dicho fenómeno.

d) Medidas de mitigación y adaptación

Los entrevistados mostraron la inquietud que a través de campañas de sensibilización presenciales y en redes sociales, de proyectos escolares, ferias ambientales (escolares y gubernamentales), así como de talleres y seminarios enfocados al tema de la mitigación y/o adaptación tanto del cambio climático como de la variabilidad climática, se puede lograr informar, pero sobre todo concientizar a la sociedad sobre los efectos y daños que el CC y la VC están provocando.

También, establecieron que conjuntamente se debe de implementar en todos y cada uno de los niveles educativos la educación y acción para el cambio climático como asignatura obligatoria, debido a que es un problema al que en mayor o menor medida todos contribuimos y todos seremos afectados, por lo que se necesita la participación y apoyo de cada uno de los sectores involucrados (población local, gobierno, sector educativo, organizaciones no gubernamentales y el sector empresarial), ya que a través de educación formal y no formal, capacitación, transferencia de tecnología, elaboración de instrumentos de planeación y política ambiental, se lograra un medio ambiente más sano y con ello la adaptación y/o mitigación de estos fenómenos.

Asimismo, impulsan que es esencial aplicar medidas de adaptación y mitigación al CC y a la variabilidad climática, tales como la sensibilización a la sociedad, la prevención de riegos, la reducción de la deforestación y de acciones encaminadas a reducir la crisis hídrica y la vulnerabilidad en el sector agrícola, sin olvidar la actualización del marco político-institucional en materia de CC.

Además, los entrevistados propusieron medidas para lograr una adaptación y/o mitigación de los efectos que el cambio climático y la variabilidad climática las cuales están basadas en la modificación de la manera en que producimos, consumimos y desperdiciamos los recursos, la innovación tecnológica, así como la modificación al marco político en materia de cambio climático que rige en los tres ámbitos de gobierno en el país, el financiamiento sostenible con el objetivo de promover proyectos y fondos para la adaptación, mitigación y reducción de los efectos del CC y la VC.

5.4.3 Organizaciones sociales

De igual manera fueron entrevistados integrantes de dos de las organizaciones sociales en materia ambiental que radican en el municipio de Tenancingo, (Amigos del Árbol A.C y Ma tu hu Xihmai) las cuales llevan a cabo proyectos en los que directa o indirectamente trabajan para disminuir los efectos del

cambio climático y la variabilidad climática, por lo que a continuación se desarrolla y analiza la información obtenida de dichas entrevistas.

a) Información general

Los entrevistados describen que el termino cambio climático y variabilidad climática, son conceptos vinculados el uno con el otro, estableciendo que la principal diferencia es el tiempo en el que se estudia, mientras que el cambio climático es en periodos de tiempo mayores a 20 años, la variabilidad climática se puede presentar en periodos más cortos (semanas, meses o años); también promueven que ambos términos son importantes y necesarios en investigaciones y proyectos relacionados con el clima y su uso depende si la escala de tiempo del fenómeno estudiado es relativamente corto o largo.

b) Políticas público-institucional en materia de cambio climático

Referente a las políticas públicas, los entrevistados mencionaron que la actualización en materia de cambio climático es necesaria, debido a que las situaciones y problemas ambientales nos han rebasado como sociedad, las leyes, normas y reglamentos son poco exigentes a la hora de su aplicación; ejemplo claro la utilización de agroquímicos que son utilizados en México y en Tenancingo, los cuales son prohibidos en otros países y que a pesar de contar con la regulación de leyes como la general de cambio climático y la ley de cambio climático en el Estado de México hace falta la divulgación de las normas y los reglamentos vigentes en la materia; de igual manera las asociaciones entrevistadas señalaron que las instituciones tales como el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) y Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES), así como la Dirección de Ecología de Tenancingo, son con las que tienen una mayor conexión debido al apoyo y participación en la elaboración de proyectos ambientales aplicando lo establecido en el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático.

c) Adaptación y mitigación al cambio climático

Considerando la información de los entrevistados, han determinado a la adaptación como aquellas acciones emergentes que disminuyan la vulnerabilidad actual o futura al cambio climático, por su parte consideran a la mitigación como la toma de medidas para reducir los gases de efecto invernadero y con ello los daños generados por el CC. Por lo que en el municipio de Tenancingo y con apoyo de la Dirección de Ecología (principalmente), participan en reforestaciones, así como en las jornadas de limpieza, además trabajan en la estructura de dos proyectos en el municipio, uno de ellos enfocado en la educación ambiental y el otro sobre el rescate de los ríos del municipio de Tenancingo.

d) Medidas de mitigación y adaptación

Respecto a este apartado, los entrevistados expresaron que, a partir de jornadas de reforestaciones, capacitaciones, educación ambiental en todos los niveles, la producción de alimentos de traspatio y de la disposición responsable de los desechos, se puede lograr informar, pero sobre todo concientizar a la población sobre los efectos que el cambio climático y la variabilidad climática están propiciando; asimismo manifiestan la importancia de implementar la educación y acción para el cambio climático como una de las asignaturas obligatorias para todos los niveles educativos, ya que para lograr un cambio es necesario de la participación de todos, gobierno, sociedad, sector privado e incluso de las organizaciones no gubernamentales.

También exhortan de la necesidad fundamental de la aplicación de medidas de adaptación y mitigación del CC, tales como la constante sensibilización social y la regulación en la industria y el comercio, la infraestructura basada en la naturaleza, así como la construcción de viviendas sustentables, sin dejar a un lado la exhaustiva revisión de leyes, normas y reglamentos al respecto pero sobre todo aplicarlos y así lograr evaluar el impacto costo-beneficio de cada una de las actividades realizadas por la sociedad.

Algunas de las medidas brindadas por los entrevistados para adaptarse o mitigar los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático en Tenancingo están basadas en un sistema de limpia que promueva el reciclaje, la reducción y la reutilización de residuos sólidos, la construcción de viviendas sustentables, el consumo local, el autoconsumo y la creación de un centro de educación ambiental con el cual se lograría sensibilizar a la población del daño que se le está causando al planeta y mostrar los efectos que la VC y el CC están propiciando.

5.4.4 Población local

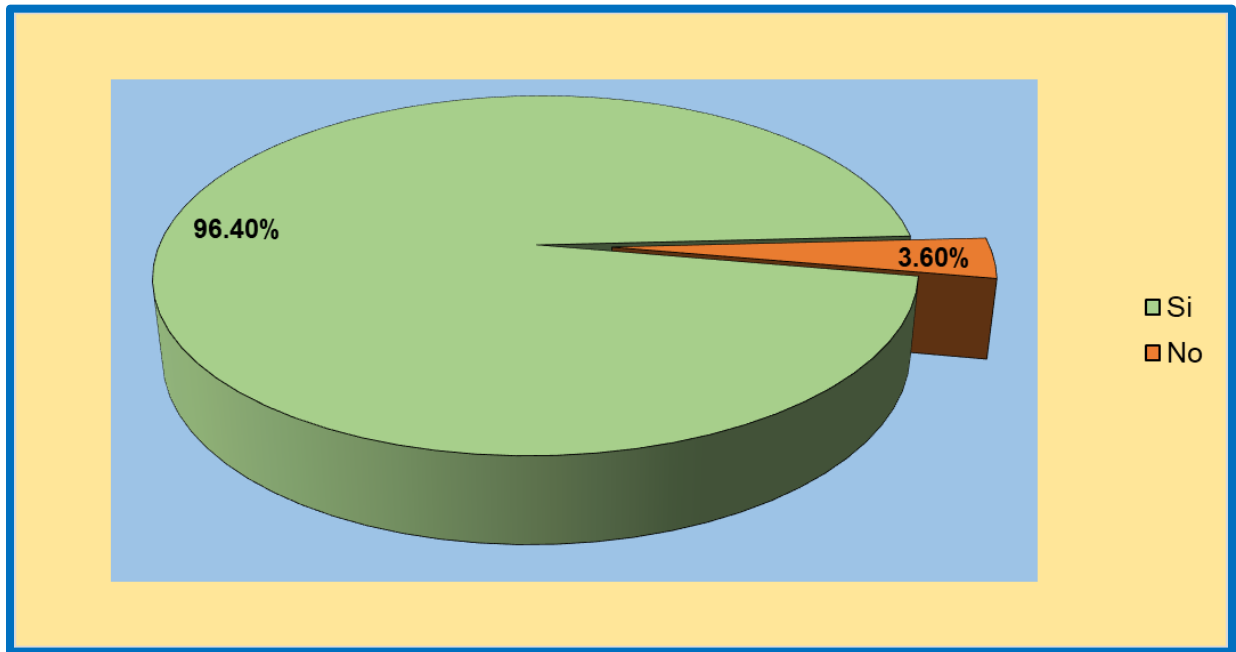
Respecto a la población local del municipio de Tenancingo, tal y como se mencionó en el apartado de metodología, se aplicaron un total de 138 cuestionarios dirigido a la población municipal mayores de 18 años; donde el 57.2% correspondió a participación femenina y el 42.2% a masculina, es de mencionar que las preguntas fueron estructuradas para tener más de una respuesta, por lo que los porcentajes presentados son exclusivos de cada opción seleccionada.

a) Información general

De los encuestados el 96.4% saben que el cambio climático es un problema complejo, el cual se tribuye de forma directa o indirecta a las actividades de los seres humanos, mientras que el 3.6% desconocen de esta problemática, tal y como se representa en la siguiente figura (40).

Figura 40.

Cambio climático

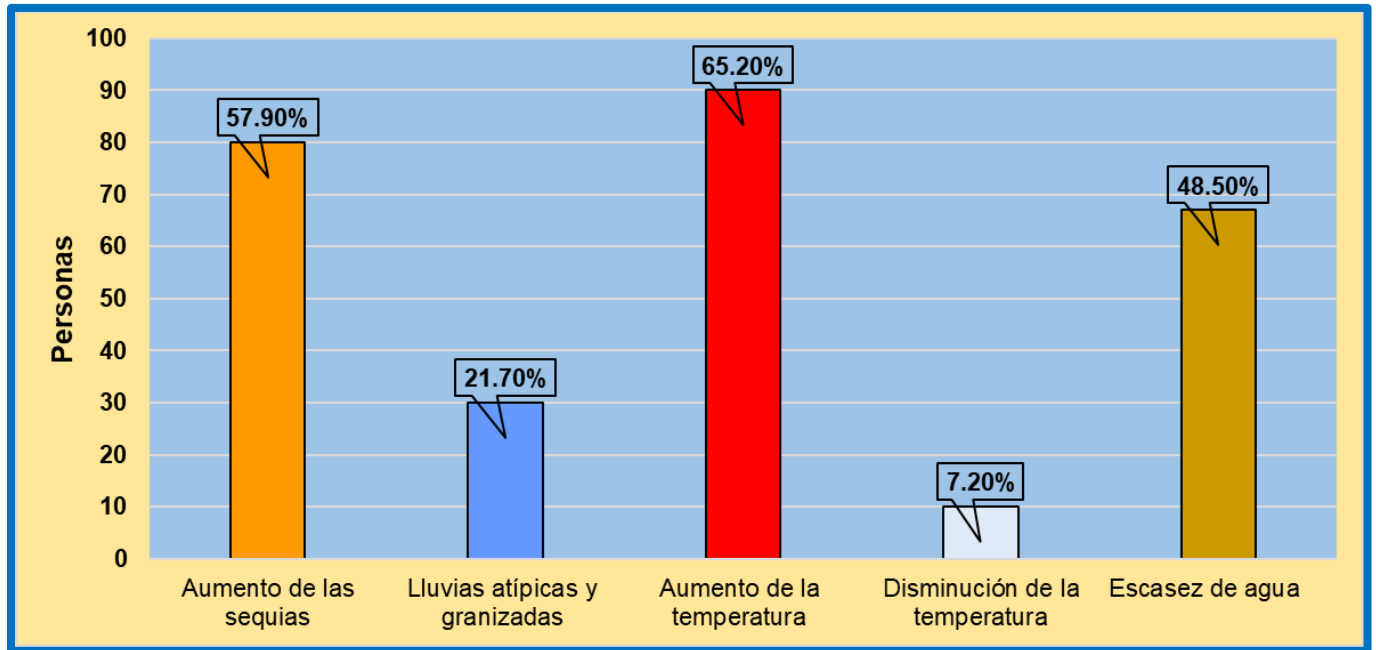


Fuente: elaboración propia (2025).

La totalidad de los encuestados determinaron que han notado cambios significativos en el clima de Tenancingo en la última década, siendo el aumento de temperatura (65.2%), el aumento de sequías (57.9%) y la escasez de agua (48.5%), los más mencionados, como se observa en la siguiente figura (41).

Figura 41.

Cambios en el clima de Tenancingo

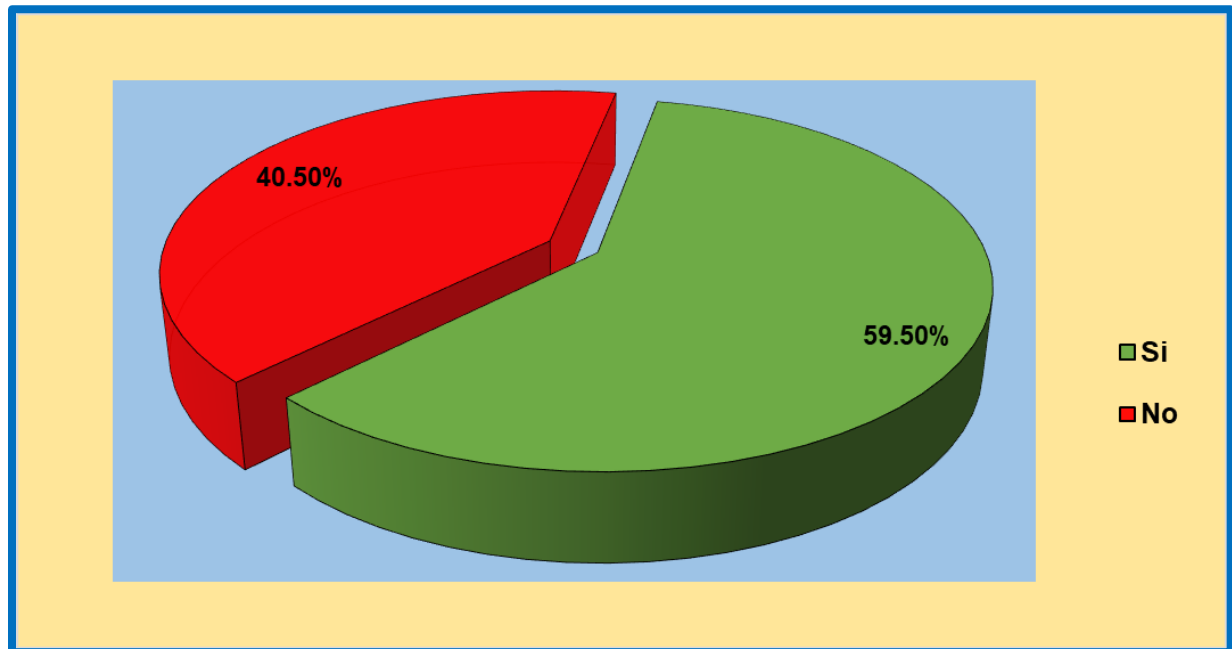


Fuente: elaboración propia (2025).

De acuerdo con los encuestados el 59.5% saben que la variabilidad climática es asociada a cambios de clima en un periodo de tiempo corto, mientras que el 40.5% desconocían del tema (ver figura 42).

Figura 42.

Variabilidad climática

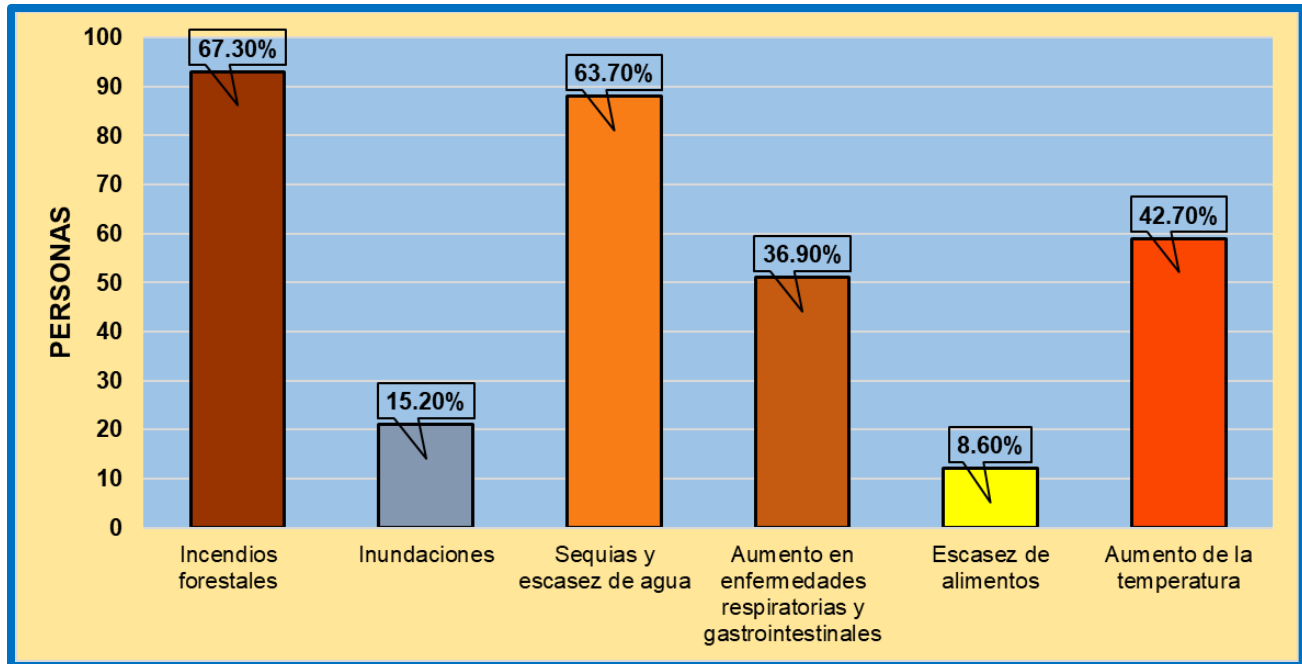


Fuente: elaboración propia (2025).

También, la población es consciente que se han presentado impactos significativos debido a la variabilidad climática en Tenancingo, donde la totalidad de los encuestados establecieron que dicha problemática está perjudicando las actividades de la sociedad y de la naturaleza, destacando los incendios forestales (67.3%), la escasez de agua y sequías (63.7%) y el aumento en la temperatura (42.7%), tal y como se observan en la figura 43.

Figura 43.

Impactos de la variabilidad climática en Tenancingo



Fuente: elaboración propia (2025).

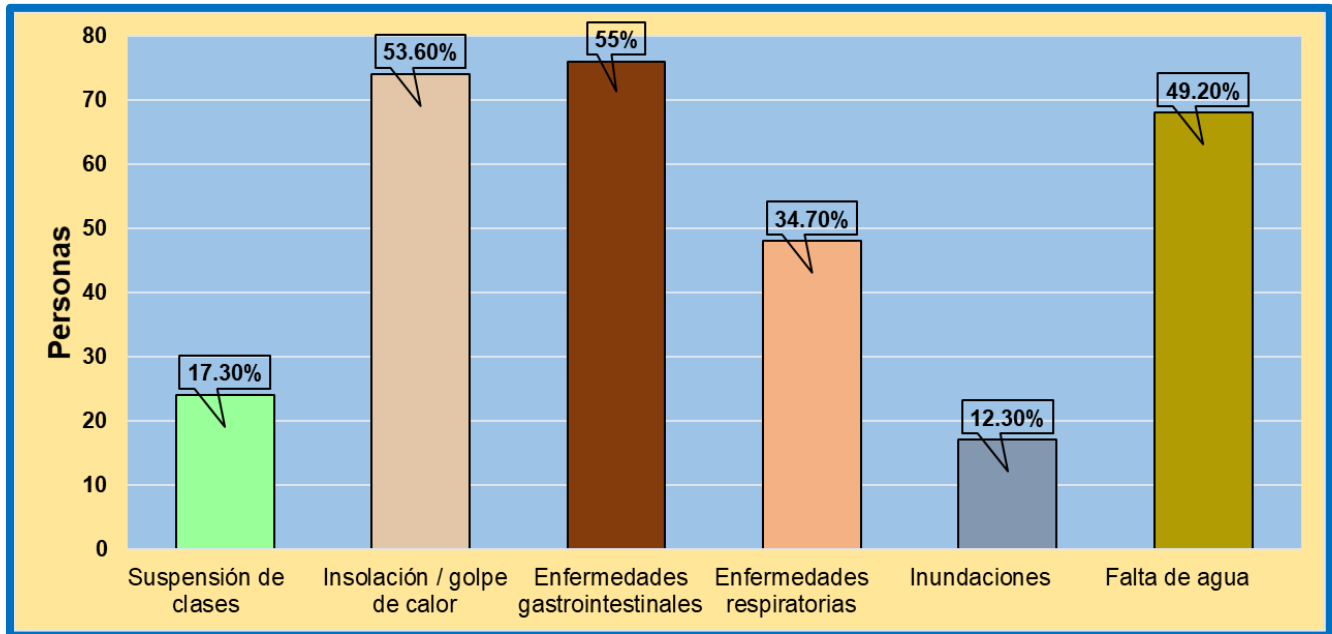
b) Efectos del cambio climático y la variabilidad climática al sistema social de Tenancingo

Referente a los efectos que el cambio climático y la variabilidad climática le están ocasionando al sistema social (educación, salud, pobreza y sectores productivos), a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Para el área de la educación, los efectos que más están afectando a dicha área son las enfermedades gastrointestinales (55%), la insolación o golpe de calor (53.60%) y la falta de agua en las instituciones (49.20%), cuyos efectos propician problemas de aprendizaje y rezago educativo para la comunidad estudiantil en el municipio (ver figura 44).

Figura 44.

Efectos del cambio climático y la variabilidad climática en la educación de Tenancingo

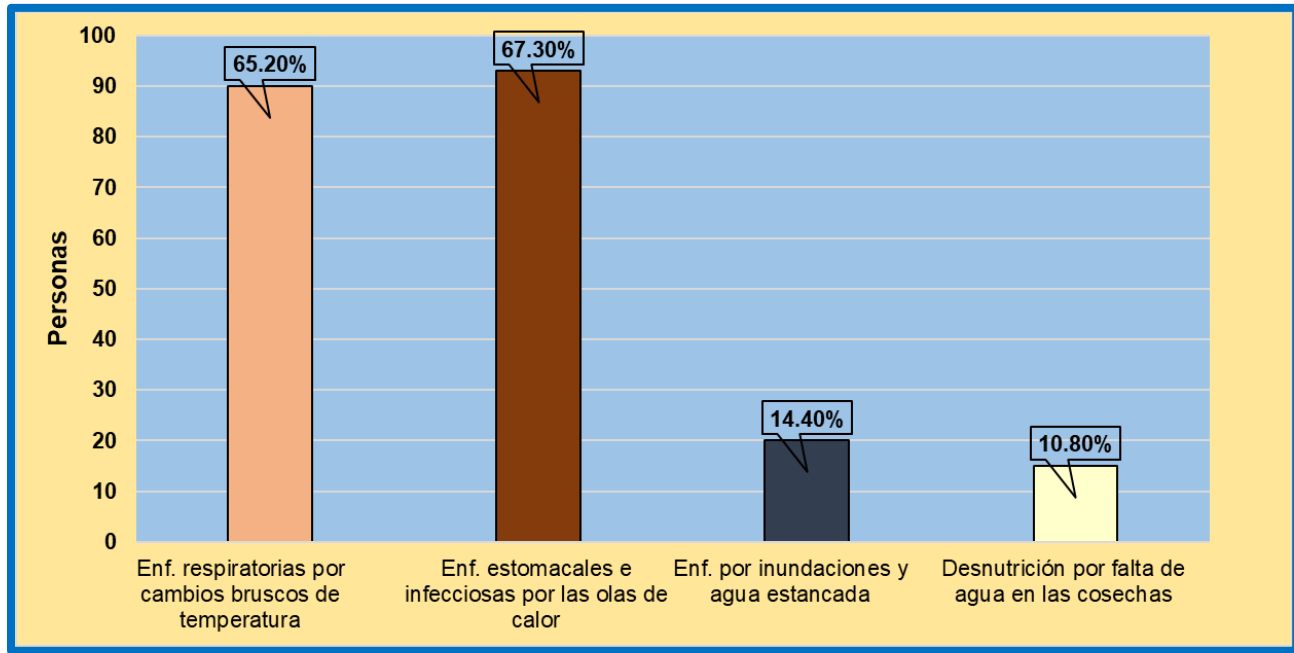


Fuente: elaboración propia (2025).

Respecto al área de la salud, los efectos más notorios propiciados por el cambio climático y la variabilidad climática que están afectando al sector salud fueron las enfermedades estomacales e infecciosas provocadas por las olas de calor (67.30%), las enfermedades respiratorias propiciadas por cambios bruscos de temperatura (65.20%) y las enfermedades provocadas por inundaciones y agua estancada (14.40%); es de mencionar que algunos de los encuestados, son profesionistas en el área de la salud (médicos), los cuales corroboraron que en el mes de marzo 2025 (mes de la aplicación del cuestionario), de cada 10 pacientes, 8 fueron por problemas de los cambios bruscos de temperatura (infecciosas y respiratorias) (ver figura 45).

Figura 45.

Efectos del cambio climático y la variabilidad climática en la salud de Tenancingo

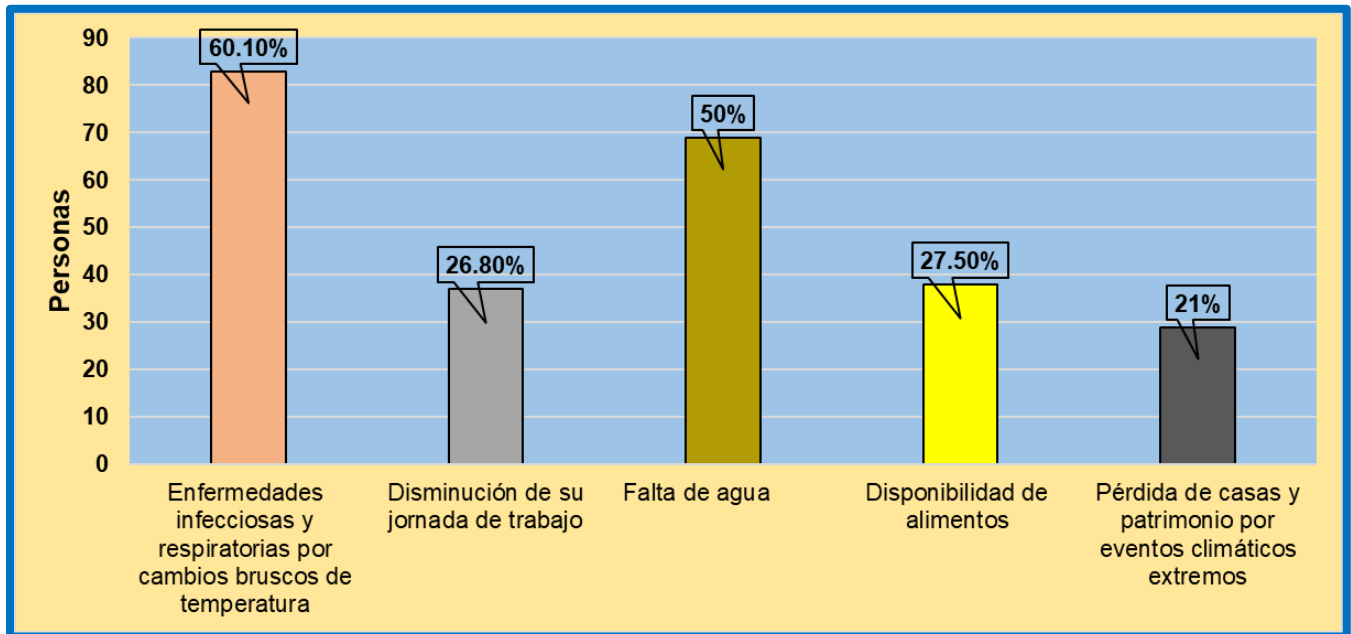


Fuente: elaboración propia (2025).

Con relación a la pobreza, los efectos más notorios propiciados por el cambio climático y la variabilidad climática que están afectando a este sector fueron las enfermedades infecciosas y respiratorias por cambios bruscos de temperatura (60.10%), la disponibilidad de agua (50%) y la disponibilidad de alimentos (27.50%), todo eso debido a la falta de ingreso económico de la población, por lo cual el atender algún tipo de enfermedad causada por los cambios bruscos de temperatura, obtener agua y alimento es más complicado (ver figura 46).

Figura 46.

Efectos del cambio climático y la variabilidad climática en la pobreza de Tenancingo

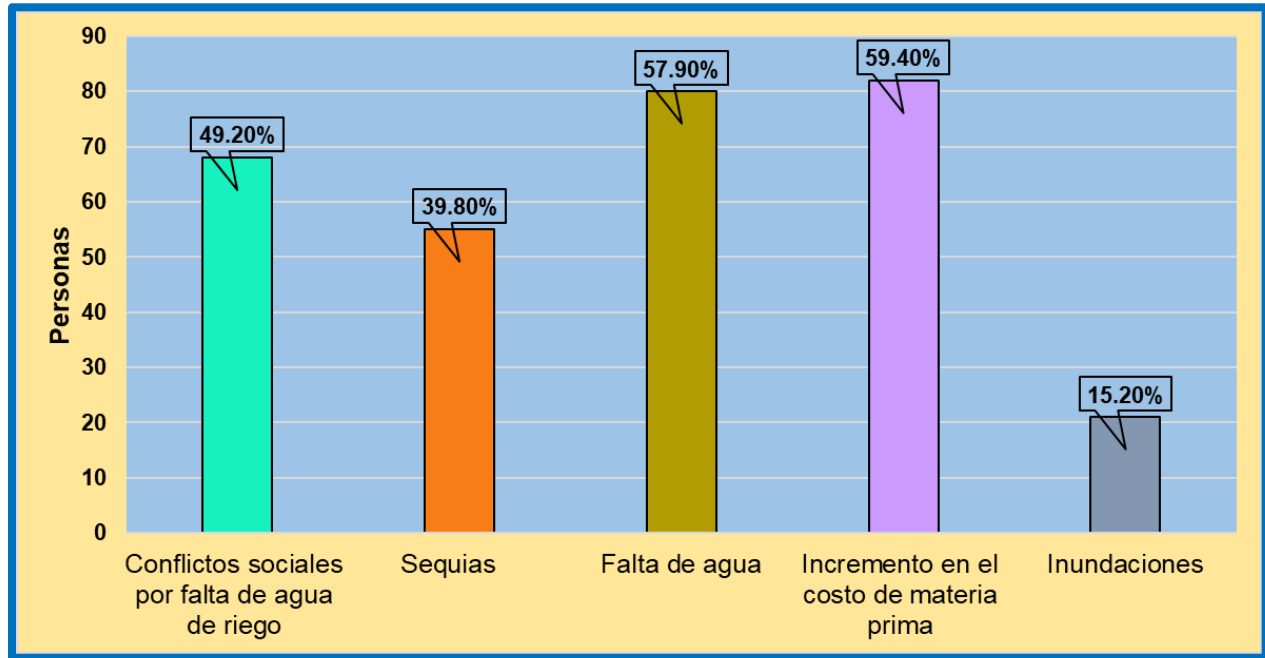


Fuente: elaboración propia (2025).

En el área de las actividades económicas del municipio, los efectos más significativos propiciados por el cambio climático y la variabilidad climática que están afectando a dicha área fueron el incremento en el costo de materia prima (59.40%), la falta de agua (57.90%) y los conflictos sociales por falta de agua de riego (49.20%), provocando que a falta de agua tanto de lluvia como de riego, la materia prima incremente su precio, lo que ha ocasionado que se eleven los precios de los productos locales del municipio, generando mayor gasto para poder adquirirlos (ver figura 47).

Figura 47.

Efectos del cambio climático y la variabilidad climática en las actividades económicas de Tenancingo



Fuente: elaboración propia (2025).

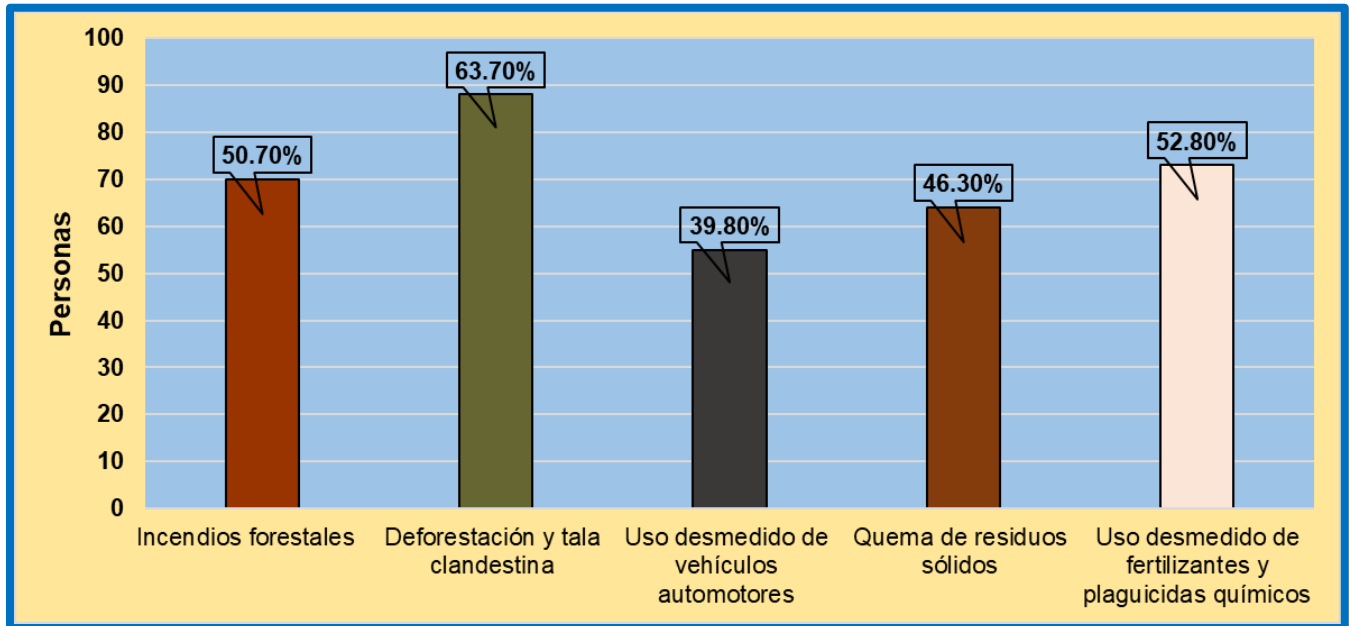
c) Efectos del cambio climático y la variabilidad climática al sistema ecológico de Tenancingo

Los resultados obtenidos de los encuestados, destacan diversas actividades que están incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática afectando al sistema ecológico (calidad del aire, recurso hídrico, suelo y diversidad biológica).

Relacionado con la calidad del aire en el municipio, las actividades que más han incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática se deben a la deforestación y tala clandestina (63.70%), al uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos (52.80%) y a los incendios forestales (50.70%), lo que ha propiciado que a pesar de que en el municipio se cuente con una buena calidad de aire, dichos factores lo están perjudicando, por lo que es necesario erradicar y/o disminuir dichas actividades (ver figura 48).

Figura 48.

Actividades a la calidad del aire que incrementan los efectos del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo

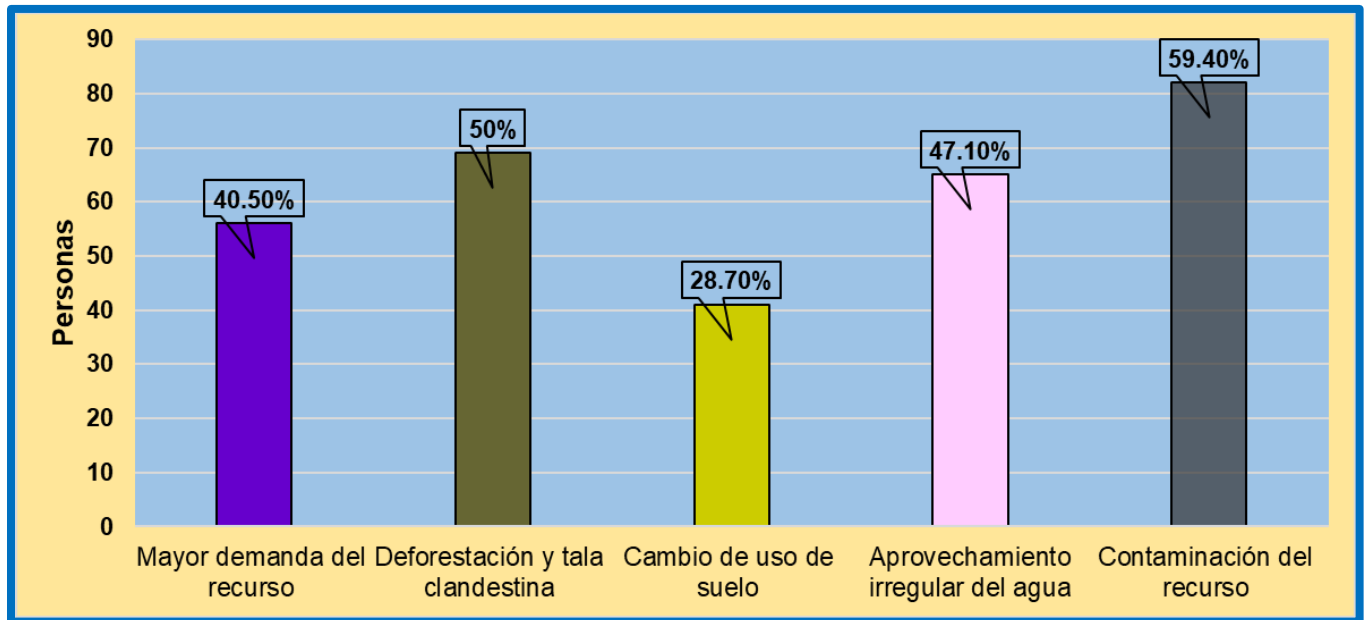


Fuente: elaboración propia (2025).

Respecto al recurso hídrico, las actividades que más han incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática se deben a la contaminación del recurso vital (59.40%), el aprovechamiento irregular del agua (47.10%) y el incremento de la demanda del recurso (40.50%), propiciando que dichas actividades pongan en riesgo la calidad y cantidad del recurso, perjudicando a la población del municipio, por lo que es necesario disminuir y/o erradicar dichas actividades (ver figura 49).

Figura 49.

Actividades al recurso hídrico que incrementan los efectos del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo

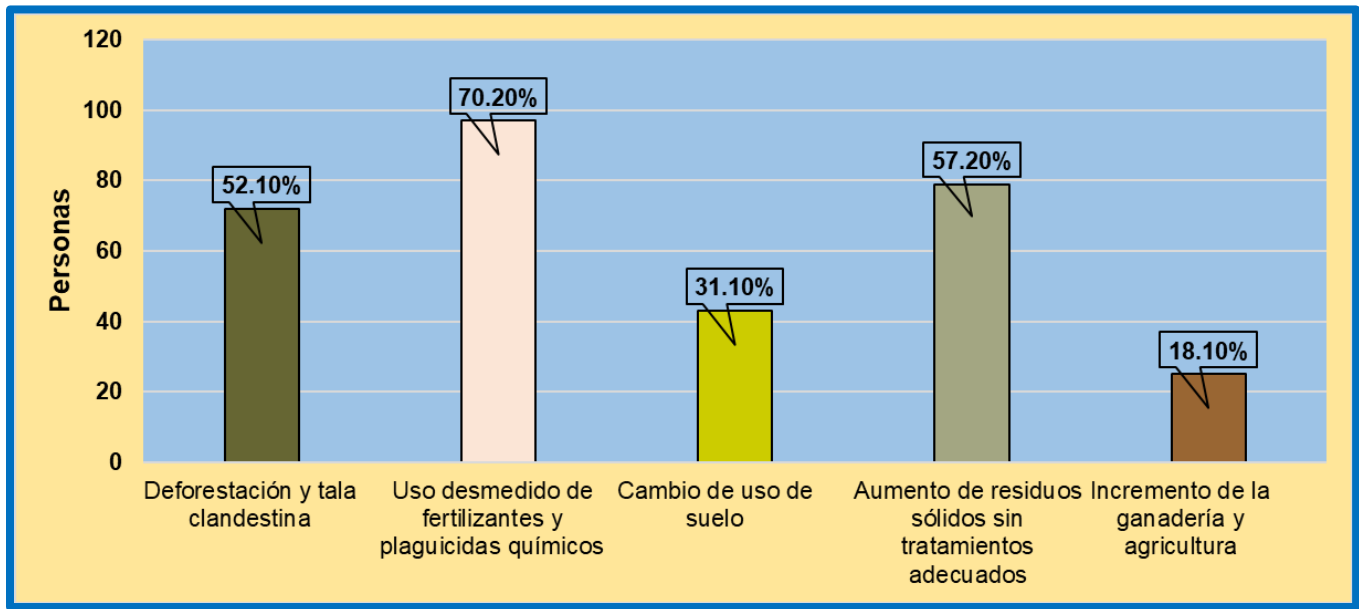


Fuente: elaboración propia (2025).

Con relación al suelo, las actividades que más han incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática se deben principalmente al uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos (70.20%), al aumento de residuos sólidos sin un tratamiento adecuado (57.20%) y a la deforestación y tala clandestina (52.10%), lo que ha propiciado la alteración, el cambio de uso de suelo y la contaminación del mismo, también han generado enfermedades perjudicando principalmente a la población del municipio, por lo que es forzoso disminuir y/o erradicar dichas actividades (ver figura 50).

Figura 50.

Actividades al suelo que incrementan los efectos del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo

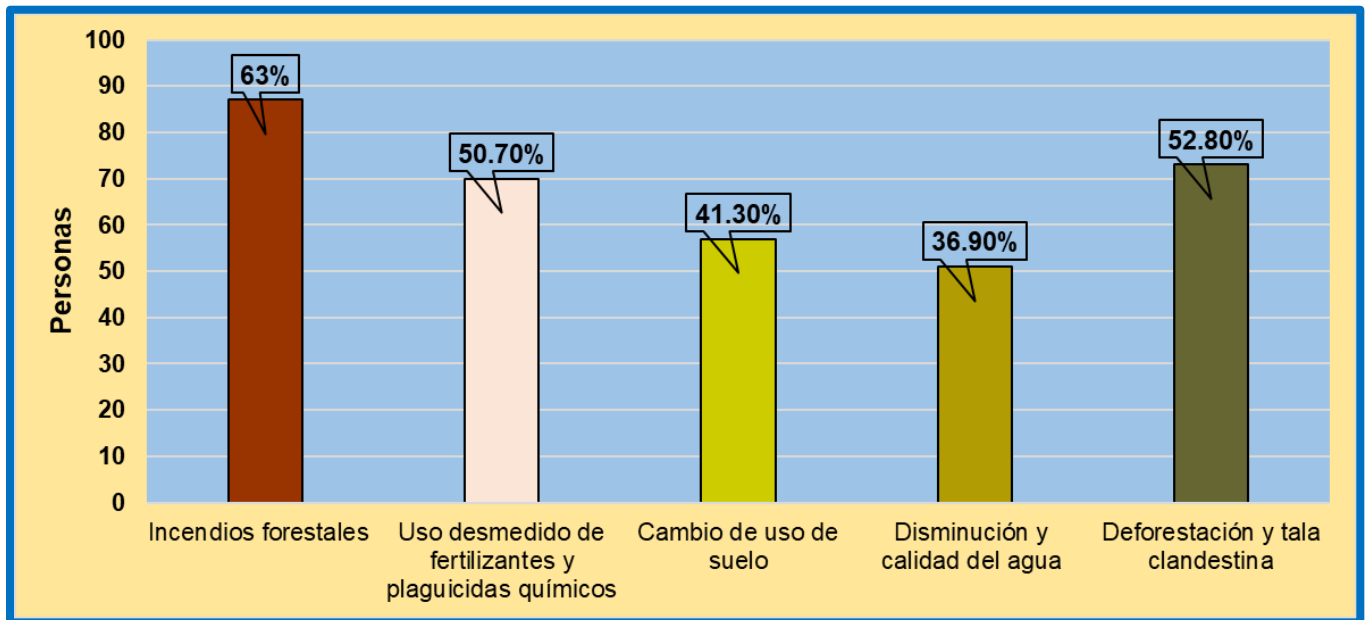


Fuente: elaboración propia (2025).

En lo que concierne a la diversidad biológica, las actividades que más han incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática se deben especialmente a los incendios forestales (63%), la deforestación y tala clandestina (52.80%) y el uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos (50.70%), propiciando la pérdida del hábitat de la flora y fauna del municipio, la contaminación de los recursos, así como la alteración del sistema ecológico de Tenancingo, por lo que es de suma importancia detener, erradicar o disminuir dichas actividades (ver figura 51).

Figura 51.

Actividades a la diversidad biológica que incrementan los efectos del cambio climático y la variabilidad climática en Tenancingo



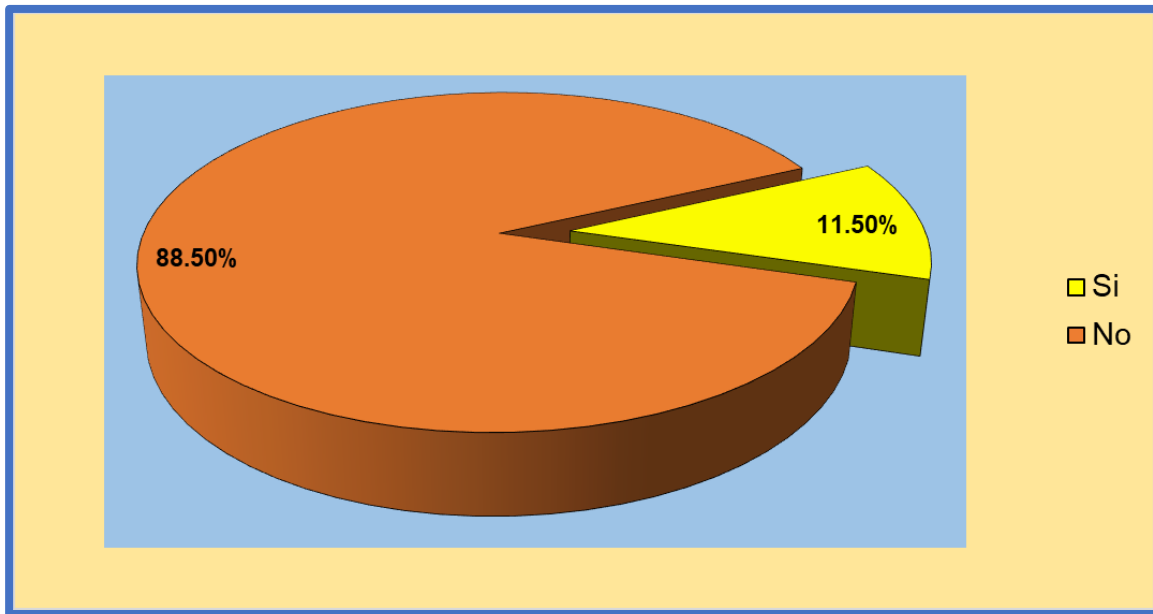
Fuente: elaboración propia (2025).

d) Medidas de mitigación y adaptación

Del total de los encuestados el 88.5% de la población carece de información respecto a algún programa o proyecto sobre cambio climático y/o variabilidad climática que se lleve a cabo en el municipio, mientras que el 11.5% restante si sabe o a escuchado hablar de algún programa (ver figura 52), a pesar de eso al 91.30% de los encuestados le gustaría ser participe en actividades ligadas con la adaptación y mitigación al cambio climático y a la variabilidad climática, mientras que el 8.70% restante le es indiferente dichas actividades (ver figura 53).

Figura 52.

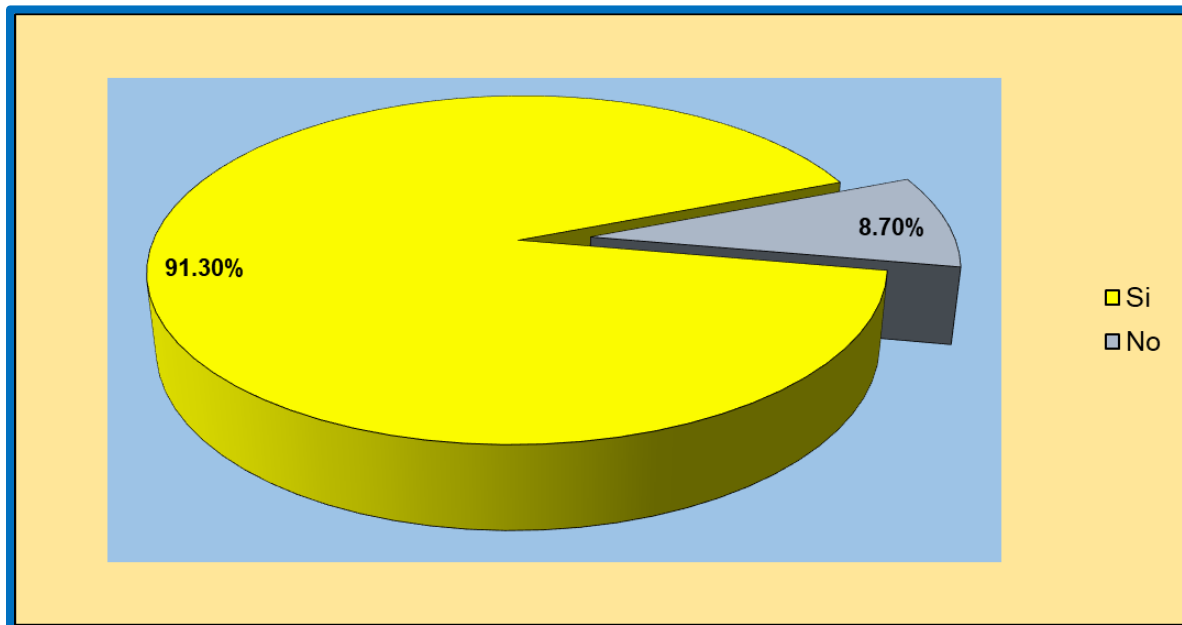
Programa o proyecto sobre cambio climático y/o variabilidad climática que se lleve a cabo en el municipio de Tenancingo



Fuente: elaboración propia (2025).

Figura 53.

Participación en programa o proyecto sobre cambio climático y/o variabilidad climática que se lleve a cabo en el municipio de Tenancingo

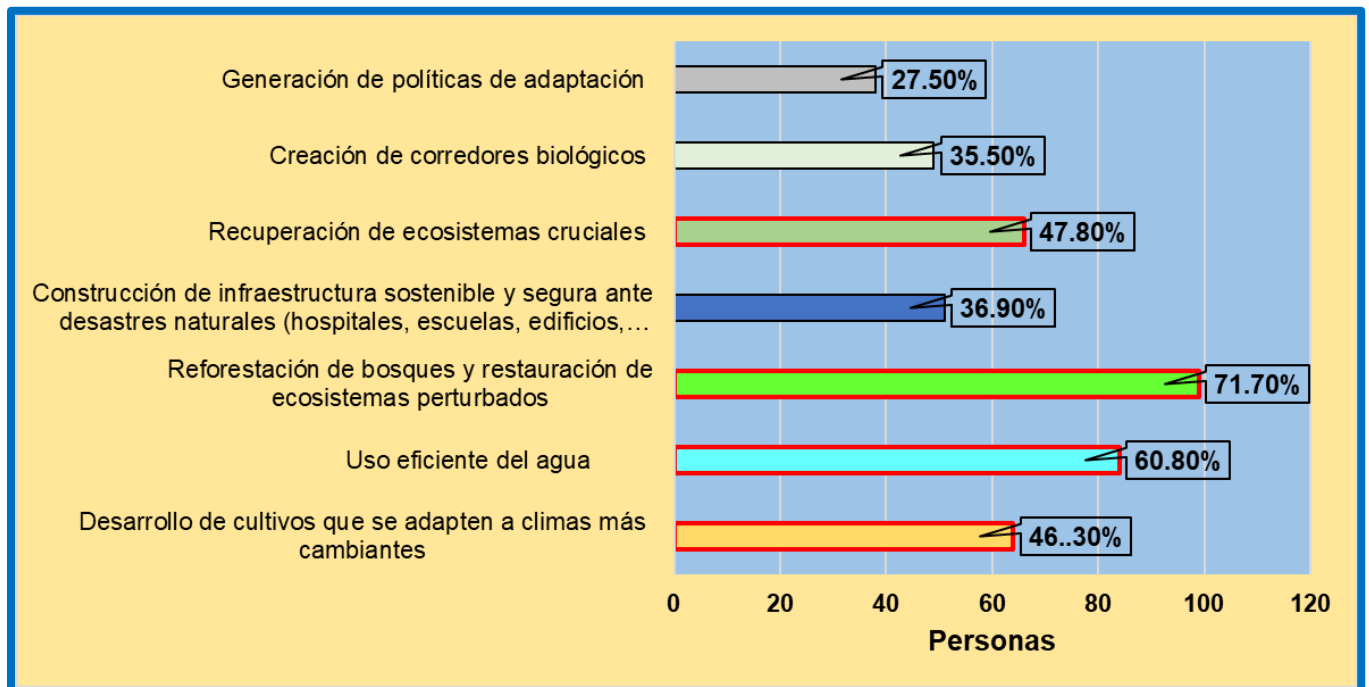


Fuente: elaboración propia (2025).

De igual manera, los encuestados establecieron medidas de gran importancia para lograr la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática de las cuales cuatro fueron las más mencionadas, siendo la reforestación de bosques y restauración de ecosistemas perturbados (71.70%), hacer un uso eficiente del agua (60.80%), la recuperación de ecosistemas cruciales (47.80%) y el desarrollo de cultivos que se adapten a climas más cambiantes (46.30%), por lo que es necesario que las autoridades municipales de Tenancingo, logren replantear en sus instrumentos de planeación la necesidad de establecer dichas acciones para la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática en el municipio (ver figura 54).

Figura 54.

Medidas para la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática en Tenancingo



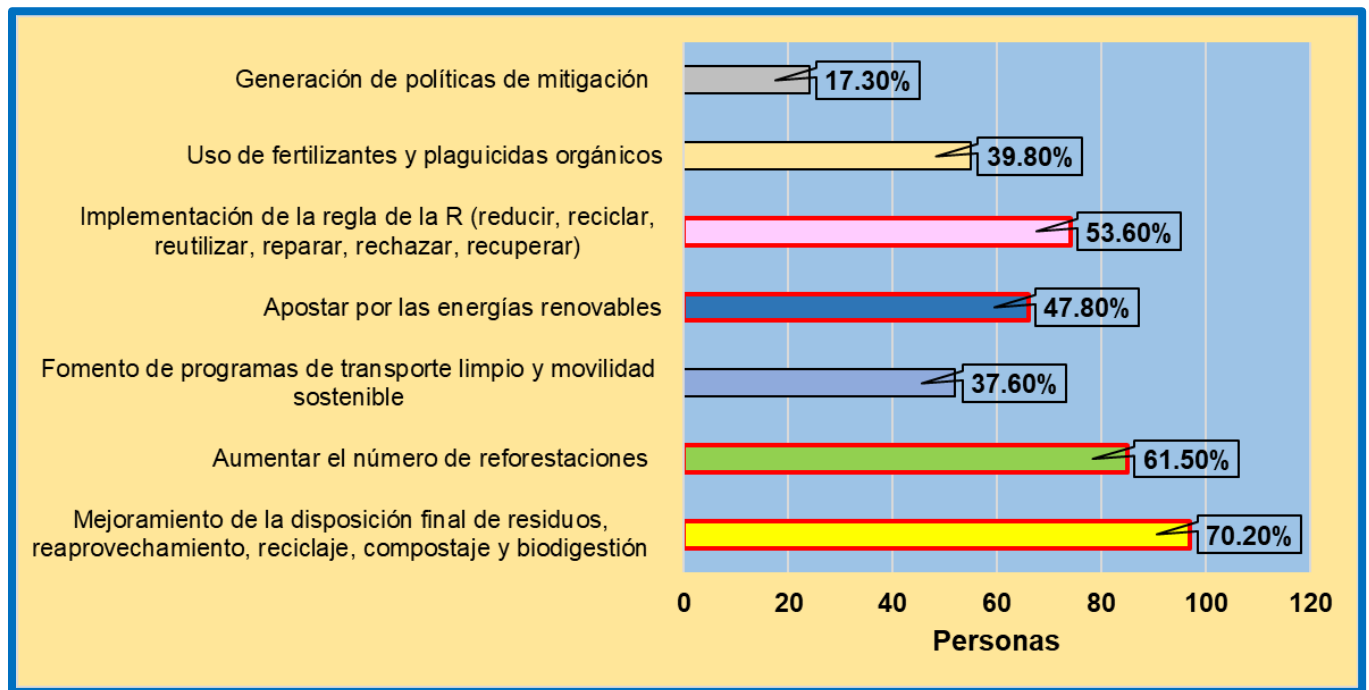
Fuente: elaboración propia (2025).

También, los encuestados establecieron medidas importantes para lograr la mitigación al cambio climático y a la variabilidad climática de las cuales cuatro fueron las más mencionadas, siendo el mejoramiento de la disposición final de residuos

sólidos, reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión (70.20%), el aumentar del número de reforestaciones (61.50%), la implementación de la regla de la R (reducir, reciclar, reutilizar, reparar, rechazar, recuperar) (53.60%) y el apostar por las energías renovables (47.80%), por lo que es necesario que las autoridades municipales, actualicen sus instrumentos de planeación para establecer dichas acciones de mitigación al cambio climático y a la variabilidad climática en el Tenancingo (ver figura 55).

Figura 55.

Medidas para la mitigación al cambio climático y a la variabilidad climática en Tenancingo



Fuente: elaboración propia (2025).

5.4.5 Análisis de las percepciones socio ecológicas de los actores sociales frente al CC y VC

A pesar de que los actores sociales que fueron partícipes para llevar a cabo la investigación (funcionarios públicos, instituciones académicas, organizaciones sociales y población local), son originarios del municipio y/o trabajan para beneficio

del mismo, es diferente su percepción sobre el cambio climático (CC) y la variabilidad climática (VC), debido a los intereses que tiene cada actor, la complejidad que caracteriza dichas nociones y su afectación en el municipio.

Es de resaltar que todos los actores sociales involucrados concuerdan en saber que dichas problemáticas (CC y VC) están asociadas con las actividades antropogénicas, siendo problemas complejos, los cuales dependen de la temporalidad en que sean estudiados, por lo que ambos términos son importantes y necesarios en investigaciones y proyectos relacionados con el clima, debido a que sus efectos ya son notorios, siendo el aumento de temperatura, de sequías, la escasez de agua y los incendios forestales lo más evidente en el municipio.

Coinciden que para enfrentar los desafíos del cambio climático y de la variabilidad climática, primero es necesario una actualización de las políticas en materia de cambio climático, debido a que su elaboración ya cuenta con varios años de publicación donde las situaciones y problemáticas ambientales superan la realidad actual, siendo poco eficaz a la hora de su aplicación.

También es necesario la incorporación de un marco político-institucional estrictamente ligada a la variabilidad climática, debido a que no se cuentan con disposiciones vigentes sobre este tema en particular, aunado a una necesaria divulgación de los acuerdos, leyes, reglamentos, normas, instituciones e instrumentos de planeación en materia de CC y VC que existen en el país, para que cada actor social conozca y tenga una visión referente a ellos; derivado que para los actores sociales que participaron, es escaso el conocimiento de dicho marco político-institucional.

Los efectos del cambio climático y de la viabilidad climática que están perturbando el sistema socio ecológico del municipio de Tenancingo, implica que los gobiernos (de los tres ámbitos), las instituciones académicas, las organizaciones sociales, así como la población local, trabajen en conjunto para lograr la adaptación como la mitigación de dichas problemáticas. Para ello, los actores sociales señalan que tanto la adaptación como la mitigación son términos de suma importancia

ligados con la supervivencia de la humanidad, mientras que a la primera la establecen como aquellas medidas de anticipación ante posibles cambios en el clima, para lograr fortalecer la resiliencia y la disminución de la vulnerabilidad del sistema; la segunda la determinaron como aquellas acciones para reducir o evitar las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera y con ello lograr una mayor captura de los mismos, reduciendo los efectos y daños al sistema socio ecológico.

Tal y como se mencionó anteriormente es necesario trabajar en conjunto con cada uno de los actores sociales antes mencionados, para reducir los efectos que el CC y la VC están causando tanto al sistema social como al ecológico de Tenancingo, los cuales se ven reflejados en áreas como la educación, donde sus principales afectaciones son a través de enfermedades gastrointestinales, de insolación o golpe de calor, así como la falta de agua en las instituciones, lo que ha propiciado problemas de aprendizaje y rezago educativo en el municipio.

También el área de salud se ve perjudicada a través del aumento de enfermedades estomacales e infecciosas provocadas por las olas de calor, respiratorias debido a cambios bruscos de temperatura y de enfermedades propiciadas por las inundaciones y agua estancada; aumentando con ello las consultas médicas derivadas de dichos acontecimientos.

La población en situación de pobreza, es otra área con afectaciones por el CC y la VC, la cual debe de atender las enfermedades causadas por los cambios bruscos de temperatura, la necesidad de obtener agua y alimento y aunado a ello la falta de un ingreso económico para poder subsistir, por lo que se vuelve el área más vulnerable a dichas problemáticas, siendo más complicado lograr enfrentar estas afectaciones.

Otra de las áreas que ha sido perturbada por los estragos del CC y de la VC son los sectores productivos del municipio, los cuales son afectados debido el incremento en el costo de materia prima propiciado por la falta de lluvias y a los

conflictos sociales por falta de agua de riego, provocando que se eleven los precios de los productos locales del municipio, generando mayor gasto para su adquisición.

También de acuerdo con los actores sociales participantes, algunas actividades propiciadas por la misma sociedad, están dañando el sistema ecológico del municipio y con ello aumentando los efectos tanto del CC como de la VC; tales como la calidad del aire, la cual está presentando variaciones debido a actividades como la deforestación, la tala clandestina, el uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos y a los incendios forestales, donde a pesar de que en el municipio se cuenta con una calidad de aire relativamente buena, dichas actividades lo están modificando por lo que es necesario ponerle un alto a esas acciones que afectan al SSE del municipio.

Derivado del análisis de los resultados, el recurso hídrico también está siendo afectado por diversas actividades que lleva a cabo la sociedad, tales como la contaminación del recurso debido a la falta de un tratamiento a las aguas residuales, la deforestación, el aprovechamiento irregular del agua; así como el aumento de la demanda del recurso, donde el centro del municipio es el de mayor acaparamiento, sin importar las demás localidades; por lo que es urgente controlar dichas actividades que ponen en riesgo la calidad y cantidad del recurso vital en el municipio.

Referente a lo establecido por los actores sociales, el suelo también está siendo perturbado por actividades propiciadas por la población del municipio, lo cual ha generado que se incrementen los efectos del CC y de la VC, dichas actividades están vinculadas al uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos, al aumento de la producción de residuos sólidos sin un tratamiento adecuado, a la deforestación y a la tala clandestina, lo que está propiciando enfermedades a la población, alteraciones, cambios y contaminación por el uso inadecuado del suelo, por lo que la sociedad exige a las autoridades competentes disminuir dichas actividades.

Al igual que la calidad del aire, el recurso hídrico y el suelo, la diversidad biológica en el Tenancingo no está exenta de los efectos que el CC y la VC están propiciando al municipio, donde de acuerdo con los actores sociales partícipes, las actividades que más están afectando son los incendios forestales, la deforestación, la tala clandestina y el uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos perjudicando el hábitat de la flora y fauna, la contaminación de los recursos y alterando el sistema ecológico de Tenancingo, por lo que es necesario frenar y/o erradicar dichas actividades que ponen en riesgo la supervivencia de la sociedad y de los recursos en el municipio, haciendo un llamado a las autoridades competentes para proteger el sistema socio ecológico de esta demarcación.

En lo que respecta a las medidas de mitigación y adaptación al CC y a la VC, los actores sociales que participaron en las entrevistas como en los cuestionarios y a pesar de la carencia de información respecto a algún programa o proyecto sobre cambio climático y/o variabilidad climática que se lleve a cabo en el municipio, la sociedad de Tenancingo está en la mejor disposición de participar en actividades de sensibilización ligadas con la adaptación y mitigación al CC y a la VC; tales como talleres, capacitaciones, seminarios, ferias ambientales, realización de proyectos ambientales escolares, así como en la implementación de la educación y acción para el cambio climático como una asignatura en todos los niveles educativos, las cuales pueden ser difundidos a través de redes sociales, programas de radio, con el uso de material didáctico, televisión e incluso por aplicaciones móviles.

Mientras que para algunos actores sociales (funcionarios públicos, académicos y organizaciones sociales) impulsan medidas de mitigación y adaptación basadas en sensibilizar a la sociedad en temas de CC y VC, así como de la actualización del marco político-institucional en la materia; para la población local, les interesan hechos no palabras, es decir medidas concretas que sean notorias en el municipio.

Concluyendo el análisis, los actores sociales que participaron en la investigación establecieron que para la mitigación al cambio climático y a la

variabilidad climática en Tenancingo es necesario el desarrollar e implementar medidas integrales basadas en la colaboración multisectorial, el financiamiento para proyectos de mitigación así como también el mejoramiento de la disposición final de residuos sólidos, reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión, de igual manera aumentar del número de reforestaciones en el municipio, pero también lograr la reducción de emisiones GEI a la atmosfera y a su vez implementar la regla de la R (reducir, reciclar, reutilizar, reparar, rechazar, recuperar), si dejar a un lado el apostar por las energías renovables.

Respecto a la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática, concluyeron que para el municipio es necesario diseñar y ejecutar acciones concretas para impulsar y mejorar el uso eficiente del agua, la recuperación de ecosistemas cruciales perturbados como los bosques, de igual manera es necesario desarrollar cultivos que se adapten a climas más cambiantes, así como la construcción de viviendas sustentables innovando en tecnologías que ofrezcan soluciones eficientes y efectivas para la adaptación, asimismo establecer el autoconsumo y consumo local municipal, también establecieron la necesidad de crear un centro de educación ambiental en el cual se brinde información no solo de adaptación, sino también de mitigación al CC y VC y de los problemas ambientales a los que se está enfrentando la sociedad en el municipio de Tenancingo.

Es necesario que las autoridades municipales, se replanteen en sus instrumentos de planeación, el establecer dichas medidas para la mitigación y adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática y con ello preservar, conservar y proteger el sistema socio ecológico de Tenancingo.

El análisis permitió observar cómo las percepciones socio ecológicas que tienen los actores sociales muestran la vulnerabilidad y las capacidades colectivas para resistir el cambio y la variabilidad climática. Estas percepciones demuestran la necesidad de fortalecer políticas, conocimiento y la colaboración comunitaria para proteger el sistema socio ecológico de Tenancingo.

Por lo que en el siguiente apartado de establecen las medidas de adaptación ante la variabilidad climática en Tenancingo, las cuales se establecieron con base en el análisis de las percepciones de los actores social.

6. Medidas de adaptación a la variabilidad climática en Tenancingo

Frente al aumento de eventos climáticos extremos como lluvias atípicas, sequías prolongadas o temperaturas inusuales, que pueden ser asociadas a la variabilidad climática (VC), es necesario desarrollar e implementar medidas de adaptación en el ámbito municipal, las cuales respondan a las necesidades y particularidades de sus territorios, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad de la sociedad, favorecer el cuidado del ambiente y el fortalecimiento de la resiliencia local ante los desafíos presentes y futuros.

Es claro que la VC impacta de forma distinta en cada territorio, los cuales requieren soluciones que se ajusten a las características sociales y ambientales de cada municipio. Por dicha razón, las medidas de adaptación deben de constituirse considerando un diagnóstico del sistema socio ecológico (SSE), las interacciones, marco político-institucional, así como la participación de actores sociales como funcionarios públicos, instituciones académicas, organizaciones sociales y población local.

Para esta investigación y a partir del análisis de los resultados previos, se definieron medidas de adaptación para el SSE de Tenancingo frente a la variabilidad climática, considerando que la adaptación es un proceso con beneficios locales y de efectos a corto plazo.

Para este proyecto se establecieron únicamente medidas de adaptación derivado de los resultados obtenidos de los actores sociales, los cuales brindaron acciones específicas y concretas, que, al implementarse adecuadamente, fungen como la base para establecer estrategias ante la variabilidad climática.

En relación con el sistema ecológicos (aire, agua, suelo y biodiversidad) y a partir de los aportes de los actores sociales, la figura 56 muestra las propuestas de medidas de adaptación frente a la variabilidad climática en Tenancingo.

De manera complementaria, la figura 57 muestra las propuestas de medidas de adaptación para el sistema social (educación, salud, pobreza y sectores productivos), también derivadas de las contribuciones de los actores sociales.

En ambos casos se señala la temporalidad a corto, mediano y largo plazo, en que podrían aplicarse estas medidas, los enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) o Reducción de Riesgos de Desastres (RRD), con los que pueden ser diseñados, así como sectores sociales donde tendrían mayor impacto.

6.1 Medidas de adaptación del sistema ecológico

Figura 56.

Medidas de adaptación del sistema ecológico

Sistema ecológico						
Medidas de adaptación	Temporalidad (corto, mediano o largo plazo)	Enfoque (AbE, AbC, RRD)	Sectores de mayor incidencia en los que se puede aplicar			
			Aire	Agua	Suelo	Biodiversidad
Recuperación de ecosistemas perturbados como los bosques	Mediano	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Aumento de reforestaciones con flora nativa	Mediano	AbE/ AbC	*	*	*	*
Reforestaciones urbanas	Mediano	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Crear zanjas captadoras de agua pluvial	Corto	AbC/RRD		*	*	*
Crear corredores biológicos	Mediano	AbE/AbC	*	*	*	*
Manejo forestal	Corto	AbE/AbC/ RRD	*	*	*	*
Cultivos que conserven suelos, regulen el agua y capturen carbono.	Mediano	AbC	*	*	*	*
Uso eficiente del agua (reutilizar)	Mediano	AbC		*	*	*
Rescate de parque y jardines	Mediano	AbC			*	*
Implementar fertilizantes y plaguicidas orgánicos	Mediano	AbC		*	*	*
Sanciones ante la deforestación y tala clandestina	Corto	AbC/RRD	*	*	*	*
Planeación participativa por parte de sectores del gobierno, académicos, OSC y población local	Corto	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Aplicación de políticas de adaptación a la VC en el municipio	Largo	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Financiamiento de proyectos de adaptación	Mediano	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*

Fuente: elaboración propia (2025).

Relativo a las medidas de adaptación para el sistema ecológico de Tenancingo, a continuación, se establecen opciones para su implementación:

- **Recuperación de ecosistemas perturbados como los bosques:** el municipio necesitaría implementar un proyecto integral para la recuperación de las áreas cruciales perturbadas, iniciando con un diagnóstico de zonas degradadas y especies endémicas prioritarias. Estas servirían para reforestaciones, viveros y corredores biológicos fortaleciendo así la biodiversidad. También se impulsaría la capacitación constante y dotación de herramientas a brigadas contra incendios y comités locales. Asimismo, la implementación de educación ambiental y actividades de restauración. Para su integración, el programa contaría con seguimiento a través de imágenes satelitales y reportes de avances anuales y con el financiamiento por parte de fondos gubernamental, lo que garantizaría la sostenibilidad del municipio.
- **Aumento de reforestaciones con flora nativa:** para llevarla a cabo, se necesitaría identificar las áreas degradadas y de mayor impacto (como las zonas de recarga hídrica), así como las especies que se utilizarían para las reforestaciones. A su vez, se establecerían viveros para la producción de plantas resistentes a climas cambiantes y que sean adaptables al clima local como pinos, encinos, madroños, ocote, cedros o fresno por mencionar algunos. También se capacitaría a los sectores clave en técnicas de reforestación y cuidado de las especies, para que, a través de campañas educativas y voluntariado, aumente la participación en dichos eventos. Además, es necesario gestionar financiamiento en los tres ámbitos de gobierno y asegurar el constante monitoreo para la supervivencia de las especies reforestadas.
- **Reforestaciones urbanas:** para su ejecución, se implementaría un diagnóstico de las zonas más vulnerables y de especies resistentes al clima local, así como de viveros municipales que garanticen suministro constante, también serían prioritarias las reforestaciones en parques, camellones, escuelas y espacios públicos, buscando la integración con la infraestructura verde urbana. La

participación se llevaría a cabo a través de campañas de educación ambiental, jornadas de reforestaciones y capacitaciones ha brigadas de mantenimiento local, sectores educativos. Para su evaluación el sistema sería monitoreado resguardando el riego de las especies plantadas durante la etapa seca y considerando la reposición en la etapa de adaptación. Su financiamiento se gestionaría por parte de los tres ámbitos de gobierno y de OSC.

- **Crear zanjas captadoras de agua pluvial:** para su implementación y aplicación, como primer paso se iniciaría con un diagnóstico hidrológico, con el objetivo de identificar zonas de captación y recarga. Con base en ello, se diseñarían e instalarían zanjas captadoras aplicando criterios técnicos que optimicen la retención e infiltración del recurso. Además, se capacitaría a brigadas, comités locales y se fomentaría la participación comunitaria para su construcción y mantenimiento. La medida de adaptación se priorizaría para zonas verdes, agrícolas y espacios urbanos que se encuentren vulnerables a inundaciones o sequías. Para su implementación sería clave gestionar financiamiento de los tres ámbitos de gobierno, lo que permitiría garantizar su sostenibilidad mediante seguimiento, monitoreo y evaluación de los resultados en la recarga y aprovechamiento del agua pluvial.
- **Crear corredores biológicos:** para la puesta en marcha, se necesitaría la ejecución de un diagnóstico de las zonas fragmentadas y críticas, para identificar los sitios prioritarios en los cuales se pueda reforestar principalmente con especies endémicas, proteger cuerpos de agua y vegetación secundaria. Aunado a ello, es fundamental el involucramiento de las comunidades locales, escuelas, y actores claves, en el cuidado de los corredores biológicos. Además, se coordinarían acciones de monitoreo de la biodiversidad con especialistas, OSC y dependencias ambientales, así como la promoción de programas de educación ambiental y capacitaciones constantes, para impulsar las interacciones ecológicas entre áreas protegidas, bosques y áreas verdes urbanas. Para lograr

garantizar la sostenibilidad, sería necesario el financiamiento por parte de los gobiernos municipal, estatal y federal.

- **Manejo forestal:** para llevar a cabo dicha medida, el municipio efectuaría un análisis de riesgo para identificar las áreas críticas y diseñar estratégicamente bajo fundamentos técnicos e implementar brechas cortafuego e incendios controlados. Para ello, es fundamental contar con la participación y capacitación de actores clave, brigadas municipales, comités y población en general, para lograr la apertura, limpieza y mantenimiento de los cerros y de las brechas cortafuego. Para ello se establecería un calendario anual de actividades preventivas antes de la temporada de sequías, acompañada de campañas de sensibilización y prevención de incendios. Además, a través de la coordinación entre Protección Civil, bomberos y actores clave, se implementaría el monitoreo y evaluación que garantizarían la efectividad de la medida, asimismo su financiamiento dependería del gobierno local y de dependencias estatales y federales.
- **Cultivos que conserven suelos, regulen el agua y capturen carbono:** para llevar a cabo dicha medida, es esencial identificar zonas agrícolas vulnerables, para que, a través de prácticas como la agroforestería, cultivos de cobertura, labranza reducida o la rotación de cultivos, los agricultores logran mantener y proteger el suelo y el agua además de contribuir a la captura de carbono. También se establecerían viveros municipales, con el objetivo de facilitar y suministrar plantas y árboles idóneos para estas necesidades. De igual manera y para motivar a los productores a realizar estas actividades, se impulsarían apoyos económicos, facilidad de créditos, capacitaciones teórico-práctico constantes y acceso a mercados locales. A la par, se tendría un seguimiento a partir de indicadores como el rendimiento agrícola, la salud del suelo, así como la cantidad y calidad de agua.
- **Uso eficiente del agua (reutilizar):** su realización se tendría que llevar a cabo un análisis de consumo de agua en hogares, escuelas, comercios, agricultura y

servicios públicos, para fomentar el uso de sistemas de captación de agua pluvial, así como de técnicas y tecnologías de ahorro. Se fomentaría con productores el riego tecnificado y el uso eficiente y responsable del agua, para reducir el desperdicio y pérdidas significativas. La población municipal sería clave participando en talleres, brigadas y campañas de concientización; la cual a través de incentivos se les motivaría a implementar dichas actividades sustentables. Por su parte, las autoridades municipales y comités locales, se comprometerían a modernizar la red hidráulica, para evitar desperdicio y fugas de agua. Finalmente, con apoyo de un sistema de monitoreo y evolución, se garantizaría la resiliencia hídrica municipal.

- **Rescate de parque y jardines:** su aplicación se basaría en la implementación de un análisis de los parques y jardines, verificando el estado en el que se encuentran, identificando los daños, riesgos y necesidades que presenta. Para su mejora, se reforestarían con especies nativas y resistentes a sequías (como madroños, agaves, encino, rosales, malvones y lavanda por mencionar algunos), así como la instalación de sistemas de riego eficientes y actualizados. Además de la incorporación de suelos permeables y jardines de lluvia urbanos, para disminuir inundaciones y regular la temperatura. También se establecerían indicadores de cobertura vegetal, biodiversidad y bienestar social, dando seguimiento para mejorar las acciones. Con la participación de la sociedad y brigadas comunitarias, se impulsarían programas escolares y comunitarios que fomenten el cuidado constante de los parques y jardines, destacando su importancia como pulmones urbanos y como refugios de biodiversidad frente a la variabilidad climática.
- **Implementar fertilizantes y plaguicidas orgánicos:** se promovería el uso de fertilizantes y plaguicidas orgánicos, con el objetivo de proteger y cuidar la biodiversidad y el ambiente del municipio, así como también para reducir los efectos negativos que provoca en la salud humana, tales como enfermedades respiratorias, afecciones dermatológicas e incluso cáncer . También con el apoyo

de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y de la Secretaría del Campo del Estado de México, se brindarían talleres prácticos a los agricultores, para producir e implementar bioinsumos de una manera clara, sencilla y económica. De igual manera, para quienes se sumen a estas prácticas recibirían apoyo y facilidades para comercializar sus cosechas en el municipio. Asimismo, se impulsarían programas comunitarios y escolares para fortalecer la educación ambiental y la producción sin químicos sintéticos. Finalmente, y con apoyo de brigadas comunitarias y actores claves, se deben implementar mecanismos de seguimiento a los productores para garantizar la continuidad de estas acciones.

- **Sanciones ante la deforestación y tala clandestina:** para su posible realización, el municipio tendría que poner en marcha un plan integral y con fundamentos sólidos encaminados en combatir la deforestación y la tala clandestina. Con el cual se reforzaría y actualizaría el reglamento con sanciones legales, penales y económicas proporcionales al daño causado. También se implementaría un sistema de brigadas comunitarias las cuales con capacitaciones y con el uso de drones, detectarían y denunciarían estas prácticas. Derivado de las sanciones económicas, lo recaudado se invertiría en reforestaciones, restauración de suelos y en incentivos económicos para las comunidades que protejan y cuiden los bosques. Es de mencionar que para que se hiciera cumplir la ley, el trabajo tendría que ser en conjunto con los tres ámbitos de gobierno, la sociedad y organizaciones civiles, donde a través de campañas de sensibilización se resaltaría el valor de los bosques como fuente de agua o como zonas de resiliencia climática.

Las medidas de adaptación que se establecieron, representan un paso fundamental para que Tenancingo logre fortalecer su capacidad de respuesta ante los efectos de la variabilidad climática. Con las que se busca promover la participación de la población, la implementación de la educación ambiental y el manejo sostenible y responsable de los recursos naturales; para ello es necesario elaborar diagnósticos y políticas públicas precisas y efectivas, así como contar con

recurso financiero acorde con las necesidades. Sin dejar a un lado la colaboración y coordinación entre los tres ámbitos de gobierno, sociedad, OSC e instituciones académicas.

También es necesario establecer un seguimiento y evaluaciones continuas a las medidas establecidas, con el objetivo de mejorarlas y con ello asegurar su efectividad y permanencia. De esta manera, Tenancingo disminuiría su vulnerabilidad, reforzaría sus capacidades adaptativas y avanzaría a nuevos desafíos climáticos del presente y futuro.

6.2 Medidas de adaptación del sistema social

Figura 57.

Medidas de adaptación del sistema social

Sistema social						
Medida de adaptación	Temporalidad (corto, mediano o largo plazo)	Enfoque (AbE, AbC, RRD)	Sector de mayor incidencia en los que se puede aplicar			
			Educación	Salud	Pobreza	Sectores productivos
Educación ambiental en todos los niveles educativos	Mediano	AbC	*		*	*
Crear un centro de educación ambiental	Largo	AbC	*		*	
Autoconsumo y consumo local	Corto	AbE/AbC		*	*	*
Creación de huertos urbanos en casas y escuelas	Corto	AbC	*		*	
Techos verdes de casas, escuelas, hospitales y edificios de ayuntamiento	Mediano	AbC	*	*	*	
Pavimentos permeables para poder controlar inundaciones en zonas urbanas.	Mediano	AbC/RRD		*	*	
Implementación de celdas solares en los hogares, escuelas, hospitales y edificios del ayuntamiento del municipio.	Mediano	AbC	*	*	*	
Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión de los residuos sólidos	Mediano	AbC	*		*	*
Desarrollo de cultivos resistentes a climas cambiantes	Mediano	AbC/RRD				*
Captación de agua pluvial en los hogares, escuelas, hospitales e instalaciones gubernamentales	Mediano	AbC	*	*	*	*
Implementación de sistemas de riego para la agricultura.	Mediano	AbC				*
Manejo adecuado de la planta de tratamiento de agua.	Mediano	AbC		*	*	*
Monitoreo del clima para predecir desastres naturales.	Mediano	AbC/RRD	*	*	*	*
Planeación participativa por parte de sectores del gobierno, académicos, OSC y población local	Corto	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Aplicación de políticas de adaptación a la VC en el municipio	Largo	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*
Financiamiento de proyectos de adaptación	Mediano	AbE/ AbC/RRD	*	*	*	*

Fuente: elaboración propia (2025).

Referente a las medidas de adaptación para el sistema social de Tenancingo, a continuación, se establecen opciones para su implementación:

- **Educación ambiental para todos los niveles educativos:** para implementar esta medida es necesario que se incluya a la variabilidad climática, como contenido adicional en todos los niveles escolares, así como capacitar a los docentes para fortalecer los procesos enseñanza-aprendizaje. Además, es necesario promover proyectos como huertos urbanos, reforestaciones y uso responsable del agua, con la participación activa de la comunidad. Conjuntamente, es conveniente impulsar campañas de sensibilización, a través de medios de comunicación, escuelas y espacios públicos. Estas actividades se podrían llevar a cabo en el mes de junio de cada año, en el marco del Día Mundial del Medio Ambiente. Al mismo tiempo, es importante considerar que se evaluarían anualmente los avances en formación, participación social y cambios en las prácticas ambientales.
- **Crear un Centro de Educación Ambiental:** se sugiere comenzar con un análisis de las problemáticas ambientales y climáticas del municipio. Para la construcción del Centro de Educación Ambiental, podría considerarse las inmediaciones de la Unidad Deportiva Municipal. La infraestructura debería de seguir principios de sostenibilidad, es decir minimizando los impactos negativos hacia el ambiente, contribuyendo al bienestar de la sociedad y garantizando su viabilidad a largo plazo, en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la instalación, gestionando recursos de los tres ámbitos de gobierno y apoyos complementarios. Se propone, que incluya aulas ecológicas, un vivero, un jardín demostrativo y senderos interpretativos, junto con programas educativos dirigidos a estudiantes de todos los niveles escolares. Para el financiamiento del centro, podría ser considerado a través de una gobernanza participativa con carácter público, pero con gestión autónoma y participativa asiendo participe a la administración de H. Ayuntamiento en turno, instituciones educativas y de investigación, sector privado así como Organizaciones sociales y comunitarias . Para la adecuada gestión, se

programarán evaluaciones periódicas para ajustar y mejorar las actividades del centro.

- **Autoconsumo y consumo local:** para llevar a cabo esta medida de adaptación es necesario que los actores claves promuevan el autoconsumo, apoyando iniciativas como huertos urbanos, escolares y comunitarios, bancos de semillas nativas y métodos agroecológicos que maximicen el aprovechamiento del agua y el suelo. Al mismo tiempo, se desarrollarían iniciativas de mercado comunitario e intercambio de productos, así como programas de compra que prioricen productos nativos, junto con campañas de concienciación y educación ambiental. Para su gestión sería necesario la utilización de energías limpias y la participación de la comunidad, además de un sistema de seguimiento y evaluación para reforzar la seguridad alimentaria y la economía local.
- **Creación de huertos urbanos en casas y escuelas:** se puede implementar mediante un programa de jardines urbanos en hogares y escuelas, identificando espacios disponibles, seleccionando especies adecuadas al clima local como lechugas, espinacas, rábanos, maíz, frijol, calabazas, jitomate, tomate, epazote o hierbabuena, e integrando sistemas de riego eficiente y compostaje. Es esencial capacitar a docentes, estudiantes y familias en técnicas agroecológicas, favoreciendo la conservación de los recursos naturales y de la resiliencia de los sectores productivos. También sería fundamental el monitoreo de indicadores socio ambientales, para promover la seguridad alimentaria, educación ambiental, participación comunitaria y el fortalecimiento de la resiliencia local frente a los efectos de la VC.
- **Techos verdes de casas, escuelas, hospitales y edificios de ayuntamiento:** se propone llevar a cabo un estudio de edificaciones públicas, para la implementación de techos verdes, dando preferencia a la utilización de flora endémica que sean compatibles con el clima y requieran poco cuidado tales como magueyes pequeños, siemprevivas, barba de júpiter, echeverias, milenrama, lavanda y sábila. La medida incluiría la participación de actores

sociales, para la puesta en marcha de iniciativas de concientización y cursos de formación para la comunidad, así como la implementación de otras actividades productivas para el financiamiento de los techos verdes. Se podría comenzar con proyectos piloto en edificios públicos que servirán como ejemplo, tales como en Centro de Servicios Administrativos II “Lic. Elena Gómez Issa”. Finalmente, se programarían evaluaciones periódicas para el adecuado el seguimiento de los beneficios generados.

- **Pavimentos permeables para controlar inundaciones en zonas urbanas:** para implementar esta medida se requiere la identificación de las zonas más vulnerables, así como de estudios de suelo y del diseño de proyectos piloto en espacios públicos. El financiamiento se obtendría mediante fondos destinados a la acción climática y apoyos al sector privado, mientras que la implementación se llevaría a cabo de forma progresiva en calles, plazas y estacionamientos, junto con programas de capacitación y espacios de participación comunitaria. El mantenimiento sería responsabilidad de las autoridades municipales con la supervisión de actores clave. Con esta medida no solo se reducirían los encharcamientos, especialmente en puntos críticos como la zona del Barquito, ubicada en la prolongación de Av. Madero y Av. Insurgentes, sino también favorecer la recarga de los mantos acuíferos, reducir las temperaturas urbanas y aumentar la resiliencia en el municipio.
- **Implementación de celdas solares en los hogares, escuelas, hospitales y edificios del ayuntamiento del municipio:** se sugiere la instalación de celdas solares para aprovechar la energía solar y reducir costos de energía, cubriendo ciertas necesidades esenciales en áreas estratégicas y vulnerables, como el acceso a energía eléctrica, conectividad a internet o seguridad garantizando un constante desarrollo económico. Además, es posible acompañar estas actividades con talleres y pláticas sobre educación ambiental y el cuidado del medio ambiente. Para ello, se deben considerar opciones de financiamiento accesible, subsidios para todos, programas de capacitación y generación de

empleo local, logrando beneficios ambientales, sociales y económicos que fortalecen la resiliencia del municipio.

- **Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión de los residuos sólidos:** para su realización, se plantea que en el municipio se aproveche de manera sustentable los residuos sólidos, por lo que se propone la separación de residuos desde casa, así como el promover prácticas de enseñanza de composta y la instalación de biodigestores en áreas como hospitales, escuelas y mercados, además de la creación de centros de acopio en áreas de fácil acceso. Con la implementación de dichas acciones, los residuos sólidos dejarían de ser un problema, ya que se reduce la contaminación, se obtiene biofertilizante y biogás y se implementarían empleos verdes para la población del municipio; con ello el Tenancingo ganaría resiliencia y calidad de vida frente a la variabilidad climática.
- **Desarrollo de cultivos resistentes a climas cambiantes:** para llevar a cabo dicha medida, sería necesario la investigación y selección de semillas de cultivos resistentes como el maíz, frijol, calabaza, chícharo o nopal que se adapten a fenómenos meteorológicos como las lluvias atípicas, sequías y las variaciones de temperatura. Asimismo, es necesario la capacitación de productores en prácticas sostenibles como el manejo eficiente del agua, el uso adecuado de fertilizantes y pesticidas de origen natural. También sería recomendable crear un banco de semillas y contar con apoyos institucionales de incentivos para garantizar una producción agrícola estable y menos vulnerable ante los efectos de la variabilidad climática.
- **Captación de agua pluvial en los hogares, escuelas, hospitales e instalaciones gubernamentales:** se podría implementar mediante la instalación de sistemas de canaletas, filtros y tanques de almacenamiento, siendo su principal destino la limpieza, riego y para uso de sanitarios. En el caso agua para el consumo humano, sería necesario un proceso de tratamiento específico, mediante filtración, el cual puede llevarse a cabo a través de filtros de arena, grava, cerámica o carbón activado, también por medio de desinfección con

cloración controlada, ebullición o radiación ultravioleta. Para poder implementar la captación pluvial, se necesitaría ejecutar un diagnóstico a los espacios más adecuados, asimismo se gestionarían los recursos requeridos, a través de subsidios y fondos gubernamentales. También es importante, la constante capacitación a la población sobre el mantenimiento y el uso responsable del agua. con el fin de fortalecer la resiliencia hídrica frente a sequías y periodos de escasez.

- **Implementación de sistemas de riego para la agricultura:** para poder realizar esta medida, se necesitaría la instalación de sistemas de riego que sean eficientes para las áreas agrícolas; se elegirían tecnologías como el goteo, la aspersión o la microaspersión, todo ello dependiendo del tipo de cultivo y suelo, garantizando la disponibilidad de agua para la agricultura. De igual manera, sería primordial capacitar a los agricultores en el uso y mantenimiento de los sistemas, así como en prácticas de riego sostenible y conservación del suelo. Para su implementación, el municipio podría gestionar financiamiento mediante subsidios, fondos climáticos o público-privadas, lo que ayudaría a optimizar el uso del agua frente a sequías y lluvias irregulares.
- **Manejo adecuado de la planta de tratamiento de agua:** para llevar a cabo esta medida, se tendría que realizar un diagnóstico técnico de la capacidad y vulnerabilidad de la planta actual, posteriormente la modernización de los equipos y la actualización de los protocolos de operación. Se incorporarían sistemas de medición en tiempo real del caudal y de la calidad de agua, así como de un programa permanente de mantenimiento preventivo. Además, el personal recibiría capacitación continua y se reforzarían prácticas de reúso de agua tratada para riego y servicio municipal. Para su sostenibilidad, se gestionaría financiación a través de fondos climáticos y se realizaría una evaluación anual para asegurar mejoras constantes.
- **Monitoreo del clima para predecir desastres naturales:** dicha medida requeriría que el municipio implementara un sistema de monitoreo climático, con

estaciones meteorológicas en puntos estratégicos, capaces de medir en tiempo real la temperatura, la precipitación, el viento y el caudal de los ríos. Este sistema se complementarían con una plataforma digital para alertas tempranas, que se difundirían por medios de comunicación y redes sociales locales. Asimismo, se capacitaría permanentemente al personal operativo en la interpretación de datos y se gestionarían convenios con universidades y organismos especializados para mejorar la precisión de los pronósticos. Finalmente se evaluaría periódicamente la efectividad del sistema, para minimizar riesgos y proteger a los seres vivos del municipio frente a fenómenos meteorológicos.

- **Planeación participativa por parte de sectores del gobierno, académicos, OSC y población local:** para su implementación sería necesario el compromiso y colaboración de cada sector, para que, a través de foros, talleres y mesas de diálogo, se expresen sus intereses y preocupaciones. A partir de ello el gobierno fomentaría políticas inclusivas reconociendo el conocimiento local y científico. Las instituciones académicas generarían conocimientos sobre los impactos climáticos regionales, las OSC facilitarían la comunicación entre comunidades e instituciones, y la población participaría activamente. De igual manera, se desarrollarían mecanismos de seguimiento y retroalimentación para ajustar acciones de manera conjunta. Esto favorecería la transparencia, corresponsabilidad y compromiso de todos en la ejecución de la planificación de soluciones ante la VC.
- **Aplicación de políticas de adaptación a la VC en el municipio:** para lograr implementar dicha medida, se tendría que desarrollar un diagnóstico con la participación de actores claves, para identificar las principales amenazas climáticas y las zonas más vulnerables, así como los sectores más expuestos, como el agrícola, hídrico o de infraestructura. Asimismo, la incorporación de criterios de adaptación en los instrumentos de planificación municipal que estén alineados con la resiliencia climática. También, formular políticas públicas concretas como la gestión eficiente del agua, prácticas agrícolas sostenibles,

infraestructura resiliente, conservación de ecosistemas y educación ambiental. Por último, el financiamiento climático sería esencial para ejecutar estas acciones. Además, de la necesidad de seguimiento y evaluación continua. Esto permitiría ajustar las medidas según los impactos observados y fortalecerá la capacidad adaptativa del municipio y su población.

- **Financiamiento de proyectos de adaptación:** para que la medida y el financiamiento a proyectos de adaptación puedan ser implementados y aprovechados, se necesitaría llevar a cabo acciones cercanas a la población, tales como la construcción de sistemas de captación de agua de lluvia, implementar sistemas eficientes de riego, construir drenajes pluviales y más áreas verdes que ayuden a mitigar inundaciones y las olas calor, dar apoyo a los agricultores con cultivos resistentes y capacitaciones que fortalezcan su trabajo, restaurar bosques y cuencas para proteger la naturaleza, construir sistemas de alerta temprana y espacios seguros frente a emergencias climáticas, fomentar el uso de energías limpias en el municipio cómo también programas de educación y participación ciudadana que inviten a ser parte del cuidado y la resiliencia del Municipal.

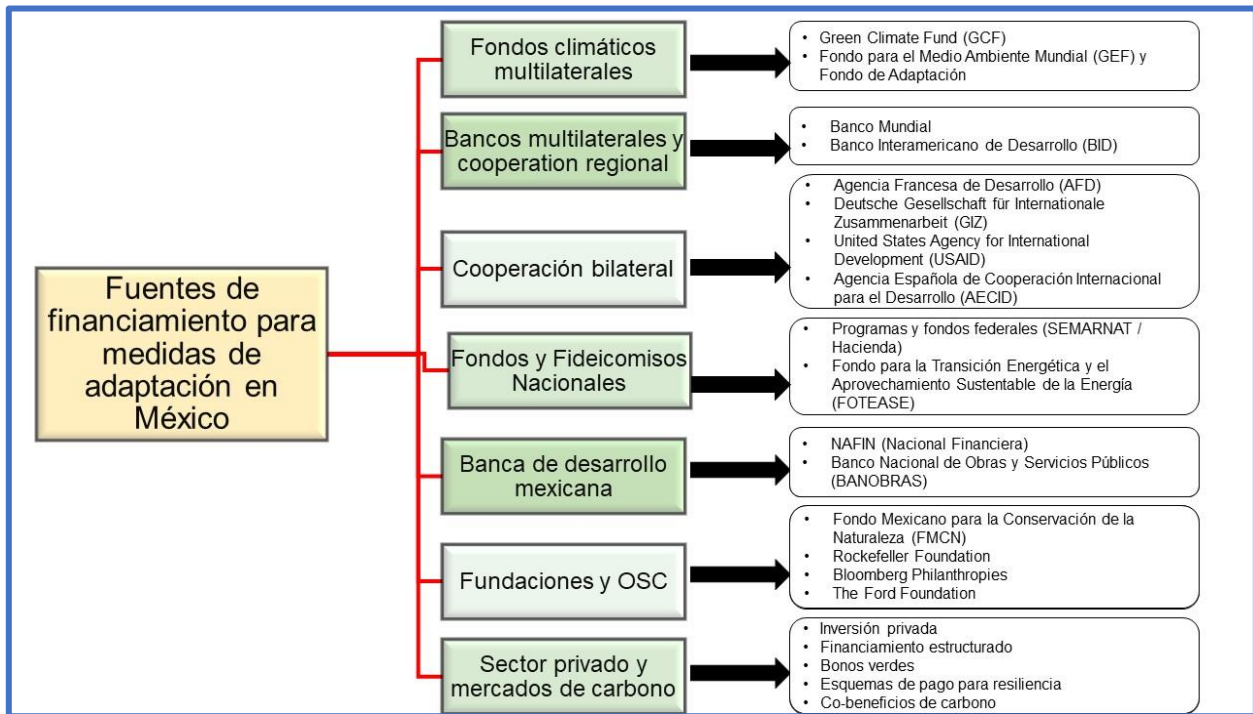
Las medidas de adaptación propuestas para el sistema social de Tenancingo muestran que la participación de la sociedad, genera impactos positivos al entorno ecológico, debido a que iniciativas como la educación ambiental, captación de agua pluvial, huertos urbanos, infraestructura verde o el manejo adecuado de los residuos sólidos, fortalecen la conservación de los recursos naturales, reduciendo los riesgos ambientales y aumentando la resiliencia en el municipio frente a la variabilidad climática.

Es de indicar que dichas medidas dependen de la participación y coordinación entre gobierno, instituciones académicas, OSC y población local en la planificación, implementación, gestión y evaluación. Por lo que solo con la participación conjunta de dichos actores locales se puede garantizar la continuidad de las medidas de adaptación ante la VC.

A continuación, se presentan algunas fuentes de financiamiento que pueden apoyar la instrumentación de las medidas planteadas (ver figura 58).

Figura 58.

Fuentes de financiamiento para medidas de adaptación en México



Fuente: elaboración propia (2025).

7. Discusión general

En el presente apartado, se ven integrados los hallazgos más representativos de la investigación considerando la configuración, interacción y las percepciones del sistema socio ecológico ante los efectos propiciados por la variabilidad climática. También, se contrastan los resultados obtenidos con la literatura científica, tanto nacional como internacional, estableciendo su relevancia teórica y práctica, orientada para futuras líneas de investigación y la aplicación para acción públicas.

A partir del análisis, los resultados arrojaron que Tenancingo enfrenta presiones ambientales, las cuales, derivado del cambio de uso de suelo, el uso

desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos, la deforestación, la sobreexplotación del recurso hídrico y del incremento de los residuos sólidos, están poniendo en riesgo el equilibrio ecológico y social del municipio, lo que coincide con lo reportado previamente por Garcés *et al.* (2019).

Tal como lo determino el INEEC (2020) se identificó que la variabilidad climática ha influido en las alteraciones a los patrones de temperatura y de lluvia, generando afectaciones a las actividades agrícolas y florícolas de la región, implicando en la estabilidad económica, ambiental y social de Tenancingo.

Dichas problemáticas se ven entrelazadas, lo que refuerza un escenario de vulnerabilidad, que condiciona la capacidad de adaptarse a la variabilidad climática en Tenancingo. Frente a esta realidad, tal como lo han planteado Berkes y Folke (2000) es necesario la gestión sistémica del territorio, donde se promuevan acciones de adaptación las cuales contemplen las interacciones entre los ecosistemas y la conservación ambiental, el fortalecimiento gubernamental e institucional y la participación comunitaria.

Respecto a los resultados de la investigación, para el análisis establecido al marco político-institucional, López & Laguna (2020), refieren que en la mayoría de los Estados el cumplimiento es limitado e incluso insuficiente, mostrando una evidente distancia entre la política nacional y su aplicación tanto en el ámbito estatal como municipal, por lo que los resultados de la investigación concuerdan, ya que se revela una brecha significativa entre políticas federales y estatales ligadas al cambio climático y su aplicación en el municipio de Tenancingo.

A pesar de la existencia de leyes, normas, programas e instrumentos (federales, estatales y municipales), su implementación es relativamente débil, debido a la falta de coordinación entre los tres ámbitos de gobierno, de recursos financieros y por la nula participación de la sociedad, lo que ha ocasionado la reducción en la eficiencia de la implementación de medidas de adaptación.

Los resultados reafirmaron que la sostenibilidad del sistema depende de integrar políticas públicas, de la participación de la sociedad y de la conservación

ambiental para fortalecer la resiliencia del sistema socio ecológico. Lo cual coincide con lo planteado por Balvanera *et al.* (2017), quienes señalaron que se debe de fortalecer la participación de las comunidades, las políticas, la educación tanto formal como informal y la capacidad de adaptación para lograr que los sistemas socio ecológicos sean resilientes y sostenibles localmente.

Asimismo, Aguilar *et al.* (2017) establecieron tres formas en que las percepciones llegan a contribuir a la educación, para el caso de Tenancingo, se ajusta con el de las percepciones como una herramienta pedagógica, derivado en que con la incorporación e identificación de las percepciones facilita la elaboración de propuestas educativas que otorguen a los sujetos la oportunidad de transformar sus decisiones sobre el medio, lo que supone una contribución muy valiosa para la educación ambiental.

Es por ello que Tenancingo requiere la aplicación de medidas de adaptación basadas en ecosistemas, en comunidad y en reducción del riesgo de desastres, que ayuden a frenar los efectos de la variabilidad climática. Respecto a las medidas de adaptación planteadas en la investigación, concuerdan con lo establecido por el INECC (2018), las cuales deben de cumplir con ciertas características deseables para su aplicación tales como ser viables, factibles, medibles, evaluables, de impactos y beneficios, equitativas, inclusivas y flexibles.

Los resultados obtenidos indican que la variabilidad climática registrada en el municipio es consecuencia de una combinación de procesos intrínsecos del sistema climático y las actividades antropogénicas, donde las variaciones estacionales e intraestacionales han permitido caracterizar los cambios a corto plazo en la precipitación y temperatura, incidiendo en la percepción social sobre cambios bruscos en el clima. Dicha evidencia corrobora lo establecido por Fonseca (2019) relacionado a que la temporalidad de la dinámica climática local no puede ser analizada desde una única escala temporal sino, que debe ser analizada desde la interacción compleja de los procesos capacidades de adaptación del municipio.

Los hallazgos encontrados, concuerdan con las aportaciones realizadas por Janssen y Ostrom (2006), respecto a que describieron a los sistemas socio ecológicos como estructuras adaptativas que interactúan entre los componentes sociales y ecológicos a distintas escalas. Para Tenancingo la evidencia muestra que, debido a la falta de coordinación entre instituciones y actores sociales y ecológicos, se ha debilitado la resiliencia municipal, lo cual coincide con lo establecido por Folke *et al.* (2005), quienes reconocen la importancia de la retroalimentación entre ambos sistemas.

Respecto a los tipos de sistemas socio ecológicos que planea Salas *et al.* (2011), Tenancingo se adapta a los no diseñados-no controlados, esto debido a una escala municipal, su complejidad, la participación de su población, sus servicios ecosistémicos, su organización social, las características del ecosistema, pero sobre todo por los impactos que la sociedad le causa al SSE.

En Tenancingo, las principales amenazas ambientales han limitado la capacidad de adaptación del territorio, repercutiendo de manera negativa a la producción agrícola y en el bienestar de la sociedad. Además, en acuerdo con lo planteado por Clayton (2019) sobre los efectos emocionales del cambio climático, la población local ha expresado preocupación por el futuro del clima y de los recursos naturales.

Ruiz (2019) recalca la desconexión existente entre los distintos marcos jurídicos y su aplicación efectiva, la cual se ve replicada en Tenancingo, donde la existencia de planes federales y estatales no se ven traducidas en acciones concretas al ámbito municipal. Esta brecha institucional restringe la capacidad de respuesta y ratifica las afirmaciones de Miranzo y del Río (2015) sobre la incapacidad de algunos gobiernos locales para asumir inversiones y políticas necesarias.

Los resultados, también encajan con lo presentado por Reyes *et al.* (2018), quienes identificaron vulnerabilidad alta en la agricultura, ante los efectos de la variabilidad climática; donde la dependencia de cultivos con dicha cualidad como el

maíz, frijol o las flores de ornato incrementan el riesgo ante variaciones climáticas. De esta manera, estudios como los de Sánchez *et al.* (2022) muestran que los cambios en temperatura y precipitación influyen en enfermedades vectoriales, lo cual es una amenaza emergente para la salud pública local.

En lo que respecta a las percepciones socio ecológicas, los hallazgos manifiestan las ideas de Vargas (1994), Lazos y Paré (2000) y de Aguilar *et al.* (2017), quienes establecieron a las percepciones como los procesos cognitivos, los cuales van a influir en la toma de decisiones ambientales. Es por ello que, de acuerdo con Tréllez (2002), Bezerra (2019) y González *et al.* (2019), en Tenancingo se necesita implementar acciones de conservación ambiental y adaptación climática, ante una limitada conciencia ambiental por parte de la sociedad del municipal.

Asimismo, como parte de los resultados de esta investigación asumen implicaciones de carácter importante en la formulación de políticas públicas y de la gestión ambiental en el municipio, debido a la necesidad de adoptar enfoques de adaptación (basada en Ecosistemas “AbE “ en Comunidades “AbC” y en Reducción del Riesgo de Desastres “RRD”) todo ello como medidas adicionales para la conservación de la biodiversidad y con la participación de la sociedad. Por lo que se coincide con lo argumentado por el INECC (2018), sobre fortalecer la capacidad de adaptación, aprovechando los servicios ecosistémicos y el conocimiento de la sociedad.

Los resultados refuerzan lo establecido por Tréllez (2002) y Gavilanes y Tipán (2021), quienes reconocieron que la educación ambiental es un impulsor para generar conciencia hacia la sostenibilidad. Por lo que la investigación respalda la importancia de incorporar a la educación ambiental en cada nivel educativo, así como en programas centrados para la sociedad, con el objetivo de promover la conciencia ambiental y fortalecer las capacidades de adaptación a la variabilidad climática en el municipio, contribuyendo así a consolidar un Tenancingo más próspero y mejor adaptado a futuros fenómenos climáticos.

Desde una perspectiva humanista y en acuerdo con Folke *et al.* (2005) la sostenibilidad no puede alcanzarse únicamente mediante instrumentos técnicos o normativos; si no que se requiere de un cambio cultural y ético el cual reconozca la interdependencia entre lo social y lo ambiental, es por ello que en Tenancingo esta situación refleja una desconexión, evidenciando la necesidad de reconstruir una relación basada en la responsabilidad compartida, la equidad intergeneracional y el respeto por los ecosistemas.

La investigación también permitió evidenciar la existencia de coincidencias generales respecto a las percepciones de los distintos actores involucrados, especialmente con la existencia de la variabilidad climática y los efectos visibles de ésta en el territorio (por ejemplo, la escasez de agua, las afectaciones a la salud, así como en las actividades productivas. No obstante las opiniones se discrepan cuando se analizan las causas y prioridades de acción ante el problema, debido a que cada actor torna su interpretación de problemática desde su posición, sus intereses y del grado en que se sitúan dentro del sistema socio ecológico.

Por su parte los funcionarios públicos atribuyen las limitaciones a factores normativos, mientras que los actores académicos y sociales hacen referencia a las deficiencias en relación con la planeación y gobernanza; esta discrepancia explica la dificultad para articular respuestas integrales e implica la necesidad de enfoques participativos que consigan articular las diferentes visiones y con ello percibir de manea profunda, la complejidad que involucra analizar el sistema socio ecológico del municipio de Tenancingo; revelando la interdependencia entre los componentes, los cuales interaccionan de forma constante y reciproca, factores biofísicos, sociales, económicos e incluso institucionales.

8. Conclusiones

El análisis realizado al sistema socio ecológico (SSE) de Tenancingo, Estado de México, frente a la variabilidad climática, permitió percibir la complejidad de las interacciones entre los componentes ecológico y social.

La importancia de esta investigación radicó en su capacidad para ofrecer una lectura integral de la realidad a nivel local, desde una perspectiva interdisciplinaria, integrando esferas desde lo ecológico, político, económico, cultural e incluso perceptual.

Tomando como argumento los impactos de la variabilidad climática que amenazan el equilibrio de los sistemas productivos, la salud, la educación y los modos de vida del municipio de Tenancingo, el sistema socio ecológico se empleó como un instrumento de análisis que favorece la comprensión de la realidad actual y la delineación de medidas de adaptación (Folke *et al.*, 2005; Ostrom, 2009).

El estudio permitió demostrar que la variabilidad climática no constituye solo un fenómeno físico vinculado a los cambios en la temperatura o los patrones de lluvia, sino como un proceso complejo que se manifiesta de manera distinta en cada territorio influido por factores sociales, capacidades institucionales y las percepciones colectivas.

En este contexto, Tenancingo manifiesta diversas vulnerabilidades derivadas tanto de su entorno biofísico caracterizada por la deforestación, la contaminación de cuerpos de agua y el cambio de uso de suelo, como de condiciones sociales asociadas con la gestión ambiental, la desigualdad económica y las limitaciones del gobierno local (INECC, 2018; Reyes *et al.*, 2018).

En lo que respecta a la configuración del sistema socio ecológico, la investigación permitió identificar una interdependencia entre lo social y lo ecológico. Donde el primero se ve atenuado por las condiciones de marginación social, la económica dependiente principalmente de la floricultura y de la limitada educación ambiental, mientras que el otro se encuentra perturbado por el uso desmedido de los recursos naturales, la deforestación y la degradación de los suelos.

Esta perspectiva refuerza la idea de Janssen & Ostrom (2006), referente a que la inestabilidad ecológica es el reflejo de desequilibrios sociales, propiciados por la falta de planificación territorial, coordinación institucional y de la baja participación por parte de la sociedad lo que ha incidido en la sostenibilidad del sistema.

Por su parte las interacciones del SSE ante la variabilidad climática, enfatizaron las afectaciones que eventos como las precipitaciones atípicas e intensas y las sequías han propiciado de manera significativa en el sector hídrico y en sectores productivos (principalmente floricultura y agricultura) perjudicando la economía y salud municipal. Con lo que queda en evidencia que es necesario establecer modelos de producción que se adapten a los futuros eventos climáticos.

Referente a lo social, sectores como la salud y la educación presentan importantes desafíos respecto a la variabilidad climática, donde en acuerdo con Gavilanes & Tipán (2021), así como con Tréllez (2002), es prioritario el fortalecimiento de la cultura ambiental y de la adaptación de la sociedad mediante procesos de educación ambiental participativos y continuos.

El análisis del marco político-institucional muestra que en México a pesar de que se han firmado numerosos acuerdos internacionales y de contar con leyes tanto federales como estatales, reglamentos, instrumento de planeación programas e instituciones sobre cambio climático, su aplicación en el ámbito municipal es muy limitada, además de no contar con un marco político-institucional en materia de variabilidad climática.

En Tenancingo, la implementación, seguimiento y evaluación del marco político-institucional, presenta una brecha entre la formulación de políticas y la ejecución de las mismas. Es por ello que, de acuerdo con lo plasmado por Ferreras *et al.* (2011) y del INECC (2018), es necesario fortalecer la capacidad del municipio en temas ambientales, con el objetivo de mejorar la coordinación interinstitucional y la participación de la sociedad, la cual es fundamental en la resiliencia municipal.

Otros de los retos a los cuales el municipio de Tenancingo debe de enfrentarse para fortalecer el SSE y con ello reducir los impactos y las debilidades ante esta problemática, esta ligada con reducir el deterioro acumulado de los recursos naturales que debilita la base ecológica del SSE, así como disminuir la sensibilidad del sistema socio ecológico ante sequías, lluvias atípicas, inundaciones y temperaturas extremas, de igual manera aumentar las capacidades sociales, comunitarias y productivas para adaptarse a la variabilidad climática, convertir las propuestas de adaptación en acciones viables y sostenibles, pero sobre todo comprender y pasar de atención de emergencia a reducir los riesgos por desastres que trae consigo la VC.

Por otra parte, las percepciones socio ecológicas obtenidas de los distintos actores sociales (funcionarios públicos, instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil, y población local), manifestaron una diversidad en la agudeza de los impactos y efectos propiciados por la variabilidad climática. Donde los funcionarios públicos identifican la problemática desde un enfoque normativo y administrativo, las instituciones académicas las abordan a partir del conocimiento científico y las OSC a partir de experiencias de acción comunitaria.

Caso contrario, la población local asocia a la variabilidad climática con problemas ya habituales como la falta de agua, la contaminación y la pérdida de áreas verdes, donde tal y como lo expusieron Aguilar *et al.* (2017) y Chávez *et al.* (2022), esto se ve reflejado como una limitante en la comprensión acerca de las causas estructurales y del desarrollo de posibles medidas de adaptación para enfrentar los efectos de la variabilidad climática.

Dichos hallazgos han confirmado que la percepción de las personas hacia el ambiente está relacionada con su nivel educativo, sus condiciones económicas y de las experiencias vividas con los efectos de los impactos y deterioro ambiental, es por eso que la educación ambiental surge como una herramienta esencial para cambiar las actitudes y con ello fomentar actividades responsables con el medio natural, lo que impulsaría una cultura de cuidado ambiental.

Además, Lazos & Paré (2000), estipularon que es necesario fortalecer la comprensión colectiva sobre la variabilidad climática, la cual requiere incluir activamente a la sociedad municipal en la planeación y gestión ambiental, promoviendo los saberes locales con el conocimiento científico.

Relativo a las medidas de adaptación, la investigación permitió diseñar propuestas basadas en la percepción social. Entre las que destacan la restauración ecológica, el manejo sostenible del agua, la variación de las actividades productivas, el impulso a la educación ambiental y la creación de redes de colaboración entre el gobierno, la academia y la sociedad civil.

Acciones que de acuerdo con el INECC (2018), están basadas en los enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y en Reducción de Riesgos de Desastres (RRD), teniendo como propósito disminuir la vulnerabilidad del municipio y fortalecer su capacidad de respuesta ante los posibles escenarios climáticos futuros.

Es de señalar que se cumplieron los objetivos de la investigación, a partir de los resultados obtenidos del análisis de las dimensiones social, institucional, ecológica y perceptual que integran el sistema socio ecológico de Tenancingo. Permitiendo con ello la verificación de la hipótesis planeada, la cual demuestra que la variabilidad climática influye directamente en la estructura y funcionamiento del SSE, afectando las dinámicas sociales y los procesos ecológicos.

De la misma forma, se confirmó que las percepciones socio ecológicas constituyen un elemento fundamental en el diseño de medidas de adaptación contextualizadas con la realidad local, pues tal como establecen McGinnis & Ostrom (2014), reflejan los valores, experiencias y saberes locales que guían y sustentan las decisiones colectivas.

Desde una perspectiva teórica, los sistemas socio ecológicos a nivel municipal, ponen en evidencia que la variabilidad climática interviene como un elemento influyente en su resiliencia y vulnerabilidad, donde la combinación de variables biofísicas, sociales, políticas y de percepciones permiten una visión

compleja, la cual facilita la construcción de medidas de adaptación afines con las características del territorio y las dinámicas de sus comunidades.

En el plano práctico, los resultados ofrecen una base empírica para que las autoridades municipales, se replanteen en sus instrumentos de planeación establecer e integrar la gestión ambiental, la educación, la salud y el desarrollo económico bajo un enfoque de sustentabilidad.

En términos generales, se concluye que el sistema socio ecológicos de Tenancingo, presenta una alta sensibilidad a la variabilidad climática y que cuenta con una capacidad limitada de adaptación, la cual se le atribuye especialmente a la degradación ambiental, la falta de planificación y a la coordinación estrechamente débil entre instituciones. A pesar de ello se identifican fortalezas potenciales como la diversidad biológica, la integración social y el progresivo aumento en la concientización ambiental de la población.

Folke *et al.* (2010) y Berrouet *et al.* (2018), explicaron que es necesario potenciar estas fortalezas ante una gestión ambiental integral, las cuales reconozcan la interdependencia entre lo social y lo ecológico, entre los ecosistemas y la sociedad, promoviendo la resiliencia socio ecológica orientada a guiar el desarrollo local.

La investigación realizada demuestra la necesidad y relevancia de desarrollar e implementar acciones de adaptación a la variabilidad climática en el municipio de Tenancingo, las cuales han de ser acciones específicas, concretas y contextualizadas territorialmente, que integren beneficios para las comunidades locales y efectos visibles en corto plazo. Estas acciones son parte de una estrategia importante para disminuir en buena medida el impacto que la variabilidad climática ejerce sobre sistemas sociales, ecológicos, económicos, políticos y culturales, la cual al mismo tiempo refuerza la resiliencia comunitaria y la capacidad de respuesta del territorio ante contextos climáticos cada vez más inciertos.

La contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 en particular al ODS 13: Acción por el clima, al impulsar la adopción

de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus consecuencias, es favorable debido a que dicho objetivo hace hincapié en el papel estratégico de la educación ambiental, la sensibilización social y el fortalecimiento de las capacidades institucionales y comunitarias para la mitigación y especialmente la adaptación, como medio efectivo de reducción de vulnerabilidades y riesgos climáticos en el local.

La investigación se acopla con los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), enfatizando específicamente con el de Sistemas Socio ecológicos y Sustentabilidad (SSE), elevando en sí el fenómeno climático a un grado de análisis socio ecológico integral, que permita entender la complejidad, la dinámica y el carácter evolutivo de los sistemas socio ecológicos de Tenancingo, articulando dimensiones biofísicas, socioeconómicas, culturales y políticas en los diferentes niveles de análisis, lo cual es vital para garantizar un uso responsable, equitativo y sustentable desde el uso de los ecosistemas y los recursos naturales con las acciones sobre la biodiversidad.

Asimismo, la investigación contribuyó de manera importante a la construcción de conocimiento nuevo de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) en desarrollo sustentable, al estudiar, mediante un caso empírico, una problemática ambiental y plantear vías de solución con base en la perspectiva de los sistemas socio ecológicos, las cuales contribuyen, no solo al debate académico, sino también al hecho de proporcionar insumos de carácter práctico para poder realizar eventualmente decisiones públicas y comunitarias que sean orientadas a la sustentabilidad y a la adaptación climática en el contexto local.

Finalmente, esta investigación contribuye con una comprensión más profunda de los sistemas socio ecológicos a nivel municipal, ofreciendo fundamentos teóricos y metodológicos para el diseño de medidas de adaptación orientadas a la variabilidad climática, integrando conocimiento científico, saberes comunitarios y acciones institucionales, representando una vía viable para enfrentar los efectos y desafíos de la VC en el contexto municipal.

Pese a los distintos esfuerzos realizados, algunas de las limitaciones detectadas se centraron en la disponibilidad de información actualizada a nivel municipal, dificultando el análisis temporal de algunas variables tanto ecológicas como sociales. Asimismo, como la percepción social fue con base en muestras representativas, pero no absolutas, en futuros estudios se podría ampliar la cobertura sectorial y geográfica.

Además, las medidas de adaptación propuestas pueden servir como modelo para otros municipios con características similares, fortaleciendo la planificación territorial, la participación social y la gobernanza climática. También se necesita profundizar en la incorporación de metodologías participativas, es decir, abordar con mayor profundidad la integración del conocimiento tradicional y local en la formulación de medidas de adaptación.

Es recomendable profundizar en la evaluación de los impactos económicos de la VC sobre los sistemas productivos, evaluar la efectividad de las medidas de adaptación y desarrollar indicadores de resiliencia local, ya que la sostenibilidad de Tenancingo dependerá en gran medida de la capacidad de todos los actores clave para construir una visión compartida, basada en la equidad, el respeto y la justicia social y ambiental.

De igual manera es necesario la creación de una agenda estratégica para el municipio de Tenancingo, en el que se resalten los temas de mayor impacto, los cuales deben de estar vinculados con los instrumentos de planeación y contemplados en el presupuesto municipal. Para su elaboración se debe contar con la participación de la ciudadanía, de los sectores productivos y de los actores públicos, privados y sociales con el objetivo de generar un cambio en la elaboración de los temas centrales de importancia para Tenancingo como lo es la variabilidad climática.

9. Referencias

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Aguilar Cucurachi, M. D. S., Merçon, J., & Silva, E. (2017). Aportaciones de las percepciones socio-ecológicas a la Educación Ambiental. *Entreciencias diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 5(15). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2017.15.62581>
- AMRT, (2022). Atlas municipal de riesgos de Tenancingo, Estado de México. Gaceta “Periodico oficial del gobierno municipal Tenancingo, Estado de México. https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/74_ATLAS_DE_RIESGO.pdf
- Anderies, J., Janssen, M., & Ostrom, E. (2004). A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 9(1). <https://doi.org/10.5751/ES-00610-090118>
- ANVCC. (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Gobierno de México. <https://cambioclimatico.sev.gob.mx/atlas.html>
- Arias Castilla, C. A. (2014). Enfoques teóricos sobre la percepción que tienen las personas. *Horizontes pedagógicos*, 8(1). <https://horizontespedagogicos.iberro.edu.co/article/view/08101>
- Arzate, K. (2015). Diagnóstico preliminar del manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio de Tenancingo en el Estado de México (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana). <https://www.scribd.com/document/818498300/Diagnostico-preliminar-del-manejo-de-los-residuos-slidos-urbanos-del-Municipio-de-Tenancingo-de-Degollado-en-el-Estado-de-Mxico>
- Ávila, B. (2015). Un estudio sobre la percepción del riesgo de poblaciones vulnerables al cambio climático en la cuenca del Papaloapan (Tesis de

- doctorado, Universidad Veracruzana). Repositorio Institucional UV.
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42499/AvilaFloresBrenda.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F. D., & Zermeno-Hernández, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88, 141–149.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Banco Mundial. (2021). World Bank Group Climate Change Action Plan 2021–2025: Supporting green, resilient, and inclusive development (Plan de Acción sobre Cambio Climático). The World Bank Group.
<https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/705731624380363785/world-bank-group-climate-change-action-plan-2021-2025-supporting-green-resilient-and-inclusive-development>
- Bando de Policía y Gobierno Municipal de Tenancingo, Estado de México, (2024). H. Ayuntamiento Constitucional de Tenancingo, Estado de México. Catálogo Municipal de Regulación. <https://share.google/ukCBR6qRFdXRXAI7o>
- Bárcena, A., Samaniego, J., Peres Núñez, W., & Alatorre, J. E. (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45677>
- Becker, E., (2010). Social-ecological systems as epistemic objects. Institute for Social-ecological, Germany. <https://doi.org/10.4324/9780203123195>
- Berrouet, L. M., Machado, J., & Villegas-Palacio, C. (2018). Vulnerability of socio—ecological systems: A conceptual Framework. *Ecological Indicators*, 84, 632–647. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.051>

- Berkes, F., & Folke, C. (2000). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press.
- Bezerra, L. M. (2019). Percepciones sobre la educación ambiental en el Instituto Superior de Educación. *Research, Society and Development*, 8(10), e048101325. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1325>
- Binder, C., Hinkel, J., Bots, P., & Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 18(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Black & White Tenancingo noticias. (2024). Daños en vivienda por la lluvia y granizo, Tenancingo [Figura]. <https://www.facebook.com/share/17W6vGA7qP/>
- Bolaños Guerra, B. (2018). Biopolíticas del cambio climático para Centroamérica. *Trace*, 74, 135. <https://doi.org/10.22134/trace.74.2018.111>
- CAEM. (1999). Comisión del Agua del Estado de México. Secretaría del Agua del Estado de México. Gobierno del Estado de México. <https://agua.edomex.gob.mx/>
- Calixto Flores, R., & Herrera Reyes, L. (2010). Estudio sobre las percepciones y la educación ambiental. *Tiempo de Educar*, 11(22), 227-249. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31121072004>
- Carreño, F., Vásquez, A. & Vásquez, G. (2019). Problemas sociales y ambientales por el uso de agroquímicos en Tenancingo, México. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*. <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/31/agroquimicos-tenancingo.pdf>
- Casa, M., Cusi, L., & Vilca, L. (2019). Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios. *Revista Innova Educación*, 1(3), 391–399. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.011>

- Censo de población y vivienda. (2020). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Censo Económico. (2019) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#microdatos>
- Centro de Estudios de Finanzas Publicas (2021). Sectores económicos determinantes en el impuesto sobre la renta, enero-junio 2021. Cámara de Diputados LXIV Legislatura.
<https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2021/notacefp0592021.pdf>
- CEPANAF. (1978). Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gobierno del Estado de México.
<https://cepanaf.edomex.gob.mx/>
- Cerón Hernández, V. A., Fernández Vargas, G., Figueroa, A., & Restrepo, I. (2020). The approach of socio-ecological systems in environmental sciences. *Investigación & Desarrollo*, 27(2), 85–109.
<https://doi.org/10.14482/indes.27.2.301>
- Chávez-Acuña, I. J., Flores-Flores, J. L., Domínguez-Cortinas, G., & Chávez-García, E. (2022). Percepción social del papel de la variabilidad y el cambio climático sobre los sistemas socio-ecológicos en comunidades indígenas y mestizas de la Huasteca Potosina en México. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*.
<https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1179>
- Clayton, S., & The College of Wooster. (2019). PSICOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO. *Papeles del psicólogo*, 40(2), 167–173.
<https://doi.org/10.23923/pap.psicol2019.2902>
- Cod.AEM. (2001). Código Administrativo del Estado de México. ISSEMYM, Oficialía Mayor. <http://www.issemym.gob.mx/node/1447>

- Cod.BEM. (2006). Código para la Biodiversidad del Estado de México. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno y LEGISTEL.
<http://legislacion.edomex.gob.mx/node/915>
- Coord. Mun. PC. (2009). Manual de Organización de la Coordinación Municipal de Protección Civil y bomberos de Tenancingo”. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.
<https://www.tenancingo.gob.mx/reglamentos/ManualdeOrganizaciondelaCoordinacionMunicipaldeProteccionCivilyBomberos.pdf>
- COFEPRIS. (2017). Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Cambio climático y salud. Acciones y programas.:
<https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/cambio-climatico-y-salud-56956>
- CONANP. (2014). Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas. Soluciones naturales “Las áreas protegidas ayudan a las personas a enfrentar el cambio climático”.
<https://www.conanp.gob.mx/pdf/cambioclimatico/SolucionesNaturales.pdf>
- CONABIO.(2022). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversidad Mexicana. ¿Qué es la Biodiversidad?
https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html
- CONABIO. (2021). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversidad Mexicana. Cambio climático.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cambioclim>
- CONABIO.(1992). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conabio>
- CONAFOR. (2001). Comisión Nacional Forestal. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/conafor>
- CONAGUA. (1989). Comisión Nacional del Agua. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/conagua>

- CONAGUA. (2021). Estadísticas del agua en México 2020. Comisión Nacional del Agua Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-del-agua-en-mexico>
- CONANP. (2000). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp>
- Conde, A., Enríquez, G., Esquivel, N., López, J., López, F., Montes, R., Nava, Y., Ruiz, K. (2016). Variabilidad climática y escenarios del cambio climático. Herramientas para los estudios de impactos potenciales y vulnerabilidad actual y futura. Ejemplos para México, Centroamérica y El Caribe. Capítulo 1
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002498.pdf>
- CONEVAL. (2014). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. <http://owl.li/V0Et30qQgjQ>
- CPEUM. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- CPELSM. (1995). Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno y LEGISTEL
<http://legislacion.edomex.gob.mx/node/842>
- Davidson-Hunt, I., & Berkes, F. (2003). Learning as You Journey: Anishinaabe Perception of Social-ecological Environments and Adaptive Learning. *Conservation Ecology*, 8(1). <https://doi.org/10.5751/ES-00587-080105>
- Debels, P., Szlafsztein, C., Aldunce, P., Neri, C., Carvajal, Y., Quintero-Angel, M., Celis, A., Bezanilla, A., & Martínez, D. (2009). IUPA: a tool for the evaluation of the general usefulness of practices for adaptation to climate change and variability. *Natural Hazards (Dordrecht, Netherlands)*, 50(2), 211–233.
<https://doi.org/10.1007/s11069-008-9333-4>

Decreto del Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana. (1980). Periódico Oficial del Gobierno de Constitucional del Estado de México, México.
<https://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PE-28%20HERMENEGILDO%20GALEANA%28DT%29.pdf>

Decreto del Parque Ecológico y Recreativo de Tenancingo, Malinalco y Zumpahuacán (1981). Periódico Oficial del Gobierno de Constitucional del Estado de México, México.
<https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2010/sep304.PDF>

Decreto del Parque Nacional Desierto del Carmen o de Nixcongo (1942). Periódico Oficial del Gobierno de Constitucional del Estado de México, México.
<https://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PN-10%20DESIERTO%20DEL%20CARMEN%28DT%29.pdf>

Diario Oficial de la Federación (2024). Normas oficiales mexicanas en materia de cambio climático. Secretaría de Gobernación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5719284&fecha=06/03/2024
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5718767&fecha=01/03/2024
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5303391&fecha=21/06/2013
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633956&fecha=28/10/2021#gsc.tab=0
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633855&fecha=27/10/2021

Dir. del Bien. Soc (2022). Manual de organización de la Dirección del Bienestar Social. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.
<https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/Gaceta159DirBienestar0001.pdf>

Dir. del Campo. (2024). Manual de organización de la Desarrollo Agropecuario/ Dirección del Campo. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.
<https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/ManualdeOrganizaciondelaDirecciondeDesarrolloAgropecuaria.pdf>

Dir. de D.U (2003). Manual de organización de la Dirección de Desarrollo Urbano. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.

<https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/Gaceta157DirDesUrbano0001.pdf>

Dirección de Ecología de Tenancingo, (2022). Proyecto y actividades realizadas en materia de cambio climático administración 2022-2024. Documento inédito.

Dir. de Eco. (2022). Manual de organización de la Dirección de ecología. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.

<https://www.tenancingo.gob.mx/reglamentos/ManualdeOrganizaciondelaDirecciondeEcologia.pdf>

Dirección General para el Territorio Sostenible (2024). Normas Técnicas Estatales Ambientales. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<http://dgts.edomex.gob.mx/normas%20tecnicas>

Dir. de Ser. Pub. (2009). Manual de organización de la Dirección de Servicios Públicos. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.

<https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/Gaceta158DirServPublicos0001.pdf>

ENCC. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de la Republica.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>

Escalera Reyes J. y Ruiz Ballesteros E. (2011). Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. Revista de Antropología Social, 20, 109-135. https://doi.org/10.5209/rev_RASO.2011.v20.36264

Estenssoro Saavedra, F. (2010). Crisis ambiental y cambio climático en la política global: Un Tema crecientemente complejo para américa Latina. Universum (Talca. Impresa), 25(2), 57–77.

<https://doi.org/10.4067/s0718-23762010000200005>

European Environment Agency. (2019). El suelo, la tierra y el cambio climático. <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2019/articulos/el-suelo-la-tierra-y>

- Farhad, S. (2012). Los sistemas socio-ecológicos: Una aproximación conceptual y metodológica. En XII Jornadas de Economía Crítica: Los costos de la crisis y alternativas en construcción (p. 12). <https://fddocuments.mx/document/los-sistemas-socio-ecologicos-una-aproximacion-conceptual-y-.html>
- Favier Torres, M. A., Chi Ceballos, M., Dehesa González, L. M., & Veranes Dutil, M. (2019). Efectos del cambio climático en la salud. *Revista Información Científica*, 98(2), 272–282. <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/2276>
- Ferreras, J., Estrada, P., Herrero, T., Velázquez, A., Jiménez, G., Jiménez, J., Santos, A., Solís, E., & García, V. (2011). Guía didáctica de educación ambiental y cambio climático (1.^a ed.). Junta de Andalucía. <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/guia-didactica-ed-ambiental-y-cambio-climatico.pdf>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30(1), 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Fonseca, C. (2019). Variabilidad climática. Instituto de Meteorología de Cuba; Editorial AMA
http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/resultados/03%20VARIABILIDAD%20CLIMATICA_0.pdf
- Fonseca Chinchilla, D. (2016). Cambio Climático: El individuo cuenta. *Ingeniería*, 26(1), 49–54. <https://doi.org/10.15517/jte.v26i1.24488>
- Garcés Díaz, S., Gutiérrez Cedillo, J. G., Pérez Ramírez, C. A., & Franco Plata, R. (2019). Evaluación de la sustentabilidad en tres municipios de la zona de ecotono del Estado de México. *Región y Sociedad*, 31, e1184. <https://doi.org/10.22198/rys2019/31/1184>
- García José, M., & González Pérez, M. (2018). Programa de Educación Ambiental en la comunidad Los Pelayos. *Avances*, 20(3), 329–341. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869149009>
- García, R. (2009). *Sistemas complejos*. Gedisa.
https://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/442trabajo.pdf

- García Rengifo, C. A., & Durán-Ballén Ochoa, S. (2023). Variabilidad climática en la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en Napo-Ecuador. *Enfoque UTE*, 14(1). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.872>
- Gavilanes Capelo, R. M., & Tipán Barros, B. G. (2021). A Educação Ambiental como estratégia para enfrentar as alterações climáticas: Español. *Alteridad*, 16(2), 286–298. <https://doi.org/10.17163/alt.v16n21.2021.10>
- Geoportal de CONABIO e INEGI (2024). Elaboración de mapas de caracterización. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
<https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
- Giddens, A. (2010). La política del cambio climático. Alianza Editorial. <https://core.ac.uk/download/pdf/229427081.pdf>
- González, C. (2017). La interacción en el camino hacia una comunicología. *Revista Alcance*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2411-99702017000200007&lng=es&tlng=es
- González Gaudiano, E. J., Bello Benavides, L., Maldonado González, A. L., Cruz Sánchez, G. E., & Méndez Andrade, L. M. (2019). Nuevos desafíos para la educación ambiental: la vulnerabilidad y la resiliencia social ante el cambio climático. *UNED Research Journal*, 11(1), S71–S77. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2324>
- González Gaudiano, E. J., & Meira Cartea, P. Á. (2020). Educación para el cambio climático: ¿educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, 42(168), 157–174. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- González Ornelas, I., & Muñoz Meléndez, G. (2021). Capacidad adaptativa ante variabilidad climática en tres comunidades rurales en Sierra de San Pedro Mártir (L. Cejudo-Espinosa, Trad.). *Frontera norte*, 33, 1–25. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2114>

- Goklany, I. M. (2005). A climate policy for the short and medium term: ¿Stabilization or adaptation? *Energy & Environment*, 16(3–4), 667–680.
<https://doi.org/10.1260/0958305054672420>
- Guido, P. (2017). Cambio climático: selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
<https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/04/2017.-Cambio-Clim%C3%A1tico-Selecci%C3%B3n-clasificaci%C3%B3n-y-dise%C3%B1o-de-medidas-de-adaptaci%C3%B3n.-IMTA.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007). Informe de síntesis. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Informe Técnico Final, Convenio de Colaboración: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, México.*
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2013). *Glosario: Variabilidad climática. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.*
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Síntesis del Quinto Informe de Evaluación del IPCC.*
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/#:~:text=Se%20llama%20cambio%20clim%C3%A1tico%20a,muy%20diversas%20escalas%20de%20tiempo>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2023). *Sexto informe de evaluación del IPCC: Cambio Climático 2022.*

<https://www.unep.org/es/resources/informe/sexta-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022>

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, & P. M. Midgley, Eds.). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf
- Gutiérrez, J. (2013). La investigación geográfica: Fundamentos, métodos e instrumentos. Editorial Dunken.
- Hoffmann, B. (2021). Cómo el cambio climático empeora la pobreza y la desigualdad. BID. <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/como-el-cambio-climatico-empeora-la-pobreza-y-la-desigualdad/>
- Holling, C. S. (Ed.). (1978). Adaptive environmental assessment and management. Wiley. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/823/1/XB-78-103.pdf>
- IEECC. (2014). Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gobierno del Estado de México. <https://ieecc.edomex.gob.mx/>
- INECC. (2016). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Acuerdos internacionales-Cambio Climático. <http://elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/storage/biblioteca/44/44.pdf>
- INECC. (2018). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. ¿Qué es el cambio climático? <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/que-es-el-cambio>
- INECC. (2018). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en México. Resumen informativo. Ciudad de México: INECC. <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/material/adaptacion.pdf>

- INECC. (2020). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Nota técnica: Tipología de medidas de adaptación al cambio climático. México: INECC. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584204/7_CGACC_Nota__Tecnica__Tipologia_2020.pdf.
- INECC. (2020). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Estrategia nacional de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario. México: INECC. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-al-cambio-climatico-78748>
- INEGI (2020 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Demografía y sociedad “Migración” .[fecha de consulta el 19 de enero de 2024]. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/migracion/>
- INEGI. (2023). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame de México-Territorio de México-Suelo. <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/suelo.aspx?tema=T>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Universidad Nacional de Colombia (2018). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia, Bogotá. <https://www.andi.com.co/Uploads/variabilidad.pdf>
- Instituto para el Futuro de la Educación (2022). El cambio climático es una amenaza para la educación. Observatorio del Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/cambio-climatico-y-su-impacto-en-educacion/>
- Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad (2023). Sistemas Socioecológicos. <https://saras-institute.org/es/sistemas-socioecologicos/#:~:text=Los%20sistemas%20socio%20Decol%C3%B3gicos%20presentan,la%20estructura%20y%20el%20funcionamiento.>

- Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2006). Chapter 30 governing social-ecological systems. En *Handbook of Computational Economics* (pp. 1465–1509). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0021\(05\)02030-7](https://doi.org/10.1016/S1574-0021(05)02030-7)
- Lazos, E., & Paré, L. (2000). Miradas indígenas sobre una naturaleza entristecida: Percepciones del territorio ambiental entre nahuas del sur de Veracruz. UNAM. <https://letrasindomitas.files.wordpress.com/2019/06/lazos-y-pare-miradas-indigenas-sobre-una-naturaleza-entristecida.-cap.-ii.pdf>
- LAN. (1992). Ley de Aguas Nacionales. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- LCCEM. (2013). Ley de Cambio Climático del Estado de México. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno y LEGISTEL. <http://legislacion.edomex.gob.mx/node/2139>
- LGAHOTDU. (2016). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU.pdf>
- LGCC. (2012). Ley General de Cambio Climático. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- LGDFS. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- LGEEPA. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- LGPGIR. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>

- López Jiménez, L. N., & Laguna Vázquez, M. (2020). Cumplimiento de la política de cambio climático en las entidades federativas de México. *Sociedad y ambiente*, 22, 48–71. <https://doi.org/10.31840/sya.vi22.2075>
- LTE. (2015). Ley de Transición Energética. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
- Maneja Zaragoza, R., Boada, M., Barrera-Bassols, N., & McCall, M. (2009). Percepciones socioambientales infantiles y adolescentes: Propuestas de educación ambiental en La Huacana (Michoacán, México). *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 14(44), 00–00. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/utopia/article/view/2836>
- Masera, O., & López, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos: Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Mundi-Prensa. <https://searchworks.stanford.edu/view/5355412>
- McGinnis, M. D., & Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability*, 19(2). <https://doi.org/10.5751/es-06387-190230>
- Meira, P., Arto, M., & Montero, P. (2009). La sociedad española ante el cambio climático: Conocimientos y valoración del potencial de amenaza (2.^a ed.). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/soc_ant_cc_tcm30-178463.pdf
- Mendoza, I., & Rodríguez, O. (2021). Percepción social del cambio climático en estudiantes de Bachillerato Técnico en Jiutepec, Morelos, México. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 4, e121. <https://doi.org/10.46380/rias.vol4.e121>
- Mérida-Martínez, Y., & Acuña-Gamboa, L. A. (2016). Pobreza en México: Factor de vulnerabilidad para enfrentar los efectos del cambio climático. *Revista*

- Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, 1(2), 1–19.
<https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i2.2475>
- México ante el cambio climático. (2021). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico/>
- Miller, G. T. (2007). Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible. Un enfoque integral (8.^a ed.). International Thomson Editores.
<https://es.scribd.com/document/428161028/Miller-G-Tyler-CIENCIA-AMBIENTAL-DESARROLLO-SOSTENIBLE-8ed-pdf>
- Miranzo M. y del Río C. (2016). Las consecuencias del cambio climático en el Magreb. Revista UNISCI, 39, 127-150.
https://doi.org/10.5209/rev_RUNI.2015.n39.51817
- Monterroso, A. (2012). Contribución al estudio de la vulnerabilidad al cambio climático en México (Tesis de doctorado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México). Repositorio Institucional UNAM.
<https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000695574>
- Moreno Díaz, M. L. (2015). Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo. Revista de ciencias sociales, 147.
<https://doi.org/10.15517/rcs.v0i147.19794>
- Naciones Unidas para el Cambio Climático (2014). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Informe de Síntesis.
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Organización Meteorológica mundial. (1979). Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, Ginebra-Suiza. Informe anual.
<https://library.wmo.int/viewer/54627/?offset=#page=1&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=>
- ONU. (1992). Organización de las Naciones Unidas. Convención marco de las sobre el cambio climático.
<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

- Organización Mundial de la Salud. (1946). Constitución de la organización mundial de la salud. Documentos básicos, 49^a edición en 2020. <https://apps.who.int/gb/bd/s/index.html>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). Domestic water quantity, service level and health. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-WSH-03.02>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Cambio climático. Centro de prensa. . <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20ya%20afecta,las%20zoonosis%20y%20las%20enfermedades>
- Olmos-Martínez, E., Arizpe, O., Contreras Loera, M. R., & Gómez-Cabrera, I. D. (2016). El cambio climático: una perspectiva de género. *Opción*, 32(13). de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/21640>
- Orellana, R, (2013). Vulnerabilidad. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY) . <http://www.ccpy.gob.mx/cambio-climatico/vulnerabilidad.php>
- Osorio, C. (2005). La participación pública en sistemas tecnológicos: Lecciones para la educación CTS. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, 2(6), 159–172. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-998>
- Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15181–15187. <https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco, L., (2015). Mitigación al cambio climático: la educación ambiental como estrategia sobre la percepción de consumo de los estudiantes del nivel medio superior. *Maestría en Economía Ambiental y Ecológica*. Universidad Veracruzana. Facultad de Economía. Región Xalapa.

- <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/52177/PachecoRodriguezLizeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PAMCCMTEM. (2024). Programa de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio de Tenancingo, Estado de México. Gaceta “Periódico oficial del gobierno municipal Tenancingo, Estado de México.
<https://tenancingo.gob.mx/reglamentos/GACETA1860001.pdf>
- Partelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society* 23(4):36. <https://doi.org/10.5751/ES-10594-230436>
- Plan de Desarrollo del Estado de México (2023-2029). Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. Secretaría de Finanzas.
<http://copladem.edomex.gob.mx/plan-desarrollo-edomex-2023-2029>
- PDM Tenancingo, Edo. Méx., 2016–2018. Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México (2016-2018). Ipomex. Gaceta “Periódico oficial del gobierno municipal Tenancingo, Estado de México.
https://ipomex2.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2016/47/4/99242642cc69fc60b805f91782fb2cf6.pdf
- PDM Tenancingo, Edo. Méx., 2022–2024. Plan de desarrollo municipal de Tenancingo, Estado de México (2022-2024). Copladem. Gaceta “Periódico oficial del gobierno municipal Tenancingo, Estado de México.
https://copladem.edomex.gob.mx/sites/copladem.edomex.gob.mx/files/files/pdf/Planes%20y%20programas/Mpales-2022-2024/Tenancingo_PDM%202022_2024.pdf
- PEACC. (2022). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático. Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
<http://ieecc.edomex.gob.mx/programa-accion-cambio-climatico>
- PECC. (2021). Programa Especial de Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México.

- <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programa-especial-de-cambio-climatico-2021-2024>
- PEDUEM. (2019). Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México. Secretaría de Desarrollo Urbano e Infraestructura. Gobierno del Estado de México. http://sedui.edomex.gob.mx/plan_estatal_de_desarrollo_urbano
- Perdomo López, M. E. (2007). El problema ambiental: hacia una interacción de las ciencias naturales y sociales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(3), 1–11. <https://doi.org/10.35362/rie4432243>
- Pérez, C., Zizumbo, L., & González, V. (2009). Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas: Procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México. *El Periplo Sustentable*, (16). Universidad Autónoma del Estado de México. http://www.uaemex.mx/plin/psus/periplo16/articulo_02.pdf
- POETEM. (2019). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México. Dirección General para el Territorio Sostenible. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. http://dgts.edomex.gob.mx/actualizacion_programa
- Poleo, D. (2016). ¿Cambio climático o variabilidad climática? Historia, ciencia y política en el clima mesoamericano. *Revista de Ciencias Ambientales*, 50(1), 24. <https://doi.org/10.15359/rca.50-1.2>
- Price, M. (2004). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. *Biological Conservation*. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.01.010>
- ProAire Estado de México (2018-2030). (n.d.). Gob.mx. Retrieved December 9, 2025, from http://proaire.edomex.gob.mx/proaire_edomex
- PROBOSQUE. (1990). Protectora de Bosques del Estado de México. Secretaría del campo. Gobierno del Estado de México. <https://probosque.edomex.gob.mx/>
- ProINECC. (2020). Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación; Instituto Nacional de

- Ecología y Cambio Climático.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5602730&fecha=14/10/2020
- PROFEPA. (1992). Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa>
- PROMARNAT. (2020). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020
- PROPAEM. (2002). Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México. Gobierno del Estado de México. <https://propaem.edomex.gob.mx/>
- PNUMA. (2014). Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Geo Ciudades. <http://www.pnuma.org/deat1/urbanas.html>
- Quiroz Benítez, D. E. (2013). Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México. Estudios Demográficos Y Urbanos, 28(2), 343–382. <https://doi.org/10.24201/edu.v28i2.1432>
- Raskin, P. (2006, August 9). World lines: Pathways, pivots and the global future - Tellus institute. Tellus Institute - For a Great Transition; Tellus Institute. <https://www.tellus.org/tellus/publication/world-lines-pathways-pivots-and-the-global-future>
- Reg.Int.SMADS. (2023). Reglamento interior de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno y LEGISTEL, Consejería Jurídica. <https://legislacion.edomex.gob.mx/reglamentos-interiores>
- Reg.LCCEM. (2014). Reglamento de la Ley de Cambio Climático del Estado de México. Periódico Oficial Gaceta del Gobierno y LEGISTEL. <https://legislacion.edomex.gob.mx/node/14110>
- Reg.LGCCMRE. (2014). Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. Gobierno de México.

- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf
- Reg.SNCC. (2014). Reglamento del Sistema Nacional de Cambio Climático. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261940/Reglamento_Sistema_Nacional_de_Cambio_Clim_tico.pdf
- Reyes Anistro, G. I., Adame Martínez, S., & Cadena Vargas, E. (2018). Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz Zea mays. *Sociedad y ambiente*, 17, 93–113. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i17.1842>
- Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias, P., & Zuluaga, P. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/uploads/2015/08/VIBSE_2014_1.pdf
- Ríos, E. (2024, 28 de mayo). Saqueo de agua en laguna de Tenancingo; mueren miles de peces. *El Sol de Toluca*. <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/local/saqueo-de-agua-en-laguna-de-tenancingo-mueren-miles-de-peces-13043697>
- Romero, G., & Maskrey, A. (1993). Cómo entender los desastres naturales. En *Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*. <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap1.htm>
- Rondón Benítez, H. I. (2016). Percepciones socioambientales en las comunidades estudiantiles de dos instituciones educativas dentro del contexto rural y urbano, hacia el PNM Ranchería en Paipa Boyacá, a través de educación ambiental (Tesis de maestría, Universidad de Manizales). Repositorio Institucional Universidad de Manizales (RIDUM). <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2598>

- Rosete, F. (2014). Educación ambiental y cambio climático: Necesidad de desarrollar y fortalecer capacidades locales. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 36(1), 104–119. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457545087006>
- Ruiz Lievano, S. (2019). Desafíos del cambio climático en Tabasco, México. *Barataria Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 26, 207–224. <https://doi.org/10.20932/barataria.v0i26.405>
- SADER. (2015). El cambio climático afecta al campo: ¿Cómo enfrentarlo? Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-cambio-climatico-afecta-al-campo-como-enfrentarlo>
- SADER. (2018). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura>
- Salas-Zapata, W. A., Ríos-Orsorio, L. A., & Álvarez-Del Castillo, J. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), 136–142. <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/rldi/article/view/45>
- Salazar-Ceballos, A., Freyle, N., Tamara, G., & Álvarez-Miño, L. (2016). Percepción sobre riesgo al cambio climático como una amenaza para la salud humana, Taganga, Santa marta, 2014. *Luna Azul*, 43, 102–127. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.6>
- Sánchez-Lara, E., Pascual-Armiñan, M. E., Expósito-Boue, L. M., & González-Ramírez, R. (2022). Variabilidad climática y su influencia en la aparición del dengue en provincia Guantánamo. *Revista Información Científica*, 101(6), e3777. <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/3777>
- SECAMPO. (2020). Secretaría del Campo. Gobierno del Estado de México. <https://secampo.edomex.gob.mx/>
- SEDATU. (2013). Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sedatu>

- SEMADES. (2005). Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gobierno del Estado de México. <https://sma.edomex.gob.mx/node/199>
- SEMARNAT. (2025). Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10–20–40. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/actualizacion-de-la-estrategia-nacional-de-cambio-climatico>
- SEMARNAT, & INECC.(2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- SEMARNAT. (2016). Características del Acuerdo de París. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/caracteristicas-del-acuerdo-de-paris#:~:text=Es%20un%20Acuerdo%20jur%C3%ADdicamente%20vinculante,plan%20de%20trabajo%202016%2D2020>
- SEMARNAT. (2000). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat>
- Serrat, O. (2017). The Sustainable Livelihoods Approach. In: Knowledge Solutions. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_5
- Servicio Meteorológico Nacional. (2025). Normales climatológicas por estado: Estado de México. Comisión Nacional del Agua. https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Mensuales/mex/mes15297.txt
- Sur Tenancingo noticias. (2024). Inundación en Col. La trinidad (paraje el barquito) en las inmediaciones del Hospital general de, Tenancingo [Figura]. <https://www.facebook.com/share/v/17vYVzc2hV/>

- Scholz, R. W., Binder, C. R., & Lang, D. J. (2011). The HES Framework. En R. W. Scholz, *Environmental literacy in science and society: From knowledge to decisions*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/environmental-literacy-in-science-and-society/87E14B58591BF76F3B99E387C8EB29B4>
- Tao, S., Xu, Y., Liu, K., Pan, J., & Gou, S. (2011). Research progress in agricultural vulnerability to climate change. *Advances in Climate Change Research*, 2, 203–210. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674927811500504>
- The Climate Reality Project. (2019). ¿Por qué lo llamamos la crisis climática? <https://www.climate realityproject.org/blog/why-do-we-call-it-climate-crisis>
- Tiscornia, G., Cal, A., & Giménez, A. (2016). Análisis y caracterización de la variabilidad climática en algunas regiones de Uruguay. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86445998013>
- Torres, A. (2016). Repercusiones a la salud por el uso de agroquímicos en los viveros de Tenancingo 2015–2016 (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México). Repositorio Institucional UAEMex. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67918/UAEM-FAPUR-Repercusiones%20a%20la%20salud%20por%20el%20uso%20de%20agroquimic.pdf?sequence=1>
- Tréllez Solís, E. (2002). La educación ambiental comunitaria y la retrospectiva: una alianza de futuro. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4(10), 7–21. UNAM/SEMARNAT/Universidad de Guadalajara. http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_3/1/7.Trellez_Solis.pdf
- Turbay, S., Nates Cruz, B., Jaramillo Vallejo, F. L., Vélez, J. J., & Ocampo, O. L. (2015). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las

- cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geograficas*, 0(85), 95–112. <https://doi.org/10.14350/rig.42298>
- Turner, B. L., 2nd, Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074–8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>
- TVurbana Noticias. (2024, 30 de julio). Socavón en Tenancingo: Trabajos de reparación y su impacto en la economía [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/watch/?v=344718505244519>
- UNICEF. (2023). El agua y la crisis climática global: 10 cosas que debes saber. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. <https://www.unicef.org/stories/water-and-climate-change-10-things-you-should-know>
- Vargas Melgarejo, L. M. (2014). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, (8), 47–53. <https://alteridades.izt.uam.mx/index.php/Alte/article/view/588>
- Verón, E., & Barragán, J. (2015). Transformación y funcionalización del socioecosistema Litoral Norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 24(1), 91–117. <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383243530004.pdf>
- Warnock, G. (1974). *La filosofía de la percepción*. Fondo de Cultura Económica.
- Wellenstein, A., Rozenberg, J., Turner, S., & Walsh, B. (2022, February 2). Cambio climático y pobreza: la tormenta perfecta. *Blogs del Banco Mundial*. <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/cambio-climatico-y-pobreza-la-tormenta-perfecta>
- Wolf, J., & Moser, S. (2011). Individual understandings, perceptions, and engagement with climate change: Insights from in-depth studies across the world. *WIREs Climate Change*, 2(4), 547–569. <https://doi.org/10.1002/wcc.120>

- World Wildlife Fund. (2021). La crisis climática: ¿Cómo avanza y qué ha hecho el mundo para enfrentar el cambio climático?
<https://www.wwf.org.mx/?371230/Lo-que-debes-saber-de-la-COP26-la-conferencia-global-mas-importante-para-enfrentar-el-cambio-climatico>
- Zamora Martínez, M. C. (2018). Cambio Climático. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 6(31), 4–7.
<https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/190>

10. Anexos

10.1 Instrumentos de investigación



Universidad Autónoma del Estado De México
Facultad de Química
Doctorado en Ciencias Ambientales



Guía de entrevista dirigida a informantes clave

Objetivo: Conocer la perspectiva de informantes clave respecto al cambio climático, la variabilidad climática y del marco político-institucional vigente en el Estado, indicando medidas para la adaptación y mitigación en materia relacionada a los temas antes mencionados.

*** La información proporcionada será utilizada con fines académicos y es confidencial.**

Datos personales:

Nombre:

Cargo:

Nivel de estudio:

Fecha de entrevista:

Criterio de análisis: información general

- ¿Qué es el cambio climático?
- ¿Sabe cuáles son las diferencias entre cambio climático y variabilidad climática?
- ¿Considera apropiado la utilización del término variabilidad climática y no solo de cambio climático en investigaciones y/o proyectos?

Criterio de análisis: políticas y marco institucional en materia de cambio climático

- ¿Conoce cuáles son las principales leyes que rigen en México y el Estado de México en materia de cambio climático?
- ¿Conoce cuáles son las principales normas que rigen en México y el Estado de México en materia de cambio climático?
- ¿Conoce cuáles son los principales reglamentos que rigen en México y el Estado de México en materia de cambio climático?

- En el ámbito estatal ¿Cuáles son las instituciones que establecen programas en materia de cambio climático?
- ¿Cuáles son los principales instrumentos de planeación utilizados en el Estado en materia de cambio climático?
- ¿Considera que es necesario la actualización de los instrumentos públicos en materia de cambio climático?
- ¿Es necesario la formulación de leyes, normas, reglamentos e instrumentos de planeación en materia de variabilidad climática?

Criterio de análisis: adaptación y mitigación al cambio climático

- ¿Qué es la adaptación al cambio climático?
- ¿Qué es la mitigación al cambio climático?
- ¿Actualmente que proyectos está realizando el IEECC para la adaptación al cambio climático?
- ¿Qué proyectos lleva a cabo el IECC para la mitigación del cambio climático?
- ¿Cómo es la vinculación del IEECC con los distintos municipios del Estado?
- ¿Cómo es la elección de los municipios en los cuales se aplican los proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático que se están llevando a cabo?
- ¿Conoce el municipio de Tenancingo?
- ¿Sabe de algún programa y/o proyecto de cambio climático que se lleve a cabo en dicho municipio?

Criterio de análisis: medidas de mitigación y adaptación

- ¿Qué actividades podría proponer para informar y concientizar a la sociedad sobre el cambio climático y la variabilidad climática?
- ¿Considera que la educación y acción para el cambio climático tendría que ser una asignatura que se impartiera en todos los niveles educativos?
- ¿Cuáles considera las principales medidas que se deben de emplear para la mitigación al cambio climático?
- ¿Cuáles considera las principales medidas que se deben de emplear para la adaptación al cambio climático?
- ¿Con qué actores sociales (OSC, población local, sector empresarial, universidades y centros de investigación, dependencias públicas) debería colaborar su institución para la implementación de estas actividades? ¿De qué manera?
- Podría proponer algunas medidas para el caso específico del municipio de Tenancingo

Por su tiempo, ¡muchas gracias!



Universidad Autónoma del Estado De México
Facultad de Química
Doctorado en Ciencias Ambientales



Cuestionario dirigido a población del municipio de Tenancingo, Estado de
México

Objetivo: Conocer la percepción de la población mayor de 18 años del municipio, respecto a los impactos del cambio climático y la variabilidad climática, indicando medidas para la adaptación y mitigación de los mismos.

* La información proporcionada será utilizada con fines académicos y es confidencial.

Datos personales:

Nombre (opcional):		Edad:
Género:	Ocupación:	
Lugar de residencia:		

Criterio de análisis: información general

¿Sabía usted que el cambio climático es un problema complejo, el cual se atribuye de forma directa o indirecta a las actividades de los seres humanos, alterando el clima de todo el mundo poniendo en riesgo los recursos naturales para las generaciones futuras?

() si () no

¿En los últimos años ha notado cambios significativos en el clima de Tenancingo?

() si () no

¿Cuál o cuáles considera son los cambios más significativos que ha presentado el clima en Tenancingo?

()	Aumento de las Sequias
()	Lluvias atípicas y granizadas
()	Aumento de la temperatura
()	Disminución de la temperatura
()	Escasez de agua
()	Otro (especifique):

¿Sabía usted que la variabilidad climática se asocia con los cambios de clima en un período de tiempo corto, siendo esto la principal característica que la hace diferente del término de cambio climático?

() si () no

¿Cuál o cuáles considera son los impactos más significativos que se han presentado debido a la variabilidad climática en Tenancingo?

()	Incendios forestales
()	Inundaciones
()	Sequias y escasez de agua
()	Aumento en enfermedades respiratorias y gastrointestinales
()	Escasez de alimentos
()	Aumento de la temperatura
()	Otro (especifique):

¿Considera que los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática ya están afectando a sus actividades y a la naturaleza?

() si () No

Criterio de análisis: efectos del cambio climático y la variabilidad climática al sistema social de Tenancingo

¿De qué forma afecta el cambio climático y la variabilidad climática al sector educativo en Tenancingo?

()	Suspensión de clases
()	Insolación / golpe de calor
()	Enfermedades gastrointestinales
()	Enfermedades respiratorias
()	Falta de agua
()	Inundaciones
()	Otro (especifique):

¿De qué forma afecta el cambio climático y la variabilidad climática a la salud de la población en el municipio?

()	Enfermedades respiratorias por cambios bruscos de temperatura
()	Enfermedades infecciosas por las olas de calor
()	Enfermedades gastrointestinales por inundaciones
()	Desnutrición por falta de agua en las cosechas
()	Otro (especifique):

¿De qué forma afecta el cambio climático y la variabilidad climática a la población en situación de pobreza de Tenancingo?

()	Enfermedades respiratorias e infecciosas por cambios bruscos de temperatura
-----	---

()	Disminución de su jornada de trabajo
()	Falta de agua
()	Disponibilidad de alimentos
()	Pérdida de patrimonio por eventos climáticos extremos
()	Otro (especifique):

¿De qué forma afecta el cambio climático y la variabilidad climática a los sectores productivos del municipio?

()	Conflictos sociales por falta de agua de riego
()	Sequias
()	Falta de agua
()	Incremento en el costo de materia prima
()	Inundaciones
()	Otro (especifique):

Criterio de análisis: efectos del cambio climático y la variabilidad climática al sistema ecológico de Tenancingo

¿Cuál o cuáles considera son actividades que están incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática que están afectando a la calidad del aire de Tenancingo?

()	Incendios forestales
()	Deforestación y tala clandestina
()	Uso desmedido de vehículos automotores
()	Quema de residuos solidos
()	Uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos
()	Otro (especifique):

¿Cuál o cuáles considera son actividades que están incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática que están afectando al recurso hídrico del municipio?

()	Mayor demanda del recurso
()	Deforestación y tala clandestina
()	Cambio de uso de suelo
()	Aprovechamiento irregular del agua
()	Contaminación del recurso
()	Otro (especifique):

¿Cuál o cuáles considera son actividades que están incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática que están afectando el suelo de Tenancingo?

()	Deforestación y tala clandestina
()	Uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos
()	Cambio de uso de suelo
()	Aumento de residuos sólidos sin tratamientos adecuados
()	Incremento de la ganadería y agricultura
()	Otro (especifique):

¿Cuál o cuáles considera son actividades que están incrementado los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática que están afectando la diversidad biológica del municipio?

()	Incendios forestales
()	Uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas químicos
()	Cambio de uso de suelo
()	Disminución y calidad del agua
()	Deforestación y tala clandestina
()	Otro (especifique):

Criterio de análisis: medidas de mitigación y adaptación

¿Sabe de algún programa o proyecto sobre cambio climático y/o variabilidad climática que se lleve a cabo en dicho municipio?

() si () no

¿Le gustaría ser participe en actividades ligadas con la adaptación y mitigación al cambio climático y a la variabilidad climática?

() si () no

Por favor numere del 1 al 4 cuáles considera son acciones más importantes para la adaptación¹ al cambio climático y a la variabilidad climática en Tenancingo (siendo el número 1 el aspecto más relevante)

()	Desarrollo de cultivos que se adapten a climas más cambiantes
()	Uso eficiente del agua
()	Reforestación de bosques y restauración de ecosistemas perturbados
()	Construcción de infraestructura sostenible y segura ante desastres naturales (hospitales, escuelas, edificios, viviendas).
()	Recuperación de ecosistemas cruciales
()	Creación de corredores biológicos

¹ Adaptación al cambio climático: consiste en establecer acciones, medidas y ajustes en los sistemas naturales y sociales, en los cuales se mejora, desarrolla y se implementan estrategias, para lograr tolerar, aliviar y aprovechar las consecuencias y los beneficios ante los cambios en el clima.

()	Generación de políticas de adaptación
()	Otro (especifique):

Por favor numere del 1 al 4 cuáles considera son acciones más importantes para la mitigación² al cambio climático y a la variabilidad climática en Tenancingo (siendo el número 1 el aspecto más relevante)

()	Mejoramiento de la disposición final de residuos, reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.
()	Aumentar el número de reforestaciones
()	Fomento de programas de transporte limpio y movilidad sostenible
()	Apostar por las energías renovables
()	Implementación de la regla de la R (reducir, reciclar, reutilizar, reparar, rechazar, recuperar) a través de Integrar la educación ambiental en cada nivel educativo
()	Uso de fertilizantes y plaguicidas orgánicos
()	Generación de políticas de mitigación
()	Otro (especifique):

Por su tiempo, ¡muchas gracias!

² La mitigación al cambio climático son aquellas intervenciones humanas para reducir las fuentes o mejorar la captura de gases de efecto invernadero, para lograr que los ecosistemas se adapten naturalmente ante estos fenómenos climáticos,

10.2 Producción científica: artículos científicos



10.3 Estancia académica



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD • UNAM

OF.NO. R.045/2025
ASUNTO: CARTA DE TERMINACIÓN DE ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN

A QUIEN CORRESPONDA.

Por este conducto hago de su conocimiento que el alumno **M. EN C.A. SERGIO GARCÉS DÍAZ**, concluyó su estancia de investigación en Laboratorio de Investigación interdisciplinaria en cambio climático con el Dr. Guillermo N. Murray Tortarolo Titular "A" TC en el proyecto **ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIO ECOLÓGICO DE TENANCINGO, ESTADO DE MÉXICO FRENTE A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA** del INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD (IIES)–UNAM CAMPUS MORELIA, en el período comprendido del 12 al 30 de mayo de 2025.

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva prestar a la presente, envío a usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán., 02 de junio de 2025





Dr. Guillermo N. Murray Tortarolo
Responsable del Servicio Social
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad
UNAM – Campus Morelia

Dirección
Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.
Teléfono +52 (443) 322 2704, Desde el D.F. 5623 2704 www.iies.unam.mx

10.4 Ponencias en eventos académicos



10.5 Cursos de actualización disciplinaria



