



# ÁNALISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS



Municipio de Morelia, Mich.



# Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC)

## 1. Resumen ejecutivo

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad, este fenómeno es ocasionado, mayormente, por aumentos en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera de origen principalmente antropogénico.

Entre los efectos de este fenómeno se encuentra el calentamiento global, el cual involucra el incremento continuo de la temperatura, cambios en las temporadas de lluvias, pérdida de la biodiversidad entre otras.

Los peligros derivados de los efectos del cambio climático incluyen inundaciones, sequías, ciclones tropicales, deslizamientos de tierra, olas de calor, heladas y otros eventos extremos. Estos eventos pueden tener consecuencias graves para la población, incluyendo la pérdida de vidas, la destrucción de infraestructura y la interrupción de la economía. Estas afectaciones derivadas del cambio climático se sienten en todo el mundo, y Morelia no es una excepción.

Con el objetivo de tener un diagnóstico de estas problemáticas derivadas del cambio climático se realizó el presente Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC), el cual es una herramienta valiosa para comprender los riesgos climáticos actuales y futuros en el territorio municipal con el propósito de avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente.

Para lograr el objetivo antes mencionado, en la primera parte de este documento se proporciona información con definiciones y un marco conceptual sobre el cambio climático, vulnerabilidad y riesgo, además de hacer una descripción de las características físicas y ambientales del territorio que tienen implicaciones en la regulación del clima. Se realizó un resumen descriptivo de las zonas históricas del municipio (centro histórico y tenencias) consideradas como patrimonio cultural, las cuales generan identidad y es recomendable proteger de los fenómenos antes descritos.

En la segunda parte se describe el clima actual del municipio con datos de las estaciones del servicio meteorológico nacional, mostrando patrones, tendencias y escenarios de cambio climático proporcionados por Atlas Climático Digital del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y



el Cambio Climático de la UNAM. Resultando de esto se obtuvo que la temperatura promedio anual del municipio es de 19.2 °C, siendo enero y mayo los meses más frío y caluroso con temperaturas mensuales promedio de 15.9° y 22.2° C respectivamente. La precipitación promedio anual es de 771 mm, con diciembre y agosto los meses más secos y lluviosos respectivamente, con láminas mensuales promedio de 5.02 mm y 167 mm.

Las tendencias de temperatura promedio muestran un aumento a partir del año 1986 llegando 0.6 grados por encima del promedio en 2015, mientras que la precipitación promedio acumulada anual ha sufrido oscilaciones entre los años 1935 y 2015. Sin embargo, después del 2006 existe una tendencia a la baja en las precipitaciones llegando a estar 39.5 milímetros por debajo del promedio en 2015. En cuanto a los escenarios de cambio climático que para el horizonte cercano (2015-2039) se prevé un aumento en la temperatura promedio mínima y máxima para el mes de enero y mayo, meses con menor y mayor temperatura en todo el año respectivamente. En el caso de la precipitación mínima y máxima, se muestra un escenario de disminución promedio para el mes de marzo y julio.

En la tercera parte se identifican los peligros climáticos que ha sufrido el municipio mediante la revisión de documentos institucionales, artículos científicos y análisis de datos. Los peligros identificados se relacionan con el cambio climático y los impactos en el municipio dan como resultado que los eventos de mayor amenaza son: las tormentas y lluvias extraordinarias que pueden desencadenar inundaciones, las altas temperaturas que provocan islas de calor, olas de calor y sequías que pueden desencadenar incendios. Además, se prevé que las partículas suspendidas aumenten y con esto conlleven riesgos a la salud relacionados con enfermedades respiratorias.

Por último, también se evalúa el nivel de riesgo de los peligros climáticos identificados y el cruce de información sociodemográfica, socioeconómica e institucional del municipio se evalúa la capacidad de adaptación del municipio, resultando el grado de marginación y de rezago social como indicadores clave en el proceso para tener una buena capacidad de adaptación.

## 2. Introducción

El Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM), es la mayor alianza en el mundo de ciudades y gobiernos locales, con una visión compartida a largo plazo de promoción y apoyo de la acción voluntaria para combatir el cambio climático y avanzar hacia un futuro con bajas emisiones y resiliencia climática (GCoM, 2018). En México, el GCoM invita a los gobiernos



municipales a asumir un compromiso político voluntario para implementar acciones bajo tres pilares: la mitigación climática, la adaptación climática y el acceso a la energía.

El Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC) es el diagnóstico del pilar de adaptación que permite a las autoridades mexicanas identificar su exposición ante peligros climáticos, así como la identificación de riesgos climáticos actuales y futuros. Esto permite evaluar la vulnerabilidad de su población ante los posibles impactos ocasionados y comprender los factores locales que contribuyen a agravar sus consecuencias. El ARVC define la base para establecer prioridades en las acciones de adaptación implementadas para una región o sector específico. Con este fin, el ARVC es un documento diagnóstico que muestra una radiografía de la zona de estudio sobre la vulnerabilidad actual y el riesgo ante distintos peligros climáticos, así como el cambio esperado que estos tendrán a futuro, producto del cambio climático (Rivas et. al., 2021).

Morelia firmó el pacto en 2023, comprometiéndose a elaborar el Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC) el cual se presenta a continuación.

### **3. Marco teórico del cambio climático**

#### **3.1 Definición de cambio climático y calentamiento global**

Para comprender el cambio climático, es necesario tener presente el concepto de clima, que es el patrón promedio de las condiciones atmosféricas anuales del tiempo (Magaña, 2008); depende de variables atmosféricas como la temperatura, la precipitación, la humedad y la presión atmosférica. Cuando un parámetro meteorológico como la precipitación o la temperatura sale de su valor medio de muchos años, se habla de una anomalía climática ocasionada por forzamientos internos, como inestabilidades en la atmósfera y el océano, o por forzamientos externos, como cambios en la intensidad de la radiación solar recibida o en las características del planeta (concentración de gases de efecto invernadero, cambios en el uso de suelo, etc.), resultado de la actividad humana (Martínez, 2004).

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el cambio climático es una alteración en el estado del clima identificable (mediante análisis estadísticos) a partir de un cambio en el valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o bloques temporales más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana (Centro Mario Molina,



2014). Es importante mencionar que el IPCC indica que la influencia humana sobre el sistema climático es clara, y afirma que el cambio climático es inequívoco.

La temperatura de la atmósfera y el océano ha aumentado, la cantidad de hielo y nieve ha disminuido, el nivel del mar se ha elevado y la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se ha incrementado (IPCC, 2013). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define a éste como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (Centro Mario Molina, 2014: 27) (Figura 1)

Figura 1. Efectos e impactos medidos del cambio climático



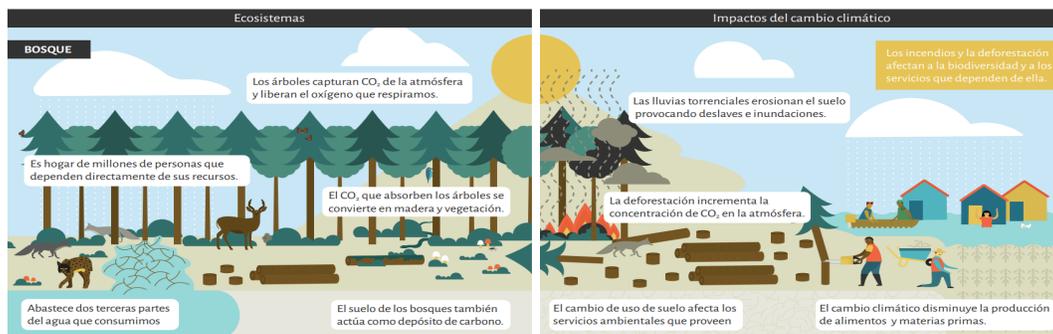
Fuente: SEMARNAT, 2023.

Entre otras de las causas del cambio climático se encuentra el calentamiento global, el cual involucra el incremento continuo de la temperatura media global cerca de la superficie terrestre (efecto invernadero). Este fenómeno es ocasionado, mayormente, por aumentos en las concentraciones de GEI en la atmósfera. El calentamiento global está causando que los patrones del clima cambien; sin embargo, en sí es sólo uno de los aspectos alrededor del cambio climático (Centro Mario Molina, 2014: 28).

Desde la revolución industrial, que comenzó alrededor de 1750, las actividades humanas han contribuido sustancialmente al calentamiento global, al incrementar las concentraciones de CO<sub>2</sub> y otros gases que atrapan calor en la atmósfera. Estas emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado el efecto invernadero y han ocasionado que la temperatura de la superficie terrestre se eleve. La principal actividad humana que impacta en el aumento y la tasa del cambio climático es la quema de combustibles fósiles, debido a sus altas emisiones contaminantes (Centro Mario Molina, 2014: 29).

La influencia humana sobre el sistema climático es clara; así lo indica el resumen para responsables de política del Grupo de Trabajo I del IPCC publicado el 27 de septiembre de 2013. Dicho documento afirma que el cambio climático es inequívoco, y que muchos de los cambios observados ya en 1950 no tienen precedentes, considerando desde décadas atrás hasta milenios. La evidencia de la influencia humana sobre el sistema climático se ha incrementado desde la publicación del cuarto reporte del IPCC (2013); ahora se afirma que es “extremadamente probable” que ésta sea la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX. Y el cambio climático antropogénico persistirá muchos siglos, aún si se paralizarán las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido al largo tiempo de vida de éste en la atmósfera (Centro Mario Molina, 2014: 31). El cambio climático es un problema global complejo que representa un nuevo reto para la humanidad, pues implica distintos aspectos, tanto ambientales, sociales, culturales y económicos, como políticos. Aunque los impactos globales no sean muy dramáticos a corto plazo, es importante trabajar hoy a nivel local, regional y nacional para reducir las consecuencias en el futuro (Centro Mario Molina, 2014: 35). En el caso de México uno de los ecosistemas más afectados en las últimas décadas han sido los bosques (Figura 2).

**Figura 2. Impactos del cambio climático en los bosques.**



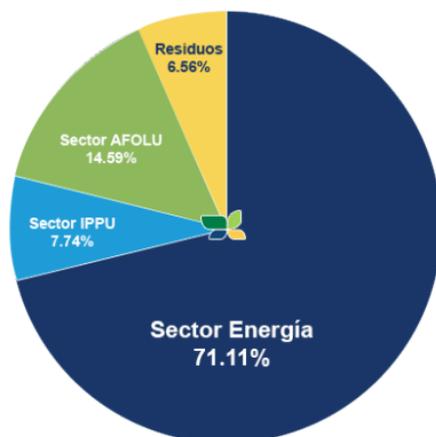
Fuente: SEMARNAT, 2023b.

La creciente evidencia de que el cambio climático antropogénico es una realidad ha hecho que la comunidad científica, los desarrolladores de políticas y el público en general reúnan su atención en la concentración ascendente de GEI. Para limitar el calentamiento ocasionado por las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, se requiere que las emisiones acumuladas de este gas de todas las fuentes antropogénicas no superen las 3,670 Gigatoneladas de CO<sub>2</sub>. Esta cantidad se reduce a 2,900 Gigatoneladas si se tienen en cuenta los forzamientos distintos del CO<sub>2</sub>. Para 2011, ya se habían emitido 1,890 Gigatoneladas CO<sub>2</sub> (IPCC, 2013).

En el contexto nacional, de acuerdo con la Sexta CMNUCC, México contribuye con alrededor de 1.3% de las emisiones globales de GEI. En 2015, éstas fueron de 700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (Figura 3), 48 millones de toneladas menos que en 2010, no obstante, México se

ubica en la posición número trece por emisiones a nivel mundial. Las emisiones per cápita de México, en 2015, fueron de 3.7 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente; nivel que está por debajo del promedio mundial de 4.4 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (SEMARNAT e INECC, 2018).

**Figura 3. Emisiones GEI en México, 2015**



Fuente: Rivas et al. 2021.

Para poder hacer frente a los retos del Cambio Climático, México presentó la actualización 2022 de la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), la cual incluye metas y compromisos para México en materia de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático (SEMARNAT e INECC, 2022).

**Tabla 1. Metas y acciones de adaptación incluidas en la Contribución de México**

Sector social	Adaptación basada en ecosistemas	Infraestructura estratégica y sectores productivos
Lograr la resiliencia del 50% de los municipios más vulnerables del país	Alcanzar en el 2030 la tasa cero de deforestación	Instalar sistemas de alerta temprana y gestión de riesgo en los tres niveles de gobierno
Incorporar enfoque climático, de género y de derechos humanos en todos los instrumentos de planeación territorial y gestión del riesgo	Reforestar las cuencas altas, medias y bajas considerando sus especies nativas	Garantizar y monitorear tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales en asentamientos humanos mayores a 500,000 habitantes
Incrementar los recursos financieros para la prevención y atención de desastres	Incrementar la conectividad ecológica y la captura de carbono mediante conservación y restauración	Garantizar la seguridad de infraestructura estratégica

Establecer la regulación del uso del suelo en zonas de riesgo	Aumentar la captura de carbono y la protección de costas mediante la conservación de ecosistemas costeros	Incorporar criterios de cambio climático en programas agrícolas y pecuarios
Gestión integral de cuencas para garantizar el acceso al agua	Sinergias de acciones REDD+	Aplicar la norma de especificaciones de protección ambiental y adaptación en desarrollos inmobiliarios turísticos costeros
Asegurar la capacitación y participación social en la política de adaptación	Garantizar la gestión integral del agua en sus diferentes usos (agrícola, ecológico, urbano, industrial, doméstico)	Incorporar criterios de adaptación en proyectos de inversión pública que consideren construcción y mantenimiento de infraestructura

Fuente: Rivas et al. 2021.

### 3.2 COMBATE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Conociendo que el cambio climático pone en riesgo el bienestar de la población, se debe buscar una forma para afrontar de mejor manera las variaciones climáticas y sus efectos. Tanto la reducción de las emisiones de GEI (por mitigación), como la implementación de medidas de adaptación, que preparen a la población para afrontar las consecuencias que el cambio climático pueda ocasionar (Centro Mario Molina, 2014: 36).

Usualmente, cuando se habla de combatir el cambio climático, se hace referencia a una separación entre acciones de adaptación y acciones de mitigación. Sin embargo, en la práctica, las acciones de combate al cambio climático presentan beneficios en ambos frentes, aunque es común que éstos tengan más relación con una u otra vertiente. Más allá de establecer si las acciones son mayormente de mitigación o de adaptación, es conveniente hacer énfasis en la creación de sinergias de unas con otras.

Los esfuerzos para analizar sinergias entre acciones de mitigación y adaptación son importantes porque contribuyen al desarrollo de conocimiento de base que da lugar a políticas de cambio climático más integrales. Las áreas urbanas ofrecen amplias oportunidades para la adopción de acciones sinérgicas en el desarrollo de construcciones o infraestructuras.

El proceso de identificar sinergias entre adaptación y mitigación puede empezar tanto del lado de la adaptación (p. ej., incluir la reducción de emisiones de GEI en los proyectos para reducir el riesgo a las inundaciones), como el de la mitigación (p. ej., la mejora de la red eléctrica ante los impactos climáticos cuando se desarrollan proyectos de energías renovables).

Las sinergias ofrecen co-beneficios a resaltar, que podrían contabilizarse en términos de indicadores de costo-beneficio. Dar prioridad a acciones sinérgicas implica guiar los esfuerzos de los gobiernos hacia economías de bajo nivel de emisiones y acelerar la adaptación al cambio climático, así como hacia la creación de resiliencia. Así, las acciones que suponen impactos

positivos tanto en mitigación como en adaptación pueden ser más atractivas para posibles donantes y otros entes con capacidad de decisión (Centro Mario Molina, 2014: 45-46).

Para combatir el cambio climático es importante que las acciones que lleven a cabo en los territorios (municipios) consideren las metas que se han planteado para México, las cuales se mencionan a continuación:

- México aumenta su meta de reducción de gases de efecto invernadero de 22% a 35% en 2030, con respecto a su línea base, con recursos nacionales que aportarán al menos un 30% y 5% con cooperación y financiamiento internacional previsto para energías limpias.
- De forma condicionada, México puede aumentar su meta al 2030 hasta 40%, con respecto a su línea base en 2030, si se escala el financiamiento internacional, la innovación y transferencia tecnológica, y si otros países, principalmente los mayores emisores, realizan esfuerzos conmensurados a los objetivos más ambiciosos del Acuerdo de París.
- Se ratifica la meta de reducción de las emisiones de carbono negro de 51% de forma no condicionada en 2030, y 70% de forma condicionada.

En cuanto a adaptación, las acciones se articulan en 5 ejes temáticos:

- a) Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio
- b) Sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria
- c) Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.
- d) Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático
- e) Protección de infraestructura estratégica y del patrimonio cultural tangible (SEMARNAT e INECC, 2022).

### **3.3 Mitigación y adaptación al cambio climático**

La mitigación al cambio climático es la toma de acciones que aceleren la descarbonización de la atmósfera y disminuyan el impacto producido por la humanidad sobre el clima y el medio ambiente.

Entre las acciones de mitigación se cuentan el uso de energía renovable y tecnología limpia, la reforestación, la reducción de uso de vehículos privados, la captura de metano y la prevención de erosión del suelo, entre otras. Para conocer el impacto en mitigación que dichas acciones logran, es necesario operar procesos de medición, reporte y verificación (MRV), que además resultan esenciales para asegurar la efectividad de los proyectos de mitigación. Adicionalmente, es indispensable dar seguimiento a las variables socioeconómicas, así como a los recursos

económicos que se destinan para su implementación, ya sea que estos provengan de fuentes internacionales o nacionales (Centro Mario Molina, 2014: 37).

Entre las acciones de mitigación se cuentan el uso de energía renovable y tecnología limpia, la reforestación, la reducción de uso de vehículos privados, la captura de metano y la prevención de erosión del suelo, entre otras. Para conocer el impacto en mitigación que dichas acciones logran, es necesario operar procesos de medición, reporte y verificación (MRV), que además resultan esenciales para asegurar la efectividad de los proyectos de mitigación. Adicionalmente, es indispensable dar seguimiento a las variables socioeconómicas, así como a los recursos económicos que se destinan para su implementación, ya sea que estos provengan de fuentes internacionales o nacionales (Centro Mario Molina, 2014: 37).

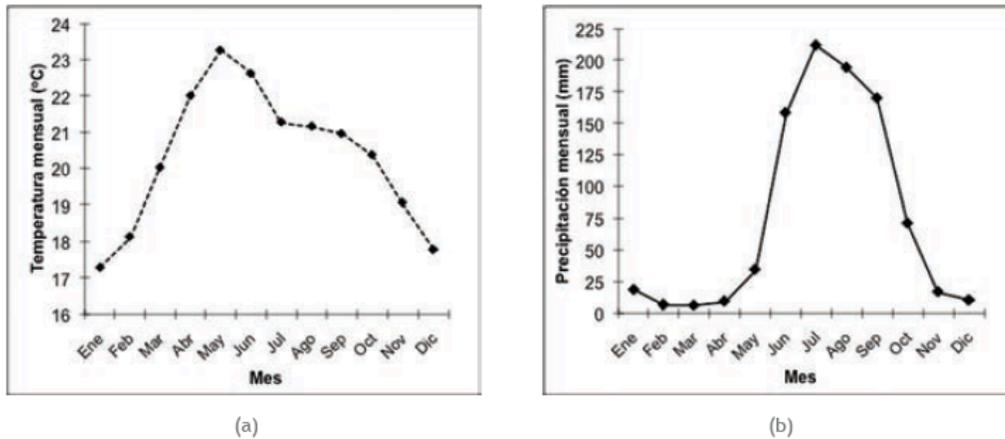
La adaptación al cambio climático se refiere a la identificación de los riesgos climáticos actuales y futuros, las infraestructuras críticas y la toma de acciones para que la sociedad se torne más resiliente a la degradación ambiental que ya ocurre.

Para enfrentar los efectos del cambio climático es necesario desarrollar capacidades preventivas y de respuesta ante los posibles impactos adversos. El IPCC define adaptación como un ajuste en sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados, o a sus efectos, que modera los daños o explota oportunidades beneficiosas. Hay dos tipos de adaptación: reactiva, o sea, después de la manifestación de impactos iniciales; y planificada, que puede ser reactiva o anticipatoria (IPCC, 2013). La adaptación debe surgir de un proceso de toma de decisiones en el que participen todas las partes involucradas. La adaptación es un proceso continuo de respuesta a fuerzas externas y futuros previstos, e involucra acciones como detección de señales, evaluación, decisión y retroalimentación. Este proceso puede ser localizado o bien instrumentado a nivel general, y a partir de su objetivo puede disminuir la vulnerabilidad y modificar los efectos de las condiciones anómalas del clima. La adaptación puede involucrar cambios tecnológicos, de conducta, financieros, institucionales y de información (Centro Mario Molina, 2014: 39).

### **3.4. Estudios de Cambio climático en Michoacán**

Se encontró un estudio denominado “Estimaciones de cambio climático para Michoacán. Implicaciones para el sector agropecuario y forestal y para la conservación de la Mariposa Monarca” (Sáenz-Romero, 2009). En donde caracterizó el clima contemporáneo de Michoacán usando datos de 149 estaciones climáticas analizadas de Michoacán entre el año 1960 y el año 1990, resultando el promedio anual de temperatura para todo el Estado de Michoacán de 20.3 °C, y la precipitación anual, es decir, la lluvia que en total cae durante un año en promedio, es de 909 mm. El mes más caliente es mayo y los meses más lluviosos son junio, julio, agosto y septiembre.

**Figura 4. Clima contemporáneo promedio de Michoacán, basado en datos de 30 años (1960-1990) de 149 estaciones climáticas.**



**Descripción:** (a) Promedio mensual de temperatura (grados centígrados, °C), y (b) Promedio mensual de precipitación (milímetros de lluvia, mm).

**Fuente:** Basado en Sáenz-Romero et al. 2009.

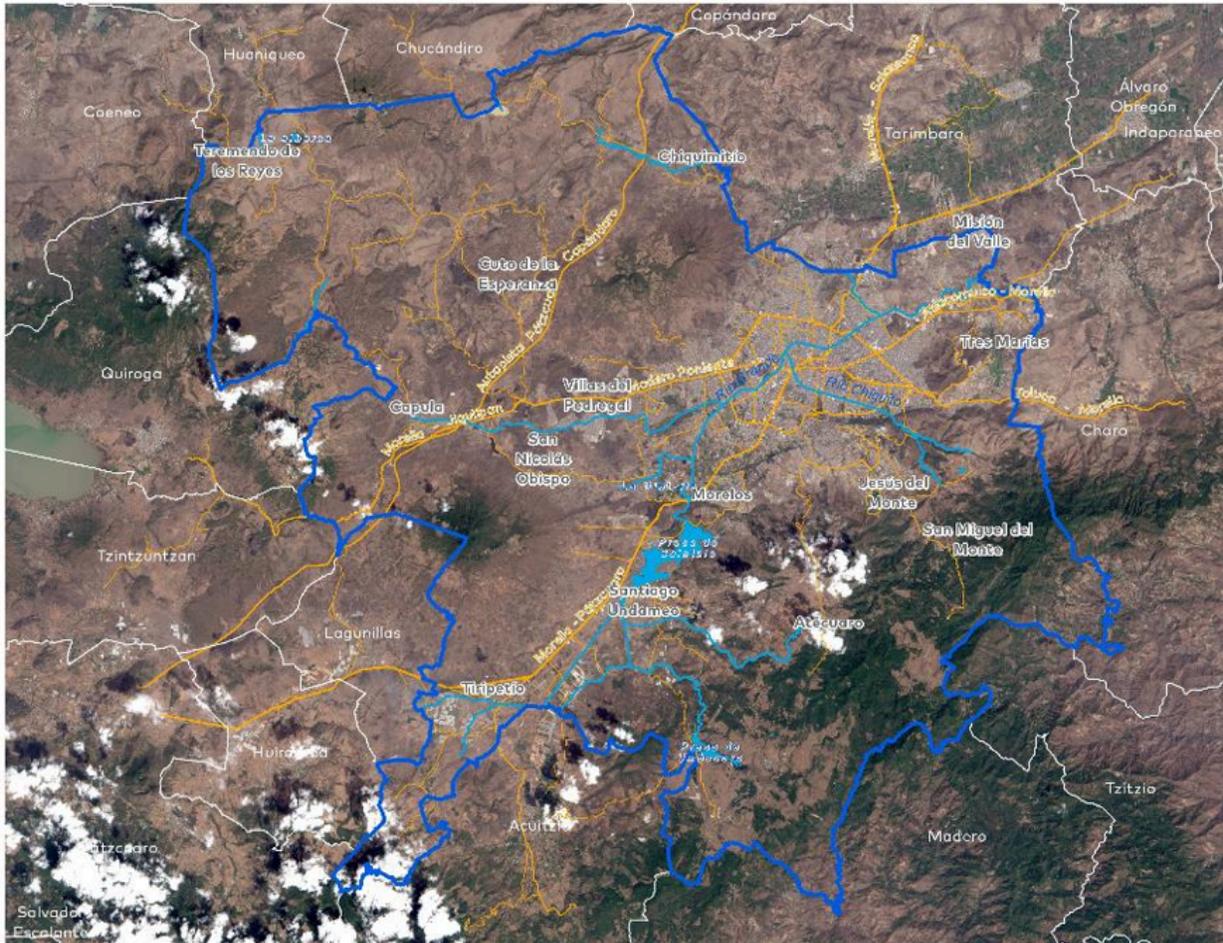
En cuanto a los escenarios de cambio climático concluye:

- Un incremento de temperatura para los años 2030, 2060 y 2090. La temperatura promedio anual se incrementará (en comparación a la temperatura contemporánea) en 1.4 °C para el año 2030, en 2.2 °C para el año 2060, y en 3.4 °C para el año 2090.
- Disminución de la precipitación para los años 2030, 2060 y 2090. Habrá un cambio de precipitación del - 8.8 % (es decir, una disminución del 8.8 %), para el año 2060 de -14.3% y para el año 2090 del - 24.9% con respecto al clima contemporáneo.

## 4. Caracterización del municipio de Morelia

### 4.1. Ubicación

El Municipio de Morelia se localiza al norte del estado de Michoacán, entre los paralelos 19°27'06" y 19°50'12" de latitud norte y los meridianos 101°01'43" y 101°30'32" de longitud oeste, a una altitud promedio de 1,920 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 119,349.7 hectáreas, representa el 2% del territorio estatal. El 18% de la población (849,053 habitantes) del estado de Michoacán habita en este municipio, mientras que en la ciudad de Morelia habita el 94% de la población (797,699 habitantes) de todo el municipio (INEGI, 2020), convirtiéndola el área urbana de mayor extensión y población en el estado. Colinda con 14 municipios: al norte con Tarímbaro, Chucándiro, Copándaro y Huaniqueo; al este con Charo; al sureste con Tzitzio; al sur con Madero y Acuitzio; al suroeste con Huiramba y Pátzcuaro, y al oeste con Lagunillas, Tzintzuntzan, Quiroga y Coeneo.



**Mapa 1. Municipio de Morelia**

Fuente: IMPLAN, 2021

Las principales localidades son la ciudad de Morelia y las tenencias del municipio. Las tenencias de Morelia son pequeñas localidades que conservan en distintas expresiones su arquitectura, paisajes, vida cotidiana, fiestas tradiciones y gastronomía, además que reflejan la diversidad socioeconómica y biofísica de su territorio (en su mayoría con una dinámica rural y vinculadas funcionalmente a la ciudad). Lo anterior se hace presente en los rasgos culturales de sus habitantes y en las actividades económicas que se desarrollan en cada una de ellas. Dichas características particulares, aunadas a su pasado histórico y en algunos hasta prehispánico son parte de la identidad de los pobladores. A continuación, se muestra una tabla con las tendencias que no han sido absorbidas por la mancha urbana de la ciudad de Morelia y su población. En el caso de la tenencia de Santa María de Guido no se presentan datos estadísticos porque ya se considera su población como parte de la localidad de Morelia.

**Tabla 2. Localidades principales del municipio de Morelia**

Localidad	Población 2020		
	Total	Mujeres	Hombres
Morelia	743,275	388,114	355,161
Atapaneo	2,209	1,168	1,041
Atécuaro	604	302	302
Capula	5,624	2,861	2,763
Chiquimitio	1,379	720	659
Cuto de la Esperanza	1,008	522	486
Jesús del Monte	8,995	4,578	4,417
San Miguel del Monte	1,211	616	595
San Nicolas Obispo	3,034	1,561	1,473
Santiago Undameo	1,867	967	900
Tacécuaro	1,538	789	749
Teremendo de los Reyes	1,469	738	731
Tiripetío	2,200	1,133	1,067
Resto de las localidades	74,640	37,855	36,785

**Fuente:** Censo General de Población y Vivienda 2020, INEGI.

## 4.2. Fisiografía y geomorfología

Desde el punto de vista morfométrico, alrededor del 85% del territorio tiene pendientes menores a 30% corresponden a lomeríos, piedemontes y planicies; las zonas montañosas representan el 14% del área municipal. Morelia al pertenecer a la provincia fisiográfica Cinturón Volcánico Mexicano y en una pequeña porción a la Sierra Madre del Sur, el Municipio de Morelia tiene en el primero tres subprovincias: Neovolcánica Tarasca, Sierras y Bajíos Michoacanos; la de Mil Cumbres; y la parte de la Sierra Madre del Sur que corresponde a la Depresión del Balsas (ver Tabla 3 y Mapa 2).

**Tabla 3. Subprovincias del municipio de Morelia**

Subprovincia	Superficie (Hectáreas)	Porcentaje
Depresión de Balsas	1,920.08	1.6%
Mil cumbres	26,507.41	22.2%
Neovolcánica tarasca	60,669.67	50.8%
Sierras y bajíos michoacanos	30,252.51	25.3%
<b>Total</b>	<b>119,349.67</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Datos vectoriales físico gráficos, INEGI, 2001

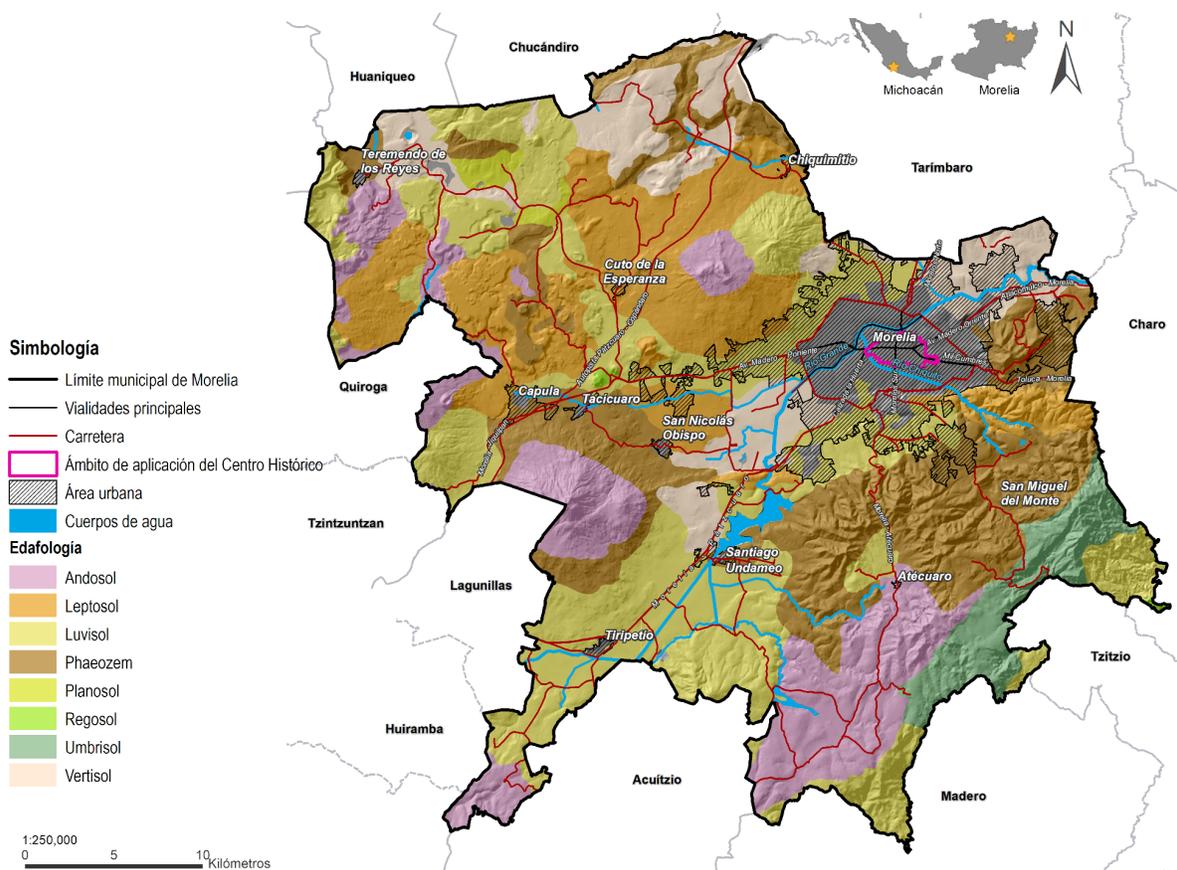


Con respecto a la degradación del suelo, existe un predominio de la ligera y la moderada. La primera ocupa en general el centro y norte del municipio, mientras que la segunda domina la parte sur. Al norte es menor expresándose en la presencia de relieve de lomeríos; en cambio, hacia al sur se presenta un relieve mucho más complejo y con mayores pendientes. Por otro lado, los procesos de degradación alta y muy alta están identificados en áreas con cobertura vegetal escasa y se localizan respectivamente hacia el sur y al oeste del territorio; en estas zonas pueden realizarse prácticas de conservación, ya sea mecánicas como son las terrazas o naturales, como barreras vivas para disminuir la degradación. Para el desarrollo urbano, las características físicas del suelo condicionan los tipos de construcciones y los materiales utilizados para la infraestructura.

**Tabla 4. Tipos de suelo y sus características**

Suelo	Condición	Uso recomendable	Superficie (Ha)	%
Andosol	Colapsables	-Agricultura con rendimientos bajos -Pastizales naturales o inducidos, principalmente para ganado ovino -El uso más apto se asocia a la actividad forestal.	15,784.5	13.2
Leptosol	Granulares sueltos y dispersos	-Acorde a los tipos de vegetación que los cubre como bosques, selvas, pastizales o matorrales -Agricultura con rendimientos variables, sobre todo de frutales, café y nopal -Materiales para construcción -Construcción de baja intensidad	19,534.6	16.4
Luvisol	Colapsables	-Fines agrícolas, con rendimientos moderados -Productividad alta en el cultivo de frutales en algunas zonas templadas -La ganadería puede dar buenas utilidades cuando se cultivan o inducen pastizales -El uso forestal de estos suelos es muy importante y sus rendimientos, sobresalientes	33,626.7	28.2
Phaeozem	Altamente orgánicos	-Situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con altos rendimientos -Pastoreo o ganadería con resultados aceptables -El uso óptimo de estos suelos depende del tipo de terreno y las posibilidades de obtener agua en cada caso.	24,495.1	20.5
Planosol	Suelos expansivos	-Usos pecuarios y cultivos con rendimientos moderados y variados -Zona de conservación -Se deben evitar construcciones	903.9	0.8
Regosol	Granulares sueltos y dispersos	-Agrícola condicionado a su profundidad y a la ausencia de pedregosidad -Cultivos de granos con productividad moderada a baja -En las montañas predomina el uso pecuario y forestal; su productividad varía en función de la cubierta existente -Material de construcción.	171.5	0.1
Umbrisol	Altamente orgánicos	-El uso más apto se asocia a la actividad forestal -Pastizales inducidos -Pastoreo y ganadería	4,973.2	4.2
Vertisol	Expansivos	-Agricultura con altos rendimientos -Pastizales -Construcciones de densidad baja	12,969.0	10.9
No identificado	Suelos bajo la ciudad de Morelia sin identificar		6,891.2	5.8

Fuente: Cartas Edafológicas, escala 1:250 000 Serie II, INEGI 2008, (Lugo Hubp, 2011) y (Bazant, 1984).



**Mapa 3. Edafología**

Fuente: Cartas Edafológicas, escala 1:250 000 Serie II, INEGI 2008, (Lugo Hubp, 2011) y (Bazant, 1984).

#### 4.4. Topografía

El Municipio presenta una amplitud de relieve de 1,299 metros; inicia a los 1,781 msnm, en el sector que mira hacia la cuenca del Balsas; el pico más alto, que es el cerro Del Águila presenta una altura de 3,080 msnm. Sin embargo, el 80% de la superficie se encuentra entre los 1,900 y 2,400 msnm, es decir, la amplitud predominante de las formas de relieve es menor a 500 m. En la siguiente tabla se muestran las elevaciones del municipio.

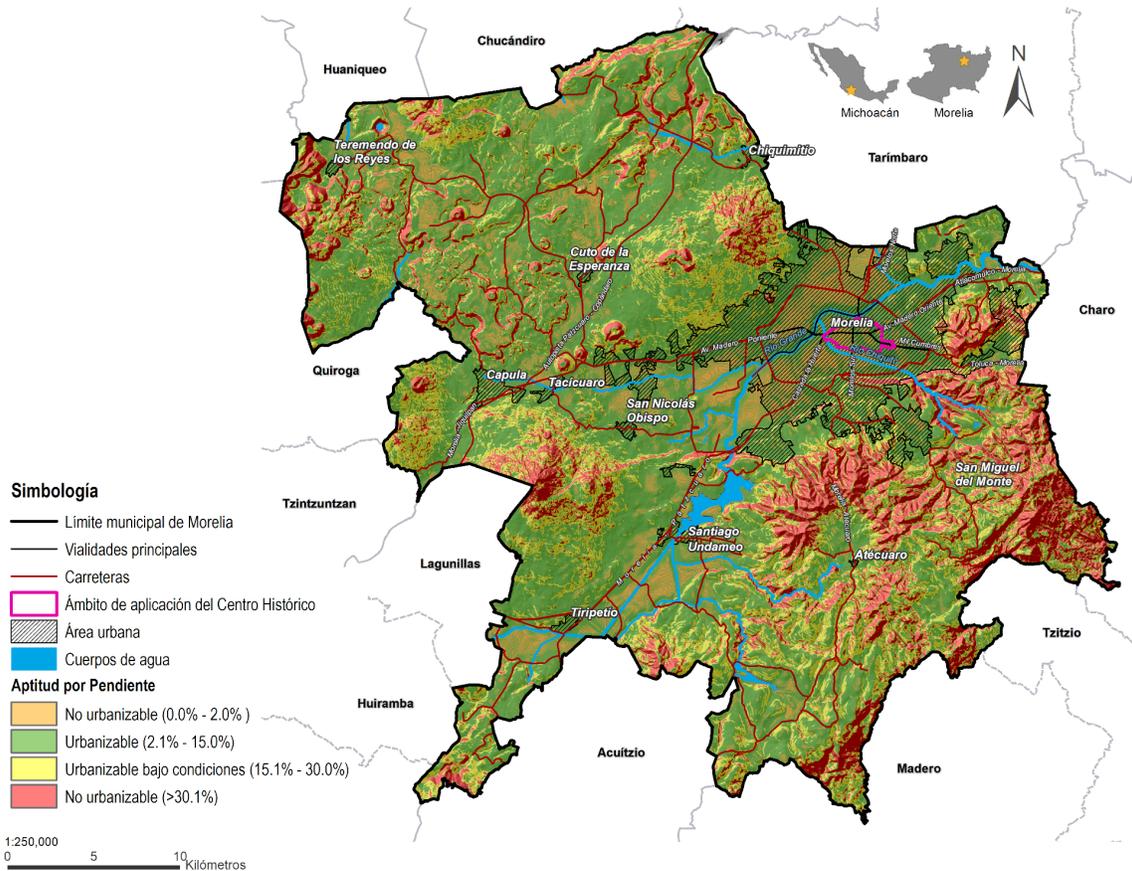
**Tabla 5. Principales elevaciones del municipio de Morelia**

Nombre	Altitud (MSNM)
Cerro Del Águila	3,080
Cerro Las Tetillas del Quinceo	2,760
Cerro Sanambo	2,740
Cerro Quinceo	2,740
Volcán El Melón	2,640
Cerro Azul	2,600
Cerro Verde	2,600
Cerro El Venado	2,540
Cerro Las Ánimas	2,540
Cerro La Trampa	2,520
Cerro El Gallinero	2,380
Cerro Las Vigas	2,380
Cerro Punhuato	2,320
Cerro El Guajolote	2,300
<b>Altitud Promedio</b>	<b>2,581</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en las Cartas Topográficas escala 1:50 000 Edición III, INEGI, 2015.

Con respecto al grado de inclinación, más de la mitad del territorio tiene una pendiente de entre dos y quince por ciento, siendo éste el rango más apto para el desarrollo urbano.

El 38% de las colonias en la ciudad de Morelia están ubicados en zonas con pendientes mayores al quince por ciento (ver Mapa 4), por lo que no son aptas o son aptas bajo restricciones para su urbanización debido al riesgo por deslaves y velocidad del escurrimiento pluvial durante eventos de tormenta.



#### Mapa 4. Pendientes

Fuente: Cartas Edafológicas, escala 1:250 000 Serie II, INEGI 2008, (Lugo Hubp, 2011) y (Bazant, 1984).

### 4.5. Hidrología

De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, Morelia se localiza en la cuenca Hidrológica RH12G Lago de Pátzcuaro–Cuitzeo y Lago de Yuriria, perteneciente a la región hidrológica VIII Lerma–Santiago, y está compuesta por tres subcuencas: RH12Ga Lago de Pátzcuaro, RH12Gb Lago de Cuitzeo y RH12Gc Lago de Yuriria.

El 89% del municipio está dentro de la subcuenca Lago de Cuitzeo, la cual es de tipo lacustre cerrada o endorreica, en la que el drenaje superficial se concentra en la porción más baja. El lago de Cuitzeo es el más grande del Estado, cuya cuenca ocupa una superficie de 3,618 km<sup>2</sup> y sus principales afluentes son los ríos Grande y Queréndaro.

En el territorio municipal hay total o parcialmente 18 microcuencas de diferente tamaño. Cinco de ellas se ubican completamente dentro de él y las restantes se comparten con otros

municipios. Del total de microcuencas, tres están ubicadas al sur (Santa Marías, Paredones y Barranca de Agua) y drenan a la subcuenca del río Balsas y las otras 15 forman parte de la subcuenca de Cuitzeo; tres son endorreicas (Teremendo Jasso, Tiristarán y El Fresnito), que son pequeños cuerpos de agua sin ser parte del lago principal.

Las microcuencas de Lagunillas y del Río Grande han sufrido modificaciones en su dinámica hidrológica debido a que en los años 30 se construyó la cortina de la presa Cointzio. La microcuenca de Lagunillas recibe aporte de los afluentes provenientes de las de Acuitzio, Umécuaro, Tirio y Atécuaro. A su vez se une a la microcuenca del río Grande que recibe aporte de Capula, del río Chiquito y Los Pirules. El río Grande cruza diferentes municipios hasta el lago de Cuitzeo y al llegar a él, es encauzado por diversos canales para el Distrito de Riego 020 Morelia-Queréndaro.

**Tabla 6. Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del municipio de Morelia**

Región Hidrológica	Clave	Cuenca	Subcuenca	Superficie (Hectáreas)	Porcentaje
Lerma-Santiago	12	Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria	Lago de Cuitzeo	106,158.11	89.1
		Río Lerma-Chapala	Río Angulo	4,694.42	3.9
Río Balsas	18	Río Tacámbaro	Río Carácuaro	3,399.43	2.8
		Río Cutzamala	Río Purungueo	5,097.74	4.2
<b>Total</b>				<b>119,349.70</b>	<b>100</b>

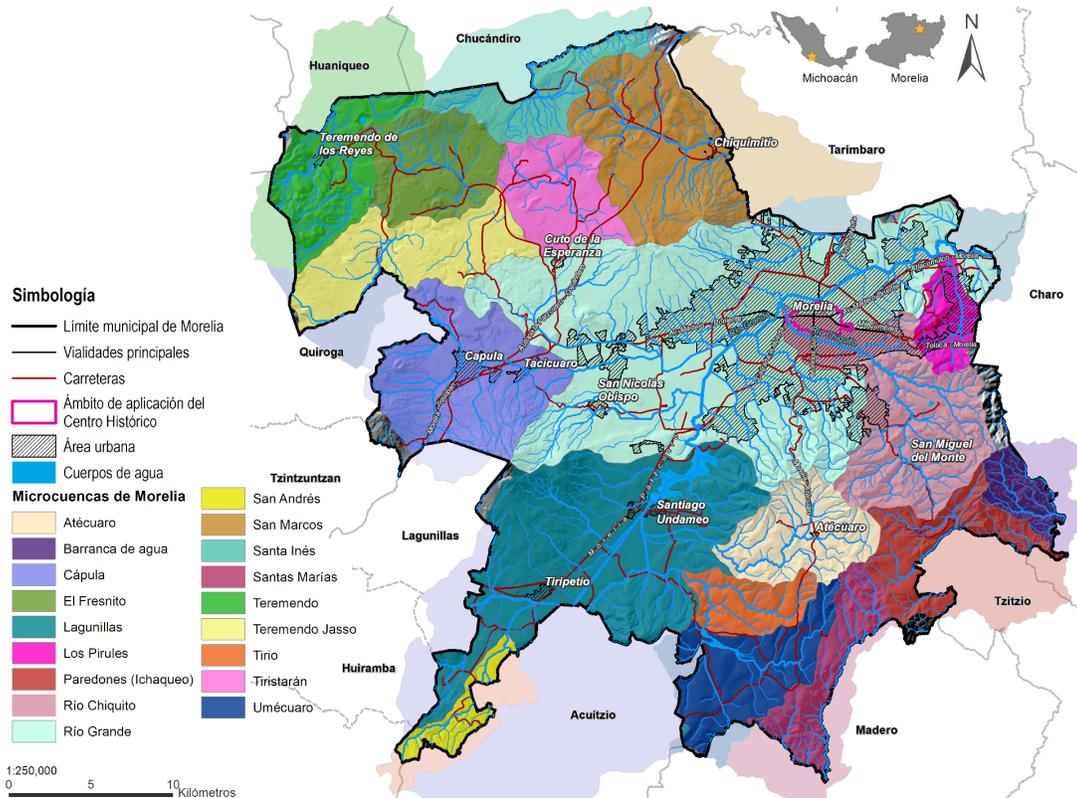
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de CONAGUA, 2015.

En lo que respecta a la hidrología superficial del municipio se caracteriza por el predominio de corrientes efímeras, intermitentes como el río Chiquito, Santa Inés, Los Huiramos, El Tecolote, Los Pirules, San José, El Guayabito, Loma Larga, La Higuera, Jaripeo, La Joya, La Tinaja y San Andrés; y la presencia de algunas corrientes permanentes, entre las que sobresalen el río Grande de Morelia, Tupátaro, El Tejocote y Los Sauces. Además, hay zonas de mayor infiltración y recarga como las del poniente de Capula y Cuto de la Esperanza. También cuenta con cuerpos de agua perennes como El Padre, Amando, la Loma Caliente, Cointzio, El Bañito, La Mintzita, Los Venares y Umécuaro, y uno intermitente, que es el Llano de Rosas (INEGI, 2015).

A lo largo de algunas corrientes superficiales se identificaron 554 puntos de descarga de aguas residuales especialmente de los ríos Grande y Chiquito. Operan seis plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con una capacidad instalada total de 1,452 l/s y un caudal tratado de 1,138 l/s. De acuerdo con el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS 2020), las fuentes de abastecimiento en la ciudad entregan aproximadamente 86 millones de m<sup>3</sup> de agua al año a la población, que representa una oferta diaria cercana a los 235,616.44 m<sup>3</sup> de agua.

El coeficiente de masividad muestra qué tan montañoso es un terreno; en el municipio el 56% de las microcuencas están categorizadas como muy montañosas y solamente 22% lo son moderadamente; dicha característica presenta un gran reto en términos de retención de sedimentos y manejo de suelos en particular. Por otro lado, la densidad de drenaje expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua dado por microcuenca. La mayoría de ellas (61%) tiene una densidad de drenaje baja, mientras que las restantes son moderadas, lo que da cuenta del patrón de drenaje en cada una.

Con respecto a los tiempos de concentración, es posible observar que todas las cuencas presentan tiempos rápidos para que una gota de agua desde la zona más alta de la cuenca llegue a su desembocadura, lo que indica el posible riesgo a inundaciones si el territorio no es manejado adecuadamente y no hay esquemas preventivos que tomen en consideración dichas características. Finalmente, se muestra la pendiente del cauce principal para todas las microcuencas revelando que más de la mitad de ellas (56%), presenta pendientes suaves, lo que significa que el cauce desciende de manera gradual, mientras que sólo dos (Barranca de Agua y San Andrés), tienen una pendiente del cauce clasificada como fuerte. En seguida se muestra el mapa de las microcuencas de Morelia.



### Mapa 5. Hidrología superficial

Fuente: Elaboración propia a partir de las cartas topográficas, INEGI, 2014.

En lo referente a la hidrología subterránea, el municipio pertenece al acuífero subterráneo conocido como Morelia-Queréndaro (ver tabla 7), con una extensión estimada en 3,510 km<sup>2</sup>, mismo que se encuentra vedado ante la condición de sobreexplotación existente, la cual indica un déficit entre la oferta y la demanda del recurso hídrico, debido a los principales atributos hidrológicos de recarga natural, volumen concesionado y volumen extraído (CONAGUA, 2020).

Tabla 7. Disponibilidad de agua subterránea del acuífero Morelia-Queréndaro

Acuífero	Recarga media anual	Descarga Natural Comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o Registro Público de Derechos de Agua	Déficit
	<i>Cifras en millones de metros cúbicos anuales</i>				
Morelia-Queréndaro	286.6	127.8	168.92	0.09	-10.21

Fuente: CONAGUA, 2020b.

En el subsuelo municipal, se identifican tres acuíferos (Garduño-Monroy et al., 2014):

1. Profundo de flujo intermedio, que se encuentra presionado por ignimbritas y es poco permeable, pero está fracturado permitiendo el flujo del agua; su profundidad se estima entre 100 y 150 metros y se ubica principalmente al sur;
2. Somero de flujo local, pertenece a las secuencias fluvio-lacustres y su profundidad es de hasta 80 metros; se ubica en las planicies del centro y norte; y
3. Acuífero de lavas volcánicas recientes, que pertenece a los flujos de los volcanes Quinceo y Las Tetillas, dando origen a los principales manantiales al poniente.

Las zonas de recarga se ubican hacia el sur del Municipio, principalmente en la caldera de Atécuaro, la Loma de Santa María y la cañada del río Chiquito; dichos flujos subterráneos siguen una dirección de sur a norte, mezclados con el agua presente en los acuíferos someros de la planicie fluvio lacustre, a causa de su sobreexplotación. También existe un flujo importante de agua infiltrada en la zona de lavas pertenecientes a los volcanes Del Águila, Quinceo y Las Tetillas, siguiendo un flujo de poniente a oriente.

El crecimiento urbano del municipio genera una impermeabilización del suelo natural en 6,891.2 ha, por lo que es menor la capacidad del subsuelo para infiltrar y por lo tanto la cantidad de agua que se tiene que desalojar es mayor a la capacidad hidráulica de los drenes superficiales, aumentando los riesgos por inundación en las colonias aledañas a los ríos Grande y Chiquito.

De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (CONAGUA, 2015), en el municipio hay 218 concesiones para aprovechamientos subterráneos, clasificados en siete tipos de uso: agrícola; doméstico; industrial; múltiples; pecuario; público urbano y para servicios (ver tabla 8).

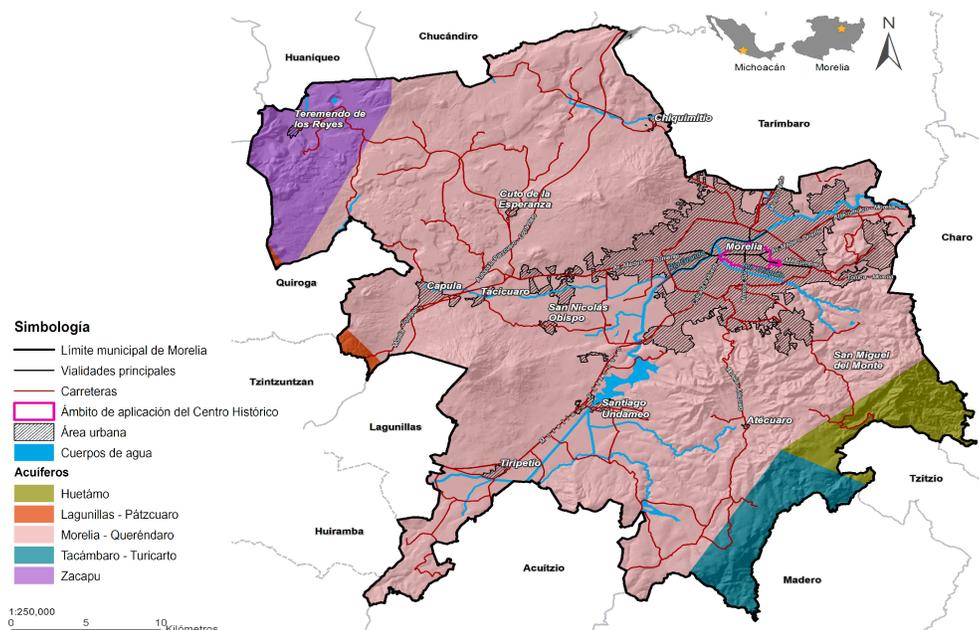
Al igual que en los aprovechamientos superficiales, es evidente la influencia del centro de población de Morelia en los valores de volumen consumido por uso, ya que el público urbano representa más de tres cuartas partes, mientras que las concesiones otorgadas simbolizan menos de la mitad del total de aprovechamientos subterráneos.

**Tabla 8. Volumen consumido de los aprovechamientos de agua subterránea del municipio de Morelia**

Uso	Total de aprovechamientos subterráneos	Porcentaje del total de aprovechamientos (%)	Volumen consumido (m3 anuales)	Porcentaje del volumen total consumido (%)
Agrícola	39	17.88	3,754,118	10.31
Doméstico	8	3.67	33,971	0.09
Industrial	31	14.22	2,469,706	6.78
Múltiples	3	1.38	62,200	0.17
Pecuario	1	0.46	20,000	0.05
Público urbano	101	46.33	28,237,709.70	77.52
Servicios	35	16.06	1,850,205	5.08
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>100</b>	<b>36'427,909.70</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAGUA, 2015.

En el siguiente mapa se pueden observar los acuíferos que se tienen en el municipio de Morelia.



**Mapa 6. Hidrología subterránea**

Fuente: Elaboración propia a partir de las cartas topográficas, INEGI, 2014.

## 4.6. Usos de suelo y vegetación

La dinámica de uso del suelo y vegetación permite conocer el cambio de tipos de cobertura del terreno, que es consecuencia en mayor medida por la interacción de las actividades humanas con el medio natural, como resultado de los impactos de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades sobre el territorio y sus recursos, y permite identificar problemas relativos a su misma sustentabilidad (Palacio-Prieto et al., 2004). Para este análisis las clases de cubiertas manejadas fueron: asentamiento humano, cuerpo de agua, cultivo de temporal, cultivo de riego, pastizal y matorral, suelo desnudo, vegetación densa, vegetación moderada y vegetación acuática (ver tabla 9).

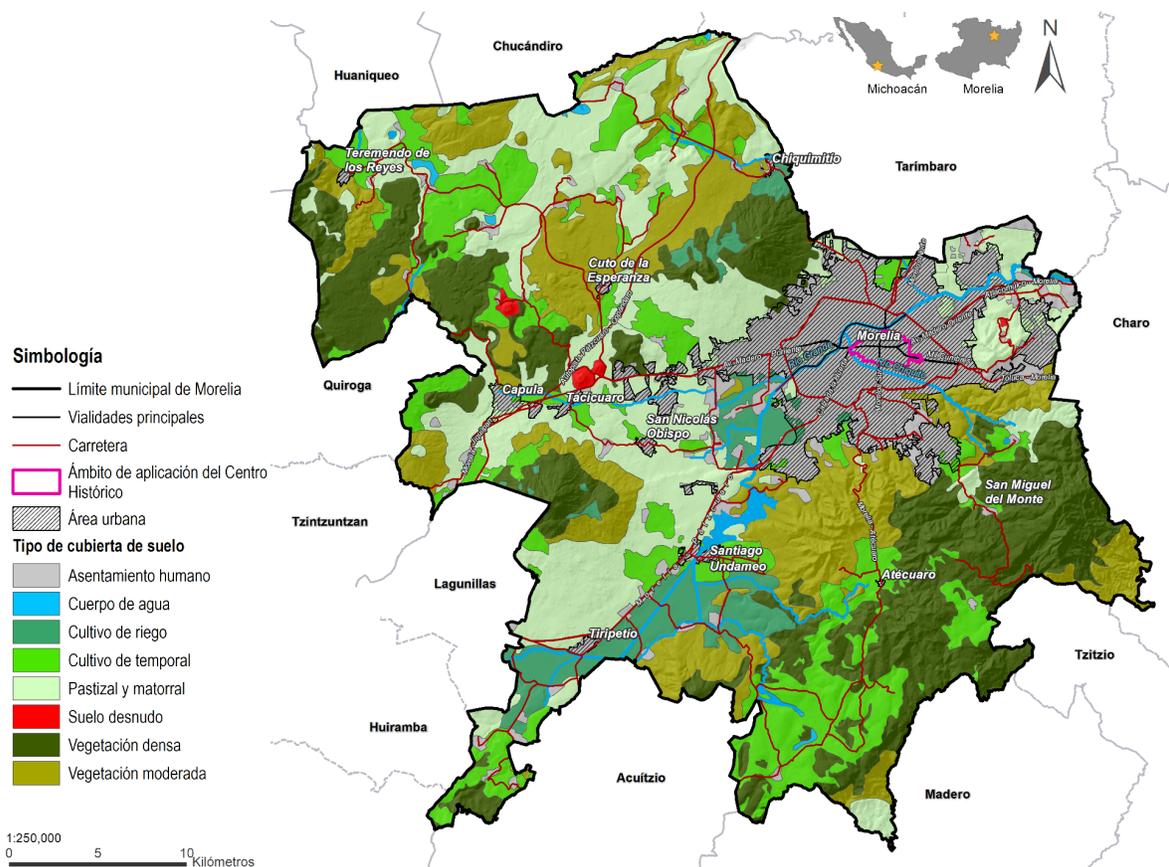
**Tabla 9. Usos de suelo y vegetación**

Uso del suelo / vegetación	Hectáreas en 2000	Porcentaje 2000	Hectáreas en 2018	Porcentaje 2018	Hectáreas en 2021	Porcentaje 2021
Asentamiento humano	8,538.4	7.154	16,180.2	13.557	17,066.7	14.300
Cuerpo de agua	603.5	0.506	701.3	0.588	750.3	0.629
Cultivo de riego	6,212.1	5.205	5,273.6	4.419	6,580.8	5.514
Cultivo de temporal	17,329.5	14.520	18,314.9	15.346	18,500.0	15.501
Pastizal y matorral	43,376.9	36.344	29,096.5	24.379	27,503.9	23.045

Suelo desnudo	84.0	0.070	125.8	0.105	322.4	0.270
Vegetación densa	24,283.8	20.347	32,607.1	27.321	26,158.5	21.918
Vegetación moderada	18,921.5	15.854	17,050.2	14.286	22,467.1	18.825
Total	119,349.7	100	119,349.7	100	119,349.7	100

Fuente: Elaboración propia, IMPLAN, 2000, 2018 y 2021.

La interpretación de las cubiertas del suelo se realizó a una escala de 1:40,000 para obtener una salida de 1:60,000 con un área mínima cartografiable de seis hectáreas, con los archivos de cubiertas resultantes de cada año (2000, 2018 y 2021). En el mapa 5 se observa la distribución de las cubiertas de suelo en el 2021.



Mapa 7. Uso de suelo y vegetación, 2021

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de (INEGI) Uso de suelo y vegetación del 2001 al 2021 .

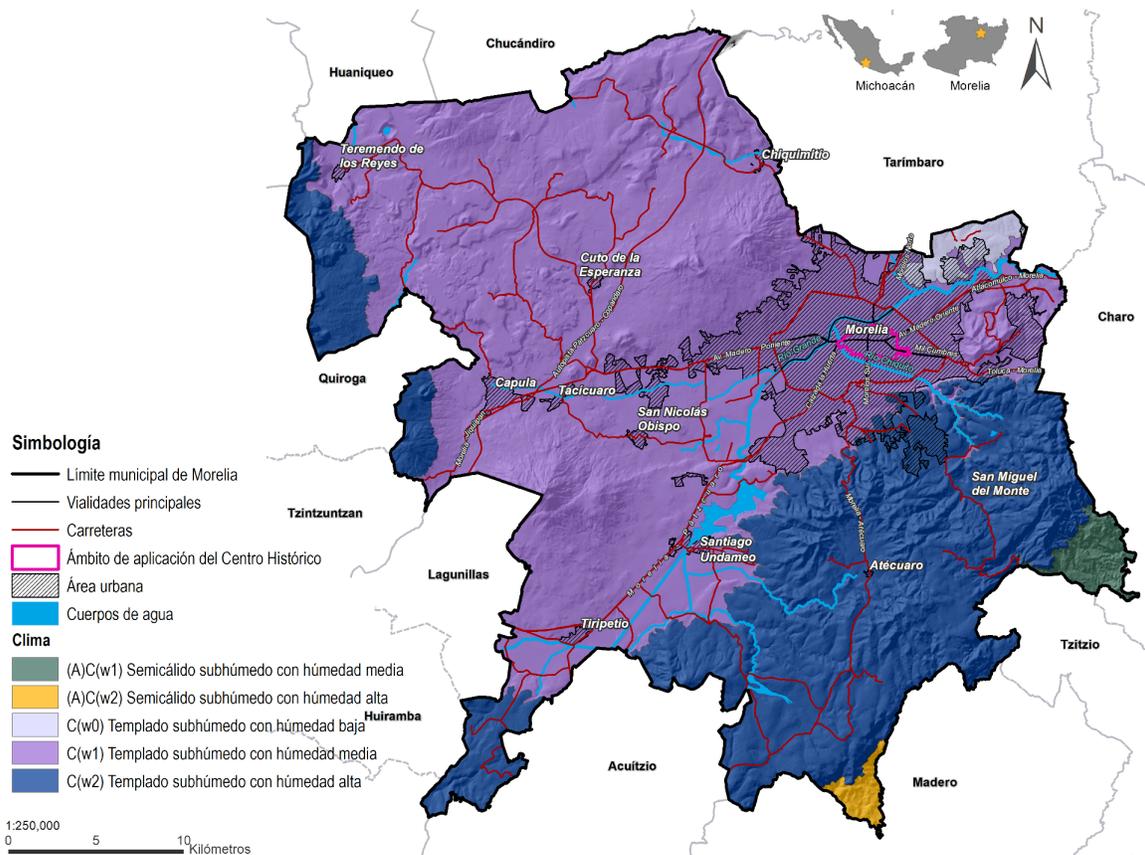
#### 4.7. Clima

En los límites territoriales del Municipio de Morelia, operan ocho estaciones del Servicio

Meteorológico Nacional (SMN), que miden variables para el estudio y clasificación de los distintos tipos de clima presentes.

Es posible encontrar dos tipos de clima con distintas variantes: en las estaciones Morelia, Morelia OBS y Cointzio, el clima va de semicálido a templado, subhúmedo con régimen de lluvias en verano, poca oscilación térmica y marcha de temperatura tipo Ganges y su simbología principal es (A)Cb(w); dichas estaciones se distinguen entre sí por el cociente de precipitación entre temperatura, el porcentaje de lluvia invernal y la precipitación media anual (ver tabla 10). El resto de ellas se clasifican como de clima templado, subhúmedo con régimen de lluvias en verano, cuya simbología principal es Cb(w); la estación Jesús del Monte presenta mayor humedad y en ésta y en la de Capula, la oscilación de temperatura es isotermal; en las estaciones de San Miguel del Monte, Santiago Undameo y Teremendo, la oscilación térmica es extrema; en todas las estaciones la marcha anual de temperatura es tipo Ganges.

Debido a que una porción del municipio (6.83%) pertenece a la cuenca del Balsas, por ubicarse en sus inmediaciones y ser representativas de la zona oriente y sur oriente, se toman como referencia dos estaciones meteorológicas adicionales: El Temazcal y Tzitzio. En la primera, ubicada en Charo, el clima se clasifica como templado subhúmedo de humedad alta, con régimen de lluvias en verano, isotermal y su simbología principal es Cb(w). En la estación Tzitzio el clima es semicálido a templado con verano cálido, temperatura anual con poca oscilación, húmedo con lluvias en verano y con simbología principal (A)Cam; en ambas, la marcha de temperatura anual es tipo Ganges. En el siguiente mapa se observa la distribución del clima del municipio de Morelia.



**Mapa 8. Clima**

**Fuente:** Elaboración propia con base en Efectos climáticos regionales (mayo-octubre) 1988, INEGI.

#### 4.8. Radiación solar

La radiación solar, se define como el flujo de energía recibida del sol en forma de ondas electromagnéticas, que permite la transferencia de energía solar a la superficie del planeta. Estas ondas son de diferentes frecuencias y aproximadamente la mitad de las que se reciben están entre los rangos de longitud de 0.4 y 0.7 micrómetros, y pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que se conoce como luz visible (SEDATU, SEMARNAT y GIZ 2017).

La irradiación solar también conocida como insolación, se refiere a la cantidad de energía solar recibida durante un determinado periodo y sus unidades de medida son los kilowatts hora por metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup>). Por su comportamiento, la irradiación puede separarse en tres componentes: la directa, la difusa y la global (Estrada Gasca et al., 2005).

La radiación solar es un recurso natural de gran abundancia en el país y para tener un aprovechamiento adecuado de él, es necesario identificar la distribución espacial de las zonas

con un mayor potencial para la producción de energía fotovoltaica. Dentro de los tipos de radiación mencionados, la directa es la mayor y la más importante en las aplicaciones fotovoltaicas para la producción de energía solar, por lo que cobra relevancia conocer qué zonas del territorio reciben la mayor cantidad de radiación directa, para su posible aprovechamiento.

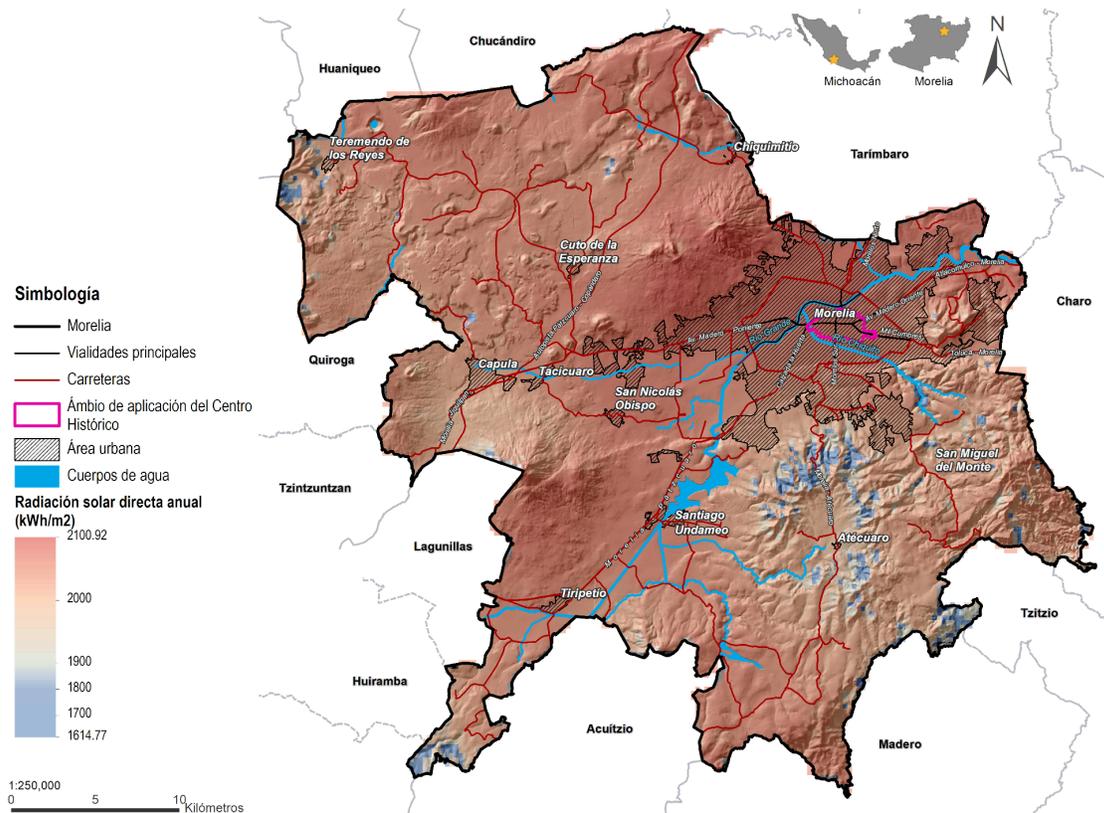
Actualmente en el municipio no existen plantas de energía solar directa. Para contrastar el potencial de aprovechamiento de este tipo de energía, se usó la información geográfica proporcionada por el proyecto “Solar Atlas” (Group World Bank, 2020). En la siguiente tabla se muestra la irradiación solar directa mensual del año 2020.

**Tabla 10. Irradiación Solar Directa mensual promedio para el municipio de Morelia**

Mes	Irradiación Solar Mensual Promedio (kWh/m <sup>2</sup> )
Enero	201.4
Febrero	202.3
Marzo	234.2
Abril	209
Mayo	162.8
Junio	134.3
Julio	122.3
Agosto	123.7
Septiembre	115.7
Octubre	158.1
Noviembre	189.7
Diciembre	200.3

**Fuente:** Elaboración a partir de Group World Bank, 2020

En el siguiente mapa se presenta la radiación global directa acumulada anual en el Municipio, segmentando las zonas que reciben más de 2,000 kWh/m<sup>2</sup>, delimitadas por las líneas naranja y roja con una aportación de más de 2,050 kWh/m<sup>2</sup>. La zona de 2,000 kWh/m<sup>2</sup> se localiza a lo largo de una falla que recorre el Municipio de suroeste al noreste, cubriendo alrededor del 80% de la mancha urbana. Por esto, se intuye que áreas cercanas a la ciudad y los techos de las edificaciones tienen potencial para el aprovechamiento de la energía solar. Destacando las zonas que reciben más de 2,050 kWh/m<sup>2</sup>, ubicadas al norte y al poniente de la mancha urbana, en la ladera sureste del cerro Quinceo.



**Mapa 9. Radiación solar**

**Fuente:** Elaboración a partir de Group World Bank, 2020.

## 4.9. Patrimonio cultural

La UNESCO (2022) ha señalado que el patrimonio es el legado cultural que se recibe del pasado, se vive en el presente y se transmite a las generaciones futuras. El patrimonio cultural no se limita a monumentos y colecciones de objetos. Comprende también expresiones vivas heredadas de los antepasados, como tradiciones orales, artes, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativos a la naturaleza y el universo y saberes técnicos vinculados a la artesanía tradicional. Pese a su fragilidad, el patrimonio cultural inmaterial o patrimonio vivo es un importante factor del mantenimiento de la diversidad cultural.

El patrimonio del municipio de Morelia es su Centro Histórico, pues sus características permitieron lograr su declaratoria federal como Zona de Monumentos en 1990 y posteriormente el distintivo de ser inscrito en la lista de patrimonio mundial en 1991. Las tenencias de Morelia forman también parte de ese patrimonio histórico y cultural. Otro de los patrimonios culturales son las zonas arqueológicas presentes en el municipio. Enseguida se

describen cada uno de los patrimonios culturales.

#### 4.9.1. Centro histórico

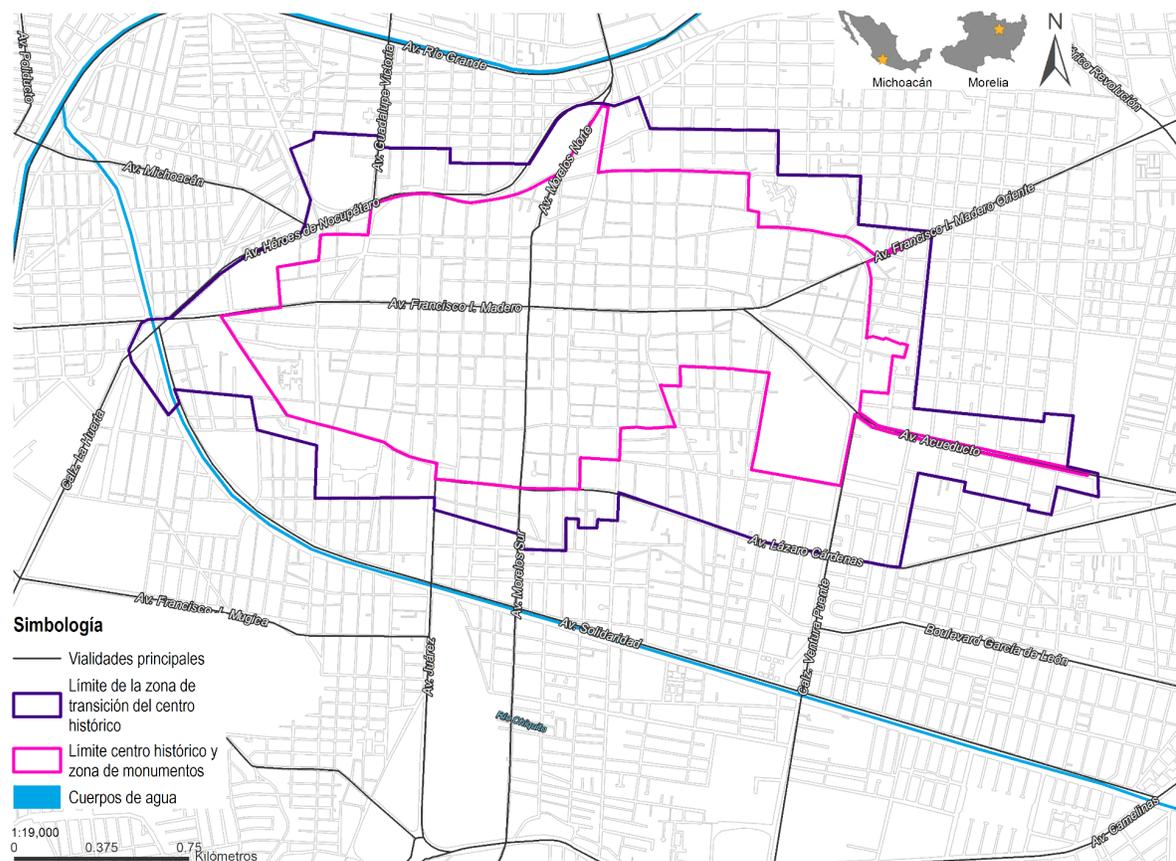
Con la finalidad de conservar el área del Centro Histórico desde una visión del paisaje más que de territorio, el ámbito de aplicación para el presente instrumento contempla la zona de monumentos, identificando con claridad la zona federal protegida con un área de 271.46 hectáreas. La zona de transición, cuyo objetivo es ser el espacio de amortiguamiento que cuenta con un área de 223.90 hectáreas. Por lo tanto, el sector Centro Histórico cuenta con un total de 495.36 hectáreas.

Las características generales en el Centro Histórico se componen por los siguientes usos: habitacional, uso mixto (comercio y oficinas), religioso, espacios abiertos (vialidades y plazas), equipamiento urbano y talleres, industria menor o baldíos (ver tabla 13).

**Tabla 11. Distribución de los usos del suelo en el Centro Histórico**

Uso del suelo	Predios		Superficie	
	Número	%	Hectáreas	%
Baldío	130	1.21	7.43	1.53
Comercio	569	5.29	22.35	4.61
En construcción	30	0.28	0.88	0.18
Equipamiento urbano	382	3.55	85.99	17.76
Industria	37	0.34	7.6	1.57
Servicios	1,045	9.72	52.83	10.91
Uso mixto	1,848	17.2	52.9	10.92
Habitacional	6,704	62.38	144.59	29.86
Infraestructura	2	0.02	0.06	0.01
Vialidad	-	-	109.68	22.65
<b>Total</b>	<b>10,747</b>	<b>100</b>	<b>484.3</b>	<b>100</b>

Fuente: IMPLAN, 2020.



**Mapa 10. Límites del Centro Histórico**

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del H. Ayuntamiento de Morelia, Adecuaciones al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010.

#### 4.9.2. Edificaciones de alto valor histórico

En el Diario Oficial de la Federación (DOF) se decretó el 19 de diciembre de 1990 la declaración de una zona de monumentos históricos en la ciudad de Morelia, Michoacán. Este documento el artículo 3o. menciona las características específicas de la zona de monumentos históricos, donde se señala que el centro histórico de Morelia está formado por 219 manzanas que comprenden edificios con valor histórico, en los que se combinan diversas manifestaciones propias de cada etapa histórica, construidos entre los siglos XVI al XIX. En la siguiente tabla se enlistan los tipos de edificios, plazas, jardines y fuentes de mayor relevancia histórica decretados por el DOF y complementados con datos del INAH.

**Tabla 12. Edificios de alto valor histórico y actualmente en uso entre el siglo XVI a XIX.**

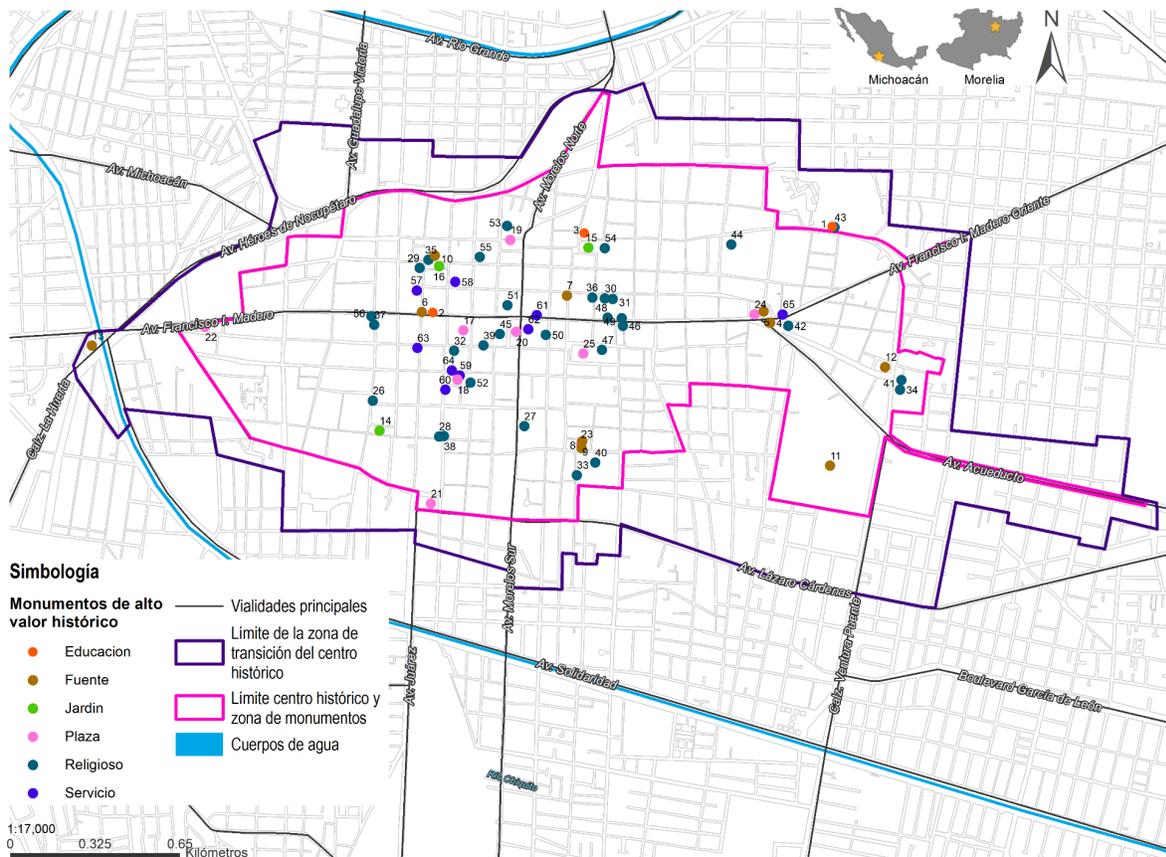
Tipo	ID Mapa	Nombres de los edificios
Educación	1	Colegio Antonio Mendoza (Salesiano)
	2	Colegio Primitivo y Nacional San Nicolás Hidalgo
	3	Colegio Guadalupe Victoria de Morelia
Fuente	4	Fuente de las Tarascas
	5	Fuente de Villalongín
	6	Fuente Sorinne
	7	Fuente Casa del Estudiante Ernesto "CHE" Guevara
	8	Fuente Capuchinas A
	9	Fuente Capuchinas J
	10	Fuente Conservatorio de las Rosas
	11	Fuente Bosque Cuauhtémoc
	12	Jardín Azteca
	13	Monumento Lázaro Cárdenas
Jardín	14	Jardín de la Soterraña
	15	Jardín de San José
	16	Jardín de las Rosas
Plaza	17	Plaza de Armas
	18	Plaza de San Agustín
	19	Plaza del Carmen
	20	Plaza Melchor Ocampo
	21	Plaza de Carrillo
	22	Plaza Niños Héroes
	23	Plaza Vasco de Quiroga
	24	Plaza Villalongín
	25	Plaza Valladolid
Religioso	26	Rectoría Cristo Rey (Capilla de la Soterraña)
	27	Covento Carmelitas
	28	Rector del señor Prendimiento
	29	Capilla Jesuitas (Teatro Rubén Romero)
	30	Nacional Monte Piedad
	31	Convento San Ignacio
	32	Antiguo Palacio de Justicia/ antes Casa Consistorial
	33	Exconvento Capuchinas
	34	Templo San Diego

	35	Rectoría Santa Rosa Marha
	36	Casa Estudiante Isaac
	37	E Davis G. Berlanga
	38	Casa Cural
	39	Arzobispado Morelia
	40	Parroquia Sagrario Metropolitano
	41	Santuario Guadalupe
	42	Capilla Virgen Lourdes
	43	Rectoría de Maria Auxiliadora
	44	Templo de San Juan Bautista
	45	Catedral de Morelia
	46	Primera Iglesia Bautista
	47	Templo San Francisco
	48	Templo de las Monjas Santa Catarina
	49	Palacio Federal
	50	Antigua Capilla de Juaninos (Woolwort)
	51	Palacio Gobierno
	52	Templo y Ex Convento San Agustín
	53	Rectoría Señora del Carmen
	54	Templo de San José
	55	Antigua Cárcel Clerical (Escuela de enfermería del hospital de la Salud)
	56	Templo de la Señora Merced
<b>Servicios</b>	57	Centro Cultural Clavijero
	58	T Melchor Ocampo
	59	Mercado San Agustín
	60	Mesón San Agustín
	61	Antigua Casa del Diezmo
	62	Antigua Capilla de Juaninos (Woolwort)
	63	Convento Juaninos (hotel Juaninos)
	64	Antigua Alhóndiga
	65	Acueducto

**Fuente:** Diario Oficial de la Federación(DOF) 19 de diciembre de 1990 y complementado con el INAH.2023.

**Nota:** No se representan aquellos que ya son casa habitación o que se encuentran en mal estado.

En el mapa se aprecia la distribución de los edificios de alto valor histórico.



**Mapa 11. Edificios de alto valor histórico**

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del Decreto por el que se declara una zona de monumentos históricos en la ciudad de Morelia, Mich., con el perímetro, características y condiciones que se mencionan, Secretaría de Gobernación 1990. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles, INAH 2023.

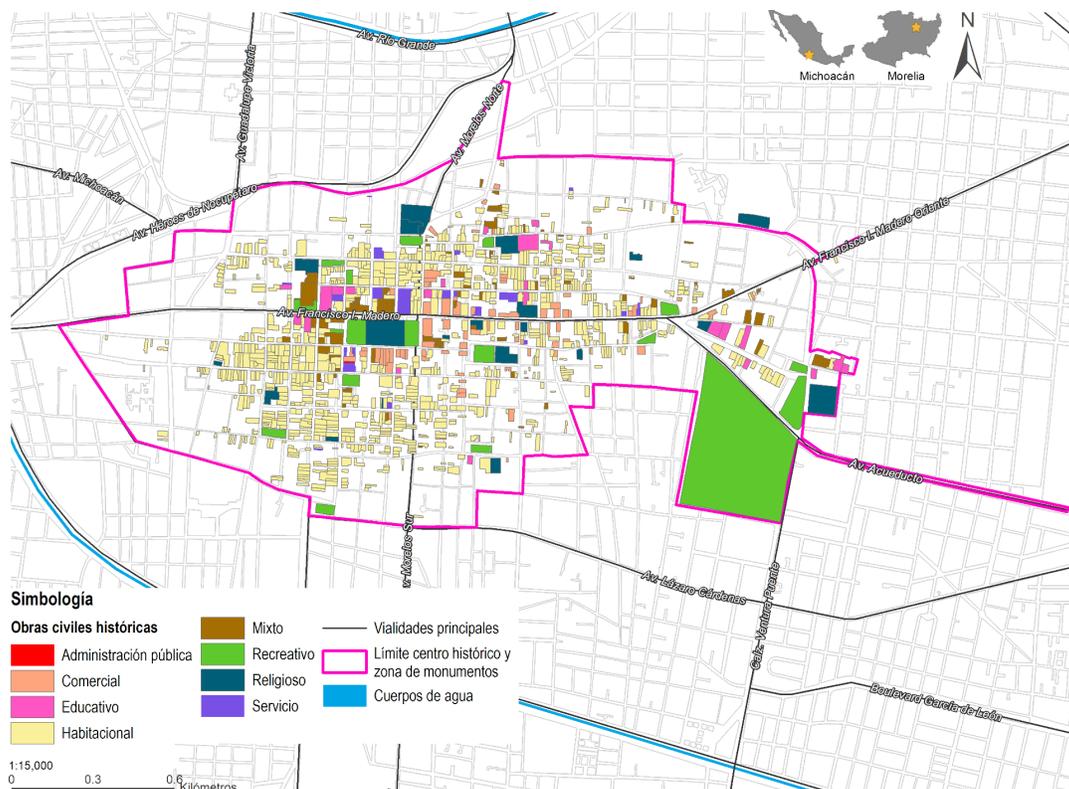
En el artículo 4o. del Diario Oficial de la Federación (DOF) del 19 de diciembre de 1990, se enlistan las obras civiles relevantes construidas en los siglos XVI al XIX comprendidas dentro de la zona de monumentos históricos de Morelia, que por determinación de la Ley son monumentos históricos. En la siguiente tabla se enlistan las obras civiles por tipo de uso histórico.

**Tabla 13. Obras civiles relevantes entre el siglo XVII a XIX**

Uso histórico	Número de inmuebles
Administración pública (cárcel pública)	1
Comercial	85
Educativo	23

Habitacional	889
Mixto	78
Recreativo	18
Religioso	20
Servicio	22

**Fuente:** Diario Oficial de la Federación (DOF) 19 de diciembre de 1990



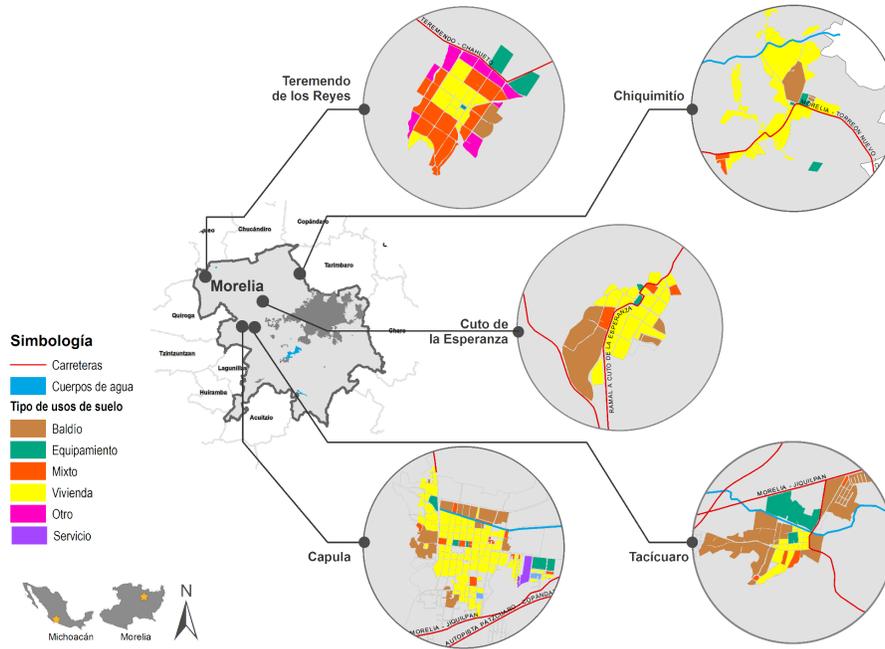
**Mapa 12. Obras civiles históricas**

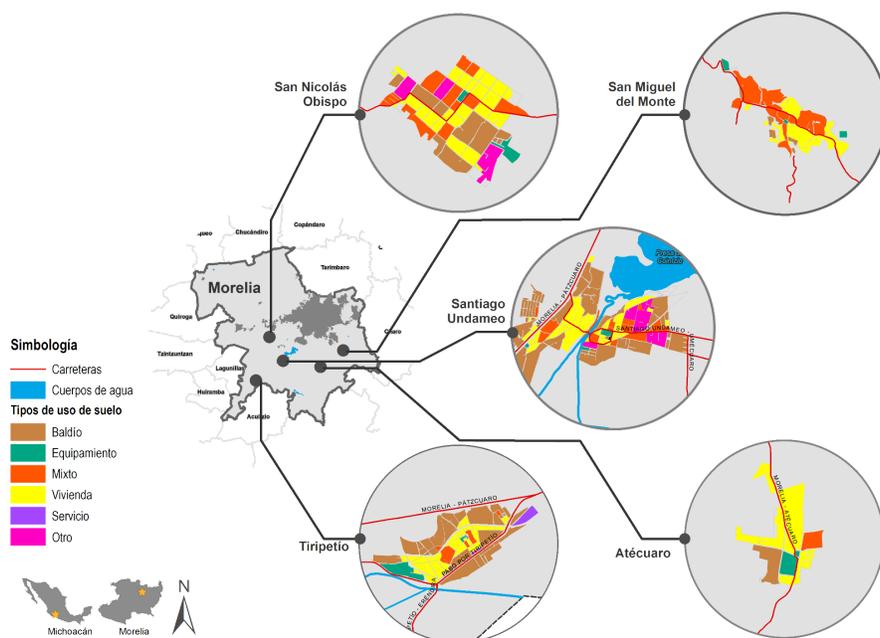
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del Decreto por el que se declara una zona de monumentos históricos en la ciudad de Morelia, Mich., con el perímetro, características y condiciones que se mencionan, Secretaría de Gobernación 1990.

#### 4.9.3 Tenencias

Las tenencias del municipio reflejan la diversidad socioeconómica y biofísica de su territorio (en su mayoría con una dinámica rural y vinculadas funcionalmente a la ciudad). Lo anterior se hace patente en los rasgos culturales de sus habitantes y en las actividades económicas que se desarrollan en cada una de ellas. Dichas características particulares, aunadas a su pasado histórico en algunos hasta prehispánico son parte de la identidad de los pobladores de sus localidades. Es importante señalar que los límites de las tenencias no son oficiales, por lo tanto,

los datos presentados en los siguientes mapas son únicamente de las localidades cabecera de tenencia.





**Mapa 14. Equipamiento de las Tenencias al sur del Municipio de Morelia**  
Fuente: IMPLAN Morelia, 2020.

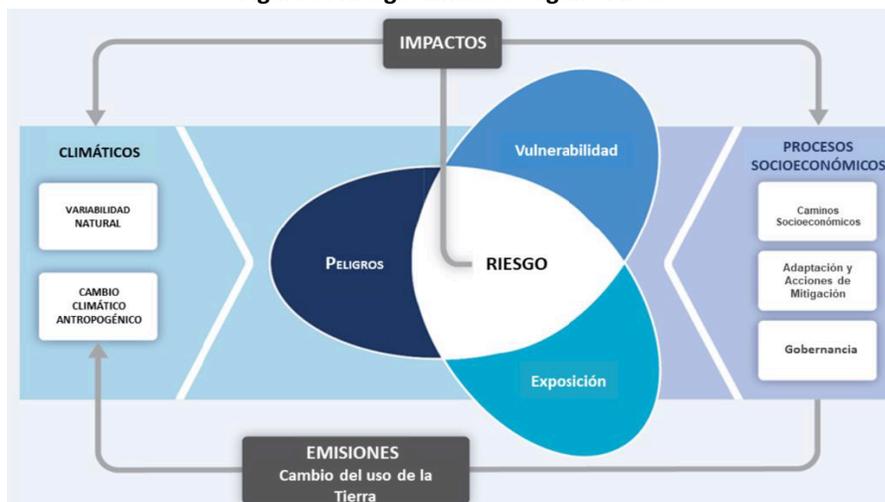
## 5. Identificación de peligros y riesgos climáticos

En las últimas décadas los fenómenos extremos climáticos como olas de calor, sequías, inundaciones e incendios forestales han sido cada vez más frecuentes, y constantemente acentúan la vulnerabilidad y exposición de los sistemas humanos y naturales. Responder a los cambios de estos fenómenos implica tomar decisiones anticipadas estratégicas, con una incertidumbre constante acerca de la gravedad de sus impactos y qué tan frecuentemente estos se presentan (Rivas *et al.*, 2021).

Además de los cambios en el clima esperados, en México se han desarrollado evaluaciones de vulnerabilidad de diversos sectores. Existe evidencia de que los efectos del cambio climático tendrán consecuencias ecológicas, económicas y sociales en México (Sarukhán, J., *et al.*, 2012).

Para enfrentar los efectos del cambio climático, es necesario que tanto los gobiernos locales en México como su población desarrollen capacidades adaptativas ante los posibles impactos adversos del clima, es decir, capacidades preventivas y de respuesta ante las afectaciones y consecuencias que se podrían presentar. La adaptación, como la define el IPCC, es el proceso de ajuste en sistemas humanos o naturales al clima real o proyectado y a sus efectos, con el fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2018). La adaptación debe de ser un proceso continuo de respuesta a fuerzas externas y futuros previstos (Figura 5).

Figura 5. Riesgo climático según el IPCC



Fuente: Rivas et al. 2021

A continuación, se enlistan definiciones clave del IPCC (IPCC, 2018) y en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en donde se establecen definiciones para los conceptos de adaptación, resiliencia y riesgo, entre otros:

— Capacidad adaptativa: es la capacidad que tienen los sistemas, instituciones, seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

— Exposición: es la presencia de personas, servicios, recursos ambientales, especies o ecosistemas y entornos que podrían verse afectados negativamente.

— Impacto: son las consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas humanos y naturales, donde los riesgos provienen de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad.

— Peligro: es la ocurrencia potencial de un suceso físico de origen natural o humano que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales.

— Resiliencia: es la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

— Sensibilidad: corresponde a las características del sistema que hacen que su nivel de vulnerabilidad al riesgo aumente o disminuya.

— Vulnerabilidad: es el grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, la magnitud y la rapidez del cambio climático, y de la variación a la que un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

— Riesgo climático: es la probabilidad de que se produzcan consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima en la vida de las personas, en propiedades o en la infraestructura, así como en la interrupción de actividades o de servicios económicos.

La guía del GCoM (Rivas et.al., 2021) cuenta con una lista de los peligros climáticos que deben de tomarse en cuenta para la evaluación e incluirse dentro del ARVC en caso de identificarlos como prioritarios y relevantes al contexto local. En la Figura 6 se presentan estos peligros y su clasificación, mismos que podrían expandirse si el municipio detecta algún otro riesgo climático que no se incluya en esta lista.

**Figura 6. Peligros climáticos y su clasificación**



Fuente: Rivas et al. 2021

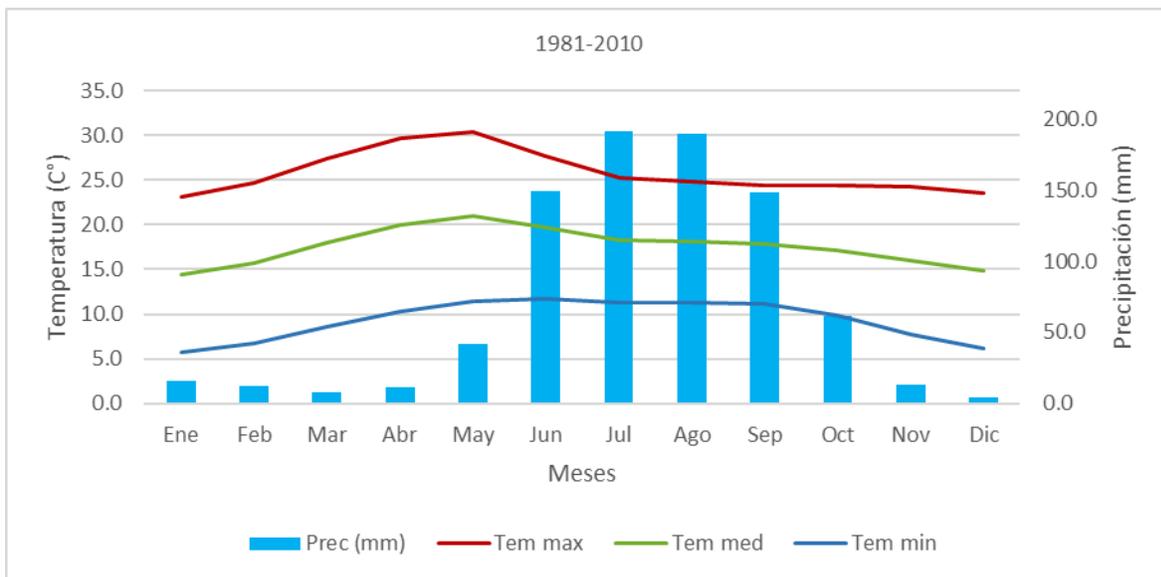
## 5.1. Análisis climatológico y de cambio climático

La evaluación de riesgos climáticos se fundamenta en la utilización de datos climáticos y registros históricos. Para llevar a cabo este análisis en el contexto de Morelia, Michoacán, se deben considerar dos factores fundamentales: la variabilidad de la temperatura y el patrón de las precipitaciones.

Ubicado en el corazón de la región fisiográfica de Tierras Altas y Valles Transversales de Michoacán, el municipio de Morelia presenta una rica diversidad de formas geográficas, desde elevaciones montañosas y valles hasta llanuras y mesetas. El relieve y la altitud ejercen influencia en varios elementos climáticos, tales como la temperatura, la presión atmosférica y la precipitación. De hecho, las variaciones en la altitud generan cambios notables en la temperatura y la presión atmosférica en la región, siendo que a mayores altitudes las temperaturas y la presión disminuyen.

Como antecedente en relación con la fluctuación de las temperaturas máximas y mínimas registradas en el municipio durante el período de 1981-2010, se realizó una primera aproximación mediante la elaboración de un climograma en donde se observa una temperatura mínima de 4.3°C, y máximas de 28.1°C, particularmente en el mes de mayo. Históricamente, el mes de julio destaca como el período en el que se concentran las precipitaciones en esta zona, mientras que el resto del año prevalece un clima semiárido-semicálido con intervalos de temperatura que van desde los 17°C hasta los 24°C (Figura 7).

**Figura 7. Climograma del municipio de Morelia, (1981-2010).**

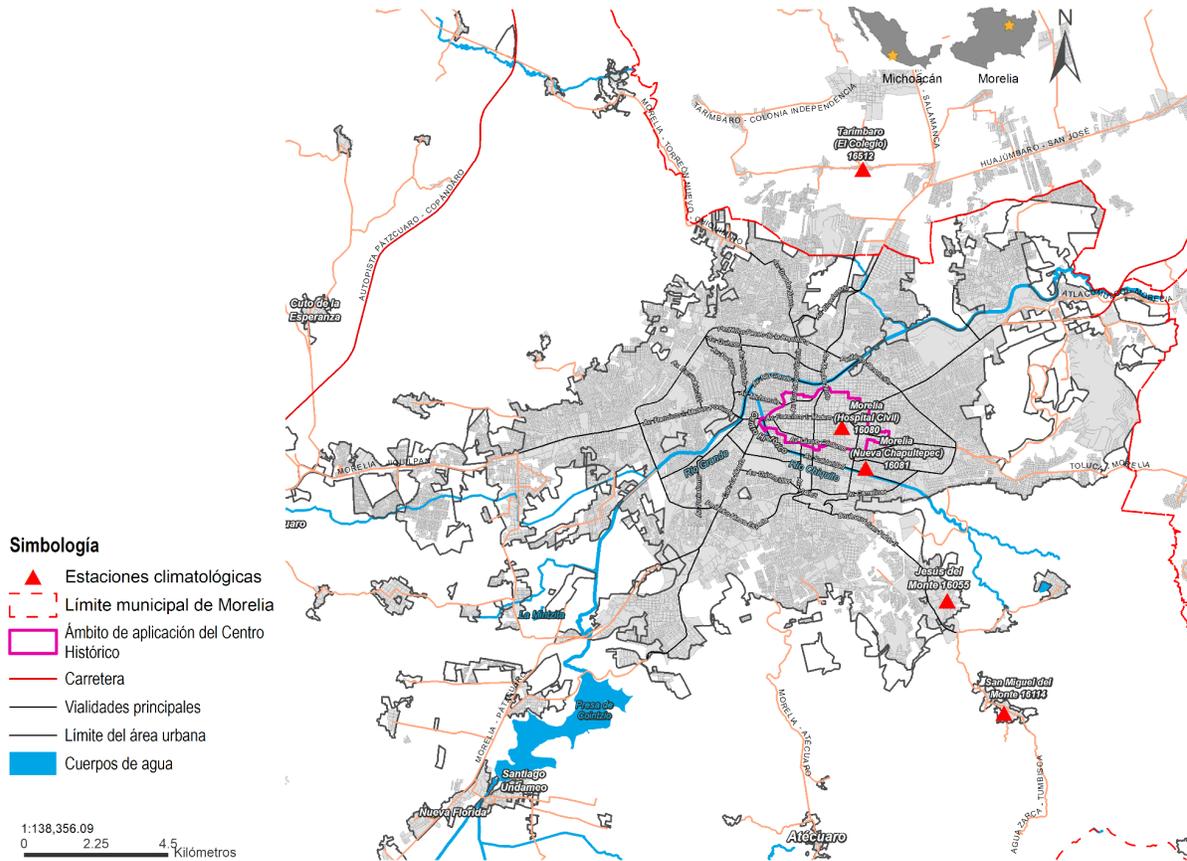


Fuente: Climograma 1981-2010, Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA

### 5.1.1 Evolución de las temperaturas (máximas, mínimas y medias) y precipitación.

Con el fin de describir la evolución de las temperaturas y precipitación se utilizaron los datos de 5 estaciones climatológicas, 4 que se encuentran dentro del municipio y una ubicada a 2.5 km al

norte de este, pero con información valiosa ya que se encuentra en la parte más baja de un gradiente altitudinal que se alinea con el resto de las estaciones (Mapa 12).



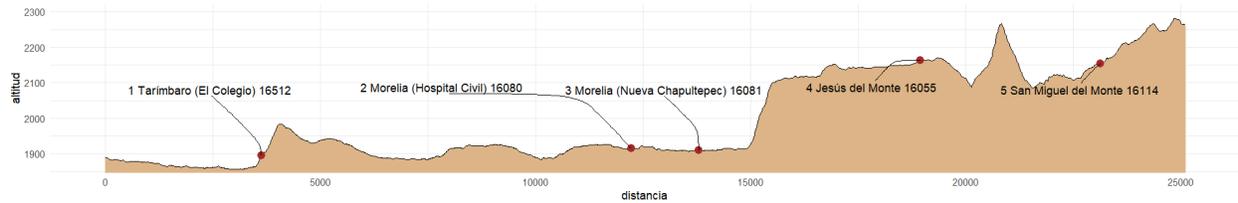
**Mapa 15. Ubicación de las estaciones climatológicas**

**Fuente:** Elaboración propia (IMPLAN, 2023).

Las diferencias altitudinales en el municipio de Morelia, ocurren ya que alrededor del 15% del territorio tiene pendientes mayores a 30%, representadas por lomeríos, montañas, mesetas, laderas y piedemontes. Esto da lugar a que dentro del municipio exista un gradiente altitudinal de 1,299 metros entre las zonas más bajas y las más altas.

Esto tiene un efecto en los datos de las variables climatológicas reportadas por las estaciones climatológicas que se encuentran dentro y en los alrededores del municipio ya que estas se localizan a diferentes altitudes de acuerdo con la Figura 8.

**Figura 8. Ubicación de las casetas climáticas en un gradiente altitudinal**



Fuente: Elaboración propia (IMPLAN, 2023).

A parte de las diferencias altitudinales, las estaciones se ubican en diferentes entornos de acuerdo a la tabla siguiente.

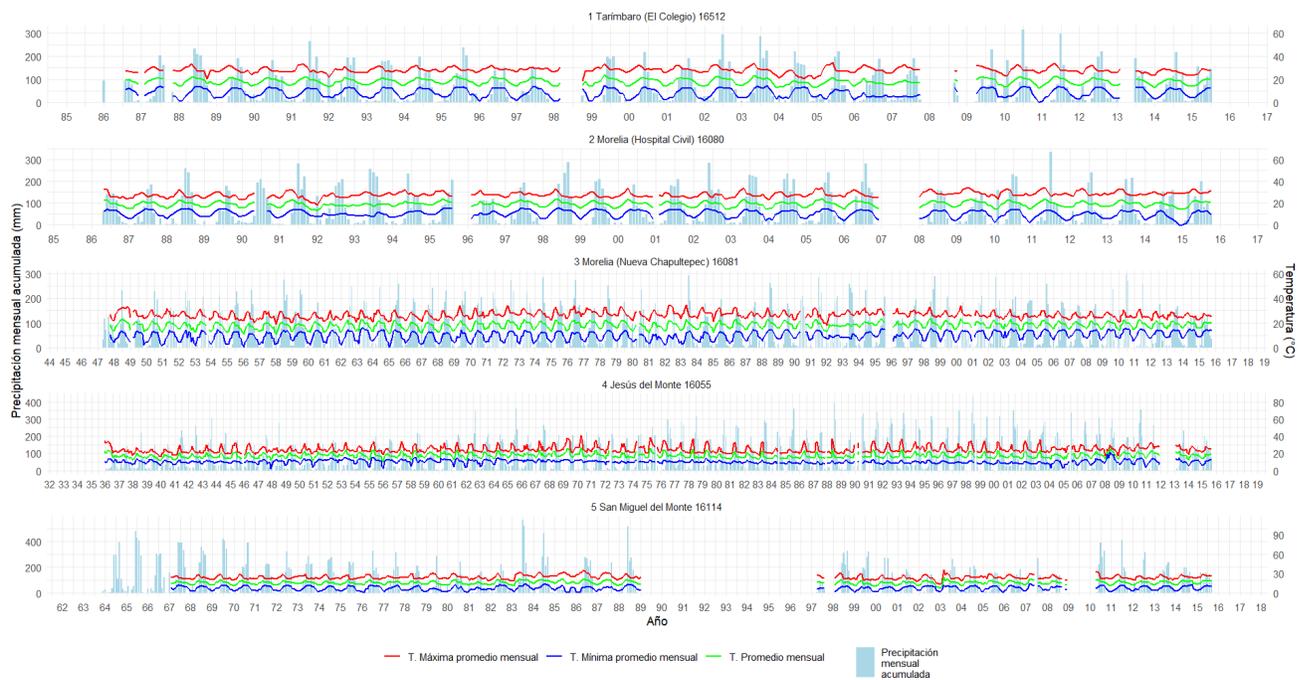
**Tabla 14. Características de la ubicación de las estaciones climatológicas.**

Nombre	Altitud (msnm)	Uso de suelo	Descripción del entorno	Imagen de Street View
1.Tarímbaro (El Colegio) 16512	1,894	Localidad Rural	Ubicada en localidad rural de 1,200 habitantes, la estación se ubica en las afueras de la localidad en la parte alta de una ladera producida por una falla geológica	
2.Morelia (Hospital Civil) 16080	1,914	Urbano	Localizada en la ciudad de Morelia cerca del centro histórico, sobre edificios en un entorno casi sin vegetación	
3.Morelia (Nueva Chapultepec) 16081	1,908	Urbano	Localizada en la ciudad de Morelia, sobre un edificio de uso escolar sin vegetación circundante	
4.Jesús del Monte 16055	2,162	Periurbano	Ubicada en la localidad periurbana de Jesús del Monte con una población de 9,000 habitantes	

5.San Miguel del Monte 16114	2,152	Rural	Se localiza en una localidad rural de 1200 habitantes en la zona sur del municipio sobre la cual se localiza un bosque de pino-encino a los alrededores	
Fuente: Elaboración propia.				

Al descargar los datos de climatología diaria de dichas casetas climatológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, se encontraron años con meses sin información dentro del periodo de lluvias (junio-septiembre), por lo que se decidieron eliminar estos años para elaboración de climogramas (Figura 9).

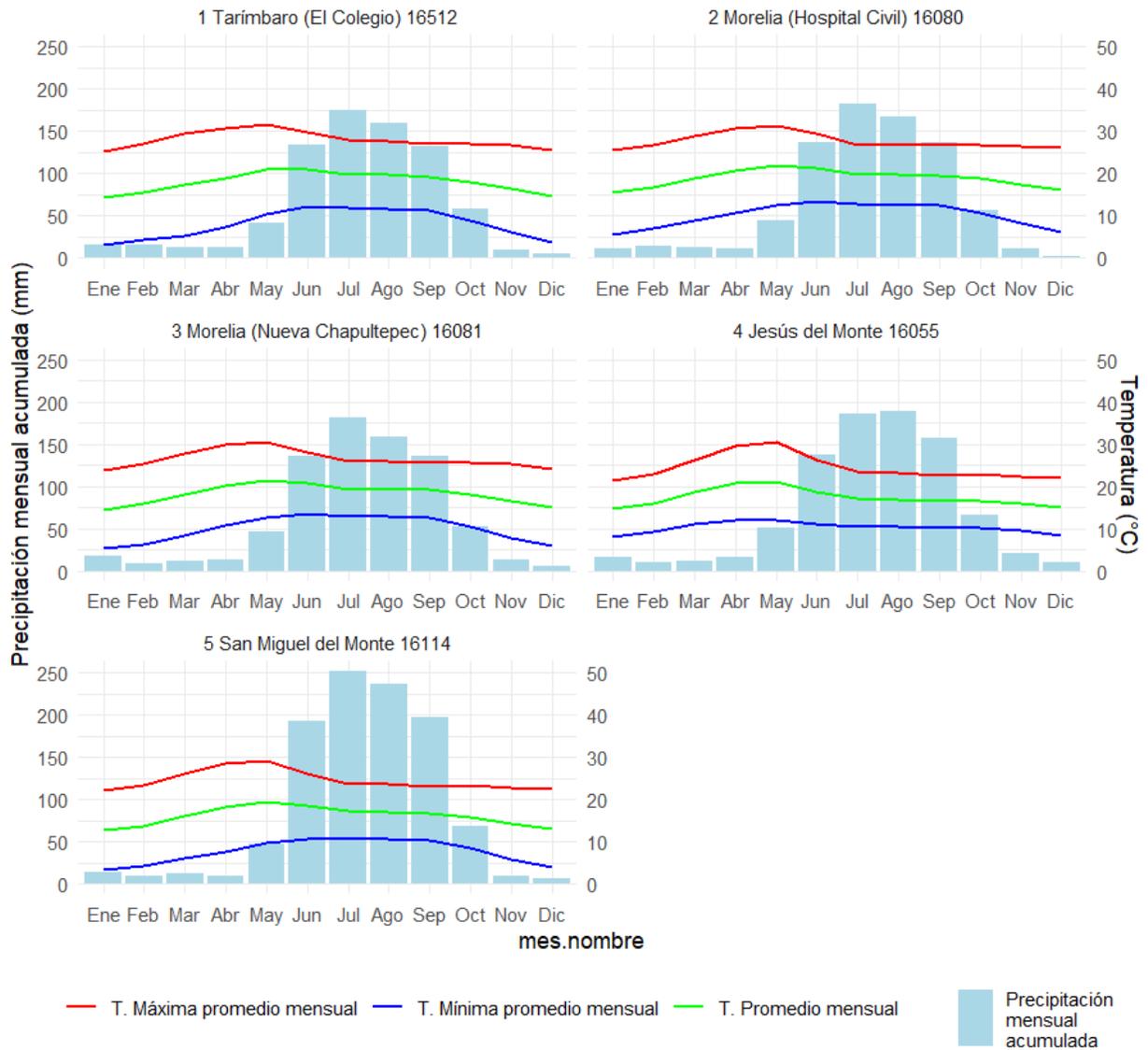
**Figura 9. Series de tiempo de precipitación mensual acumulada, temperatura promedio mensual máxima temperatura promedio mensual mínima**



Fuente: Elaboración propia con datos climáticos diarios del C del SMN, 1935-2015.

De acuerdo con esta información la caseta que se encuentra operando con mayor cantidad de datos disponibles es la 16055 ubicada en la localidad de Jesús del Monte con 74 años y la que menos tiene es la 16512 ubicada en la localidad de El Colegio en el Municipio vecino de Tarímbaro. A partir de esta información se generaron climogramas para cada una de las estaciones (Figura 10).

**Figura 10. Climogramas de las estaciones climáticas de 1963 a 2015**



**Fuente:** Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1963-2015

La precipitación acumulada promedio mensual más alta en todas las casetas climáticas ocurre en el mes de Julio (con excepción de la caseta Jesús del Monte 16055 donde ocurrió en agosto) y la precipitación acumulada promedio mensual más baja ocurre en todas las estaciones en el mes de diciembre. En el caso de las temperaturas el mes de mayor temperatura es mayo y el de menor temperatura es Enero (Tabla 15).

**Tabla 15. Datos climáticos extremos promedios mensuales por estación climática y mes de ocurrencia**

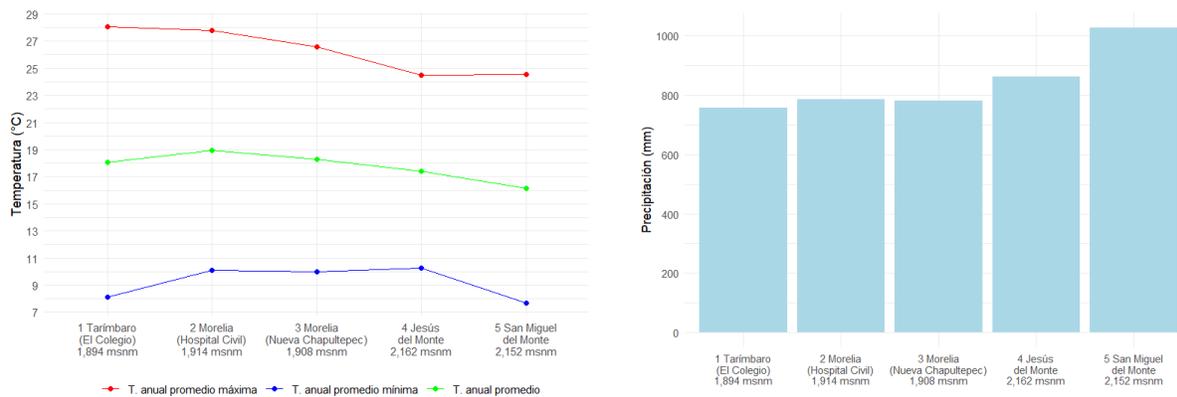
Nombre	Altitud (msnm)	Més de menor precipitación mensual acumulada	Dato de menor precipitación mensual acumulada (mm)	Mes de mayor precipitación mensual acumulada	Dato de mayor precipitación mensual acumulada (mm)	Mes de menor temperatura a mínima promedio mensual	Dato de menor temperatura mínima promedio mensual (°C)	Mes de mayor temperatura máxima promedio mensual	Dato de mayor temperatura máxima promedio mensual (°C)
1.Tarímbaro (El Colegio) 16512	1,894	Diciembre	4.4	Julio	175.0	Enero	3.2	Mayo	31.7
2.Morelia (Hospital Civil) 16080	1,914	Diciembre	2.7	Julio	183.2	Enero	5.5	Mayo	31.4
3.Morelia (Nueva Chapultepec) 16081	1,908	Diciembre	5.5	Julio	181.7	Enero	5.3	Mayo	30.4
4.Jesús del Monte 16055	2,162	Diciembre	10.8	Agosto	189.6	Enero	8.1	Mayo	30.4
5.San Miguel del Monte 16114	2,152	Diciembre	5.9	Julio	251.3	Enero	3.4	Mayo	29.2

**Fuente:** Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1963-2015

En cuanto a los valores promedio se graficaron las temperaturas anuales promedio, máximas, mínimas y la precipitación anual acumulada para ver las tendencias respecto a la ubicación de las casetas y ver si existe un efecto debido al gradiente altitudinal y las características de la zona en donde se encuentran. Analizando las gráficas de la Figura 11, hay una tendencia de temperaturas anuales promedio máximas a la baja conforme aumenta el gradiente altitudinal en donde se encuentra la caseta climática; en cuanto a la temperatura promedio esta aumenta

en las casetas climáticas que se encuentran en la ciudad de Morelia posiblemente debido al efecto de isla de calor. Por último, la temperatura promedio mínima es más baja en los entornos rurales y naturales en donde se encuentran las casetas 1 y 5. Por último la precipitación tiende a aumentar con la altitud (Tabla 16).

**Figura 11. Temperaturas anuales promedio y precipitación acumulada promedio anual por caseta climática**



Fuente: Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1963-2015.

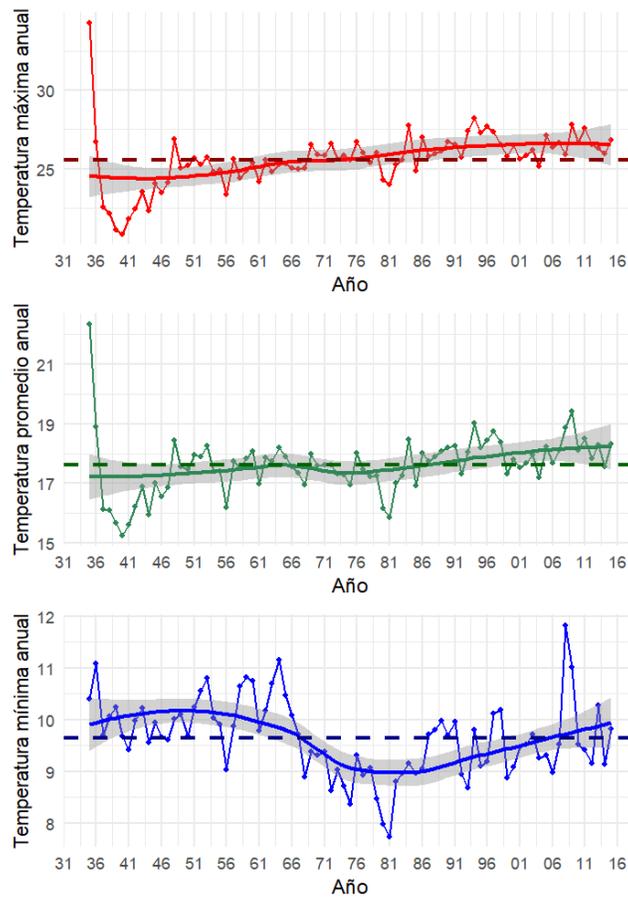
**Tabla 16. Datos promedio anuales de las estaciones climatológicas**

Nombre	Altitud (msnm)	Años de datos	Temperatura máxima promedio anual (°C)	Temperatura promedio anual (°C)	Temperatura mínima promedio anual (°C)	Precipitación acumulada promedio anual (mm)
1.Tarímbaro (El Colegio) 16512	1,894	25	28.1	18.1	8.1	757.8
2.Morelia (Hospital Civil) 16080	1,914	28	27.8	19.0	10.1	786.8
3.Morelia (Nueva Chapultepec) 16081	1,908	67	26.6	18.3	10.0	779.9
4.Jesús del Monte 16055	2,162	74	24.5	17.4	10.3	861.6
5.San Miguel del Monte 16114	2,152	39	24.6	16.1	7.7	1,026.7

Fuente: Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1963-2015

Para poder analizar la evolución de valores promedio de todas las estaciones alcanzados por año de la temperatura mínima, promedio y máxima así como de la precipitación se realizaron las gráficas de la Figura 12 y 13, en donde se muestra el valor promedio anual de la temperatura mínima, promedio y máxima alcanzado por año de todas las estaciones; así como la precipitación promedio acumulada anual de todas las estaciones.

**Figura 12. Tendencias de temperaturas promedio anuales de 1935 a 2015**



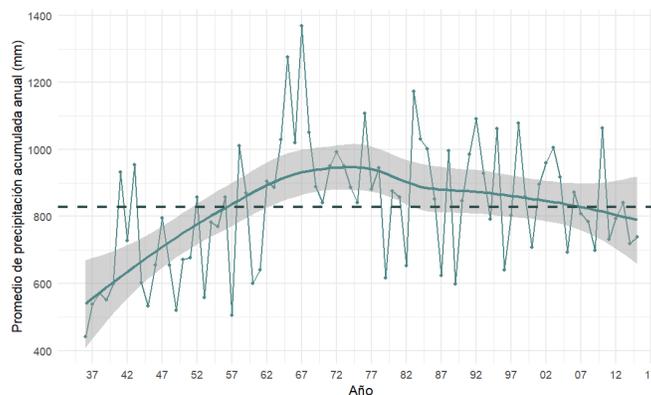
**Fuente:** Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1935-2015

En la figura 12 se puede observar que la tendencia de temperatura promedio máxima anual ha tendido a incrementarse a partir del año 1976 y mantenerse hasta el 2015 con una tendencia de aumento hasta llegar a un 1 grado por encima del promedio. En cuanto a la temperatura promedio esta comenzó a aumentar a partir del año 1986 y hasta el 2015 se mantuvo con una tendencia de aumento llegando 0.6 grados por encima del promedio.

Las temperaturas promedio mínimas han sufrido oscilaciones entre los años 1935 y 2015 presentando temperaturas promedio mínimas por encima de la media en el período entre 1935 y 1967; posteriormente entre 1968 y hasta 2007 las temperaturas promedio mínimas se mantuvieron por debajo de la media, después del 2008 existe una tendencia de incremento de las temperaturas promedio mínimas a estar por encima de la media llegando 0.25 grados la tendencia por encima del promedio en 2015.

La precipitación promedio acumulada anual han sufrido al igual que la temperatura mínima oscilaciones entre los años 1935 y 2015 presentando precipitación promedio acumulada por debajo de la media en el período entre 1935 y 1957; posteriormente entre 1958 y hasta 2006 la precipitación promedio acumulada se mantuvo por encima de la media, después del 2006 existe una tendencia a la baja en las precipitaciones llegando a estar 39.5 milímetros por debajo del promedio en 2015 (Figura 13).

**Figura 13. Tendencias de precipitación promedio acumulada de 1935 a 2015**



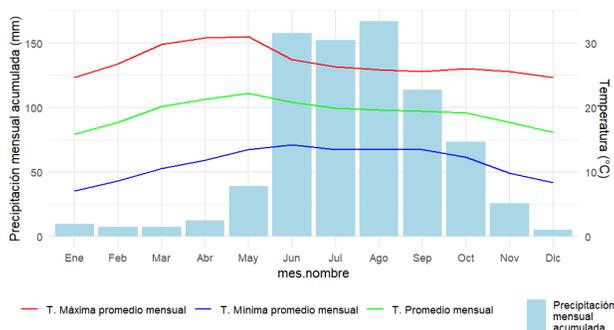
**Fuente:** Elaboración propia con datos climáticos diarios del CICESE, 1935-201

### 5.1.2 Climograma actual del municipio de Morelia.

Otra fuente de información climatológica más actualizada son los “Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia” proporcionados por CONAGUA en donde se encontraron 4 casetas climatológicas al interior del municipio de Morelia con datos de precipitación acumulada mensual, temperatura promedio, promedio máxima y promedio mínimo con datos disponibles

para la descarga del 2018 a 2022 (CONAGUA, 2023). A partir de esta información, se elaboró un climograma haciendo el promedio de 4 casetas (Figura 14).

**Figura 14. Climograma promedio para el municipio de Morelia 2018-2022**



**Fuente:** Elaboración propia con datos climáticos diarios del CONAGUA, 2018-2022

El climograma muestra que para el periodo 2018-2022 la temperatura promedio anual fue de 19.2 °C, siendo enero y mayo los meses más frío y caluroso con temperaturas mensuales promedio de 15.9° y 22.2° C respectivamente. La precipitación promedio anual es de 771 mm, con diciembre y agosto los meses más secos y lluviosos respectivamente, con láminas mensuales promedio de 5.02 mm y 167 mm. La precipitación es fuertemente estacional con una marcada diferencia entre la época lluviosa y la seca. La primera abarca de finales de mayo a octubre, con mayor precipitación en junio, julio y agosto. En agosto, es frecuente que se presente sequía intraestival o canícula. La época seca ocurre de noviembre a abril.

## 6. Escenarios de cambio climático

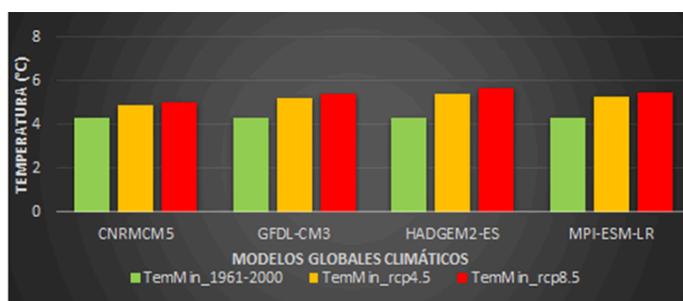
Las proyecciones de variación climática representan una visión plausible y frecuentemente simplificada de las condiciones climáticas venideras. Estas proyecciones están basadas en un conjunto interconectado de relaciones climáticas, construidas de manera coherente para ser empleadas de manera explícita en el análisis de las posibles repercusiones del cambio climático antropogénico. Además, suelen ser utilizadas como punto de partida para la simulación de los potenciales efectos. Es importante resaltar que estas representaciones no constituyen pronósticos climáticos, ya que cada una de ellas ofrece una perspectiva alternativa de cómo podría evolucionar el clima en el municipio de Morelia. Estos escenarios son de gran importancia, ya que plantean la tendencia global y la afectación posible a los sistemas locales del municipio.

De acuerdo con el Atlas Climático Digital del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y el Cambio Climático de la UNAM, se presentan algunos escenarios de cambio climático para México; con relación al municipio proyectando los siguientes escenarios a corto plazo (2015-2039).

Esta sección presenta los datos correspondientes a la temperatura y la precipitación mensual en diversos escenarios de cambio climático destinados al análisis de impactos, vulnerabilidad y adaptación. En este contexto, se ha optado por destacar la información únicamente de los meses que ejercen una influencia significativa en las temperaturas promedio, mínimas y máximas, así como los meses con menor y mayor nivel de precipitación. El objetivo es examinar posibles irregularidades climáticas en relación con el año base registrado entre 1961 y 2000.

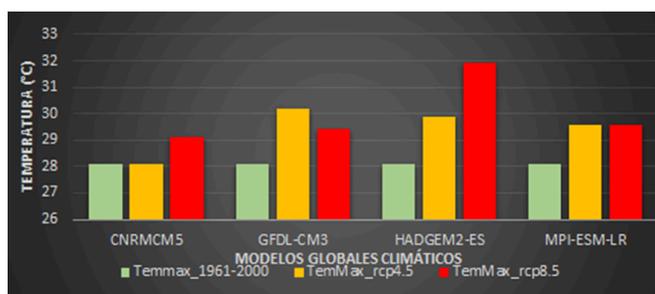
Las proyecciones climáticas señalan que para el horizonte cercano (2015-2039) habrá un aumento en la temperatura promedio mínima y máxima para el mes de enero y mayo, meses con menor y mayor temperatura en todo el año respectivamente. En la figura 15 el modelo con valores altos (HADGEM2-ES) muestra un aumento en la temperatura mínima de 1.1 °C (rcp 4.5) y 1.4 °C (rcp 8.5). En la temperatura máxima (Figura 16) se prevé un aumento en el modelo (GFDL-CM3) de 2.1 °C (rcp 4.5) y para el modelo (HADGEM2-ES) 3.8 °C (rcp 8.5) respecto a la temperatura máxima y mínima de referencia (1961-2000).

**Figura 15. Escenario cercano (2015-2039) para la temperatura mínima con base en el climograma 1981-2010**



Fuente: UNAM, 1981-2010.

**Figura 16. Escenario cercano (2015-2039) para la temperatura máxima con base en el climograma 1981-2010**

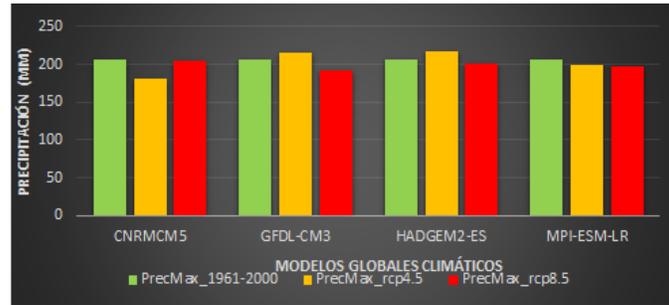


Fuente: UNAM, 1981-2010.

En el caso de la precipitación mínima y máxima, se muestra un escenario de disminución promedio para el mes de marzo y julio. En las figuras 17 y 18, los modelos GFDL-CM3 y MPI-ESM-LR presentan la mayor disminución en precipitaciones mínimas para el mes de marzo

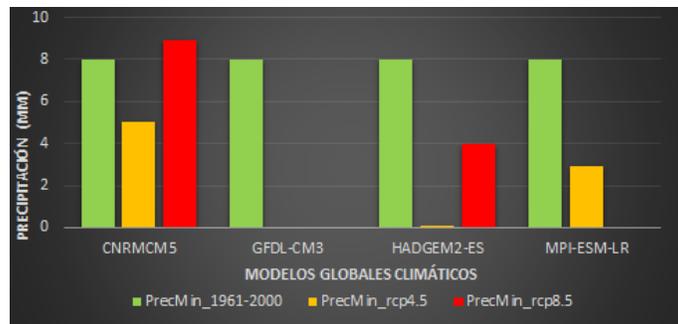
de 8.0 a 0 mm (rcp 4.5) y de 8.0 a 0 mm (rcp 8.5), por otro lado, el modelo CNRMCM5 presenta la mayor disminución en precipitaciones máximas para el mes de junio de 25.8 mm (rcp 4.5) y el modelo GFDL-CM3 presenta una disminución de 13.8 mm (rcp 8.5), respecto a las precipitaciones mínimas y máximas de referencia (1961-2000).

**Figura 17. Escenario cercano (2015-2039) para la precipitación máxima con base en el climograma 1981-2010**



Fuente: UNAM, 1981-2010.

**Figura 18. Escenario cercano (2015-2039) para la precipitación mínima con base en el climograma 1981-2010**



Fuente: UNAM, 1981-2010.

La Figura 18 muestra el escenario cercano (2015-2039) para la precipitación mínima. En el escenario RCP 4.5, en general en todos los modelos disminuye la precipitación, siendo el modelo GFDL-CM3 donde más disminuye la precipitación promedio (0 mm); y en el escenario extremo RCP 8.5, en el modelo CNRMCM5 aumenta la precipitación mínima promedio, y en los modelos GFDL-CM3 y MPI-ESM-LR, la precipitación mínima disminuye a 0 mm.

Los histogramas anteriores presentan una comparación entre la precipitación mínima y máxima durante el período base 1961-2000 y las proyecciones climatológicas para el período 2015-2039. Estas proyecciones incluyen cuatro Modelos de Generación de Clima (MGC) junto con los escenarios RCP 4.5 y 8.5.

Las proyecciones climatológicas revelan diversas anomalías en el clima, abarcando tanto la precipitación como las temperaturas. Los resultados obtenidos de los MGC en sus dos

trayectorias proyectadas ofrecen una visión de cambios sustanciales en el clima. Es importante señalar que estas proyecciones no indican una certeza de ocurrencia, sino más bien posibles futuros escenarios.

Si las medidas no son las adecuadas o no se toman acciones precautorias para estos cambios, suponiendo que las emisiones no disminuyen, estos resultados muestran directrices al alza en las temperaturas mínimas y máximas del municipio, mientras que, para la precipitación, los resultados son muy atípicos de acuerdo con lo proyectado.

En comparación con lo ya documentado dentro del apartado de peligros climáticos pasados, se puede inferir que los cambios seguirán siendo severos en el clima, particularmente en la precipitación, ya que el registro de la precipitación extrema y el aumento de olas de calor que se documentaron en el ARVC en comparación con las proyecciones de los escenarios climáticos, son tendencias que se espera continúen y que incluso vayan en aumento.

## 7. Identificación de los peligros climáticos

Para la identificación de los peligros relacionados al cambio climático, se realizó una revisión de diferentes fuentes institucionales e información hemerográfica. Con la finalidad de comprender las dinámicas y efectos generados en los diversos sistemas.

Dentro los riesgos asociados al cambio climático, recopilados a través de la revisión de diversas fuentes bibliográficas, estudios, proyectos y datos específicos de la localidad de Morelia, permitió identificar una serie de eventos pasados. Estos incluyen episodios de lluvias intensas, granizo, vientos de alta velocidad, niebla densa, periodos de frío extremo, olas de calor prolongadas, sequías, incendios urbanos, incendios forestales, inundaciones y hundimientos, entre otros.

Los peligros identificados pasados han sido un eje para poder trabajar con los peligros actuales que se encontraron. Los resultados del Análisis de Riesgo actual y la revisión, muestran una tendencia al incremento de algunos de los fenómenos hidrometeorológicos, lo cual evidencia la importancia de fortalecer las medidas de adaptación. A continuación se presenta la tabla de los documentos consultados para dicha identificación de riesgos climáticos pasados.

**Tabla 17. Documentos consultados para la identificación de riesgos climáticos pasados.**

Documentos institucionales	Fuentes de información hemerográfica
CENEPRED (2021) Información básica de peligros naturales a nivel municipal	Correa García, A. (2022). Contaminación atmosférica y meteorología en Morelia Michoacán, México. Académica Española.
CONAGUA (1990-2017) Información Estadística Climatológica, Lluvias extraordinarias.	Dominguez Dominguez, J. C. (2021) Resultados y eficiencia de la calidad del aire en la ciudad de Morelia Michoacán durante el año 2018 [Tesis doctorado].

CONAGUA (1990-2019) información Estadística Climatológica, granizo	La Página Noticias (2023) Nota: Azota plaga de roedores a edificios y Plazas de Morelia
CONAGUA (1990-2019) información Estadística Climatológica, niebla.	Periódico Contramuro (2022) Nota: Necesario atender plaga de ratas en Centro Histórico de Morelia.
IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia (2021) Proyecto del Programa Municipal de Gestión de Riesgos y Ordenamiento Territorial de Morelia (inedito).	Periódico El sol de Morelia (2022) Nota: Además de ratas, Morelia tiene plaga de hormigas.
INEGI (1990 -2021), Defunciones registradas (mortalidad general), Mortalidad.	
SEMARNAT, CONAFOR & Comisión Forestal del estado de Michoacán (2015) Diagnóstico fitosanitario forestal del estado de Michoacán.	
SEMARNAT, CONAFOR & Comisión Forestal del estado de Michoacán (2018) Diagnóstico fitosanitario forestal del estado de Michoacán.	

Fuente: Elaboración propia con diversas fuentes de información, 2023.

Los peligros que se identificaron con base en las fuentes anteriores, fueron un eje para poder trabajar con los peligros actuales. Enseguida se enlistan los peligros que se identificaron para el caso de Morelia.

**Tabla 18. Peligros pasados en el municipio de Morelia**

ID	Peligro / Amenaza	Relación al cambio climático	Impactos asociados
1	Lluvias extraordinarias	Los peligros relacionados con el tiempo, el clima y el agua están aumentando en frecuencia e intensidad como consecuencia del cambio climático. Cada vez más, los episodios de lluvias intensas también llevan la huella del cambio climático. A medida que la atmósfera se calienta, retiene más humedad, lo que significa que lloverá más durante las tormentas, aumentando el riesgo de inundaciones (ONU, 2021).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentro de Morelia principalmente el impacto asociado a estas lluvias son las inundaciones en la ciudad.</li> <li>- Peligros sanitarios por desbordamiento de afluentes que contienen aguas residuales.</li> <li>- Factor detonante las lluvias extraordinarias en deslizamientos, un caso específico en la colonia el Quinceo.</li> </ul>
2	Niebla	La niebla es uno de los fenómenos meteorológicos que más reduce la visibilidad en los aeropuertos y carreteras. Está compuesta por pequeñísimas gotitas de agua que están en suspensión en la atmósfera, que reduce la visibilidad horizontal a menos de 1 Km. S. (SENEAM, 2023). Hay varios tipos de niebla en función de su formación. Si se forman por un aumento de vapor son las conocidas como nieblas de evaporación entre las que se encuentran las nieblas de vapor y las nieblas frontales. Esto suele pasar sobre superficies con agua como el mar, lagos, ríos (Álvarez-Castro, 2023).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduce la visibilidad al aeropuerto, carreteras y vías rápidas (de alta velocidad). En carreteras principalmente trayendo como consecuencias accidentes automovilísticos.</li> </ul>
3	Granizo	Como resultado del calentamiento antropogénico, generalmente se anticipa que la humedad de bajo nivel y la inestabilidad convectiva aumentarán, aumentando la probabilidad de granizo y permitiendo la formación de granizos más grandes; la altura de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las afectaciones generalmente a las zonas agrícolas (cultivos).</li> </ul>

		fusión aumentará, mejorando el derretimiento del granizo y aumentando el tamaño promedio de los granizos sobrevivientes; y la cizalladura vertical del viento disminuirá en general, con una influencia limitada en la actividad general de granizo, debido al predominio de otros factores (Meteored, 2022) .	
4	Inundaciones	Las predicciones en el cambio de patrón e intensidad de las lluvias por el cambio climático pronostican inundaciones en varias partes del mundo. Se estima que el 13% de las tierras de América Latina se caracterizan por un drenaje deficiente debido a su fisiografía que propicia la inundación. El mayor peligro lo tienen las plantaciones cercanas a los ríos que no sólo dependen del cambio climático sino también de la ocurrencia de factores ambientales como lluvias intensas, tormentas, desbordamiento de ríos y riego excesivo. De todas maneras, los incidentes por anegamientos e inundaciones han aumentado en su frecuencia y son impredecibles en todo el mundo, sobre todo por precipitaciones erráticas y no estacionales (Fischer, 2021). Además, el crecimiento de las manchas urbanas contribuye a que el los suelos no sean permeables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las inundaciones se presentan en la ciudad, sobre todo en Colonias la Jaujilla, Las Higueras, Ejidal Tres Puentes, Carlos Salazar, Primo Tapia Oriente, Ventura Puente, Nueva Chapultepec, Molino de Parras entre otras.</li> <li>- Daños en las viviendas por inundación.</li> <li>- Peligros sanitarios por desbordamiento de afluentes que contienen aguas residuales.</li> </ul>
5	Heladas	<p>Debido al aumento de temperatura en el ártico, las masas de aire provenientes de esta zona, han afectado cada vez con mayor frecuencia los países en el norte del continente americano y asiático (Cohen et. al., 2021)</p> <p>El aumento de las temperaturas globales puede alterar los patrones de circulación atmosférica, lo que a su vez puede llevar a cambios en la distribución de sistemas de alta y baja presión. Estos cambios pueden resultar en la entrada de masas de aire frío en áreas donde normalmente no se esperarían heladas, lo que podría dar lugar a condiciones de helada en lugares inusuales (Carril y Núñez 1999)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las heladas a nivel local, provocan disminución o pérdidas significativas en las cosechas en los cultivos altamente rentables como los frutales y cultivos anuales de seguridad alimentaria, afectando la economía familiar campesina.</li> <li>- Enfermedades en la población como gripe y bronquitis IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia (2021).</li> </ul>
6	Ola de calor	<p>El cambio climático está provocando un aumento mundial en las temperaturas promedio de todos los territorios del mundo por lo que temperaturas más cálidas aumentan la probabilidad de que ocurran eventos de calor extremo (ONU, 2019).</p> <p>Las olas de calor cada vez son más más frecuentes, prolongados e intensos, ya que las concentraciones de gases de efecto invernadero llevan a un aumento de las temperaturas globales (ONU, 2019)</p> <p>Alteración de los patrones climáticos: El cambio climático también puede alterar los patrones climáticos, lo que puede llevar a la persistencia de sistemas de alta presión que atrapan el calor en una región durante períodos más largos, exacerbando las olas de calor (ONU, 2019).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las ondas de calor que se presentan en las sequías pueden causar la muerte de animales por deshidratación al igual que en los humanos. Deshidratación, mareos y dolores de cabeza en la población IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia (2021).</li> <li>- Las olas de calor más frecuentes y severas pueden tener consecuencias graves para los ecosistemas y la biodiversidad. También representan riesgos para la salud humana, ya que pueden causar problemas de salud como golpes de calor, deshidratación y otros efectos relacionados con el calor</li> <li>- Aumento del consumo energético por el uso de aire acondicionado y ventiladores</li> </ul>

7	Sequía	<p>De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013), las tendencias previstas para el siglo XXI como resultado del cambio climático indican una menor disponibilidad natural de agua en muchas regiones del mundo (Ortega-Gaucin et al., 2018)</p> <p>El cambio climático global ha provocado de forma gradual, la intensificación de la variabilidad climática natural, con un aumento en la frecuencia y severidad de los fenómenos hidrometeorológicos extremos como las sequías y las inundaciones (Ortega-Gaucin et al., 2018)</p>	<p>-Las condiciones de sequía grave pueden afectar negativamente la calidad del aire. Durante las sequías, hay un riesgo mayor de incendios forestales en la zona sureste del municipio y tormentas de polvo al norte, por lo que el aumento en la concentración de partículas suspendidas en el aire debido a estos eventos puede irritar los conductos bronquiales y los pulmones, empeorando las enfermedades respiratorias crónicas y aumentando el riesgo de infecciones respiratorias como la bronquitis y la neumonía (Ortega-Gaucin et al., 2018).</p> <p>-Desertificación</p> <p>-Daños y pérdidas en la producción agrícola</p> <p>-Daños y pérdidas en la ganadería</p> <p>-Disminución de la seguridad alimentaria</p>
8	Isla de calor urbana	<p>Las ciudades modifican drásticamente el entorno cambiando los usos de suelo agrícolas y forestales y sustituyéndolos por obras de infraestructura y equipamiento urbano; así como conjuntos habitacionales, dando lugar a que se presenten características y fenómenos climáticos particulares como: aumento de la temperatura debido al almacenamiento de calor en las construcciones y las calles, incremento de las superficies no permeables y cambios en la humedad atmosférica debido a la reducción de la evapotranspiración de agua a través de la vegetación por la falta de áreas verdes y vegetación, entre otros (Mora, 2017). Estas modificaciones climáticas propician la aparición de islas de calor urbanas, las cuales debido al aumento de temperaturas por el cambio climático se presentan con mayor intensidad y frecuencia.</p>	<p>Los impactos en la ciudad de Morelia por el fenómeno de isla de calor incluyen: el aumento en el consumo energético para enfriar, aumento de enfermedades infecciosas por la proliferación de bacterias en alimentos, aumento en la población de mosquitos vectores del dengue, Chikunguña, zika, etc. y por último aumento en los casos de golpes de calor en especial en adultos mayores y niños (Mora, 2017).</p>
9	Incendios forestales	<p>El aumento de las temperaturas debido al calentamiento global pueden provocar incendios forestales que liberan grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, contribuyendo aún más al calentamiento global generando un círculo de retroalimentación (UNAM, 2019; SEMARNAT, 2018)</p>	<p>-Disminución y pérdida de cobertura vegetal en es especial de los bosques ubicados al sur y sureste del municipio</p> <p>-Disminución de la calidad del aire y generación de gases de efecto invernadero</p> <p>-Daños a la salida por emisiones de partículas suspendidas y gases contaminantes</p>
10	Susceptibilidad de laderas	<p>La susceptibilidad de laderas son desplazamientos de grandes volúmenes de material superficial ladera abajo (a favor de la pendiente) por acción directa de la fuerza de la gravedad, hasta encontrar un punto de reposo. Este tipo de fenómeno es más propenso a ocurrir en la época de lluvias o durante actividad sísmica (Farfán 2010). Los asentamientos humanos y actividades vinculadas a la deforestación y modificaciones de uso de suelo son algunos de los principales factores de origen antrópico que causan deslizamientos de laderas, por lo tanto las lluvias más intensas y de larga duración como efecto del cambio climático, el riesgo a deslizamientos podría incrementarse (Froude y Petley, 2018; Naranjo et al., 2019, citado por SEMARNAT, 2021)</p>	<p>-La amenaza por procesos de remoción en masa se encuentran cercanos a las colonias la Loma, Altozano, Ocolusen y Club Campestre entre otras, cerro de la Aguililla, los cerros de las tetillas y a las localidades como Atécuaro, Nieves y Tirio.</p> <p>-El tipo de geología, geomorfología, pendiente y vegetación son variables que están relacionadas para que se detone la susceptibilidad de laderas, además de tener la presencia de factores desencadenantes como fuertes precipitaciones, fallas y sismos.</p> <p>-Deslizamientos que causan daños en viviendas, tal fue el caso del Quinceo en Morelia por arrastre de sedimentos.</p>

11	Hundimientos	El término genérico de subsidencia hace referencia al hundimiento paulatino de la corteza terrestre, continental o submarina (IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia, 2021). Con el aumento de las temperaturas a causa del cambio climático y el crecimiento poblacional, la demanda de agua se incrementa en las ciudades y con ello la extracción de mantos acuíferos, trayendo con ellos la inestabilidad de los suelos y creando hundimientos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Específicamente en la ciudad de Morelia se han presentado hundimientos del suelo que van de 0.1 a 15 centímetros.</li> <li>-Los valores más altos de hundimientos se han presentado en la zona norte de la ciudad de Morelia en la zona de Torreón Nuevo y el Realito.</li> <li>-Fracturas y daños en viviendas, equipamiento e infraestructura.</li> <li>- La demanda del recurso hídrico en Morelia ha producido una mayor explotación de los mantos acuíferos y, por consecuencia, el aumento de subsidencia en la superficie.</li> </ul>
12	Enfermedades transmitidas por vectores	Los vectores son organismos vivos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas (OMS, 2020). El cambio climático, con el aumento de temperaturas, sequías, inundaciones, precipitaciones, está provocando alteraciones en el comportamiento del ciclo de insectos como los mosquitos y las garrapatas, así también su incremento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo por enfermedades de dengue en temporada de lluvias</li> <li>-Casos de muerte por fiebre del dengue hemorrágico</li> </ul>
13	Descortezadores	Los descortezadores son pequeños escarabajos que viven debajo de la corteza del árbol y se alimentan del tejido que conduce los nutrientes del mismo, provocando frecuentemente la muerte del arbolado (CONAFOR, 2022). Los brotes de escarabajos descortezadores en los bosques templados del centro del país están relacionados con las sequías, lo que sugiere que los efectos del cambio climático podrían exacerbar la magnitud de su impacto en términos de árboles muertos (Gómez-Pineda & Ramírez, 2023).	-Pérdida de vegetación arbórea en bosques por descortezadores.
14	Plagas por roedores	El aumento en la temperatura, provocado por la urbanización y el cambio climático, ha facilitado que organismos como ratas, mosquitos, arácnidos se adapten a estos ecosistema y se reproduzcan con mayor rapidez, convirtiéndose en plagas que pueden representar daños a la salud humana (UDG, 2023) .	- La plaga de ratas en la ciudad es un peligro asociado con la salud de los humanos, pueden transmitir enfermedades como salmonelosis, tuberculosis.
15	Partículas <a 10 MUG/M3 (PM10)	Las PM10 se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2.5 y 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023).	-La exposición prolongada o repetitiva a las PM10 puede provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de la persona, no obstante son menos perjudiciales que las PM2.5.
16	Partículas <a 2.5 MUG M3 (PM2.5)	Las PM2.5 son partículas muy pequeñas en el aire que tiene un diámetro de 2.5 micrómetros (aproximadamente 1 diezmilésimo de pulgada) o menos de diámetro. Es una mezcla que puede incluir sustancias químicas orgánicas, polvo, hollín y metales. Estas partículas pueden provenir de los automóviles, camiones, fábricas, quema de madera y otras actividades (OEHHA, 2023).	- Al igual que las PM10, las PM2.5 pueden provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de las personas.

**Fuente:** Elaboración propia con diversas fuentes de información, 2023.

## 8. Peligros climáticos y su nivel de riesgo

Los peligros pasados identificados para el municipio de Morelia, sirvieron como base para realizar el análisis de su comportamiento al paso de los años e identificar si en la actualidad y en el futuro podrían seguir aumentando o disminuyendo. Enseguida se muestra una tabla donde se identifican los peligros con su respectiva temporalidad y eventos ocurridos, los cuales sirvieron para hacer los cálculos de caracterización de cada uno de los peligros y ver qué tanto podrían afectar a futuro en el municipio.

**Tabla 19. Número de eventos a través del tiempo de los peligros en el municipio de Morelia**

ID	Peligro	Rango de años	Número de años	Eventos ocurridos	Comentarios
1	Lluvias extraordinarias	1990-2019	30	647	Número de tormentas
2	Niebla	1990-2019	30	1603	Tomando como valor máximo la caseta con más eventos
3	Granizo	1990-2019	30	71	Tomando como valor máximo la caseta con más eventos
4	Inundaciones	2015-2020	6	33	Documento oficial de CENAPRED
5	Heladas	1953-2011	59	45	Número días con temperatura con menos de 0°C
6	Ola de calor	1935-2011	77	143	Tres días seguidos o más con temperaturas arriba 32.2°C
7	Sequía	2005-2023	19	127	En este caso se tomaron el total de las sequías de moderada a sequía excepcional por año.
8	Isla de calor urbana	Para el cálculo de este apartado se tomó en cuenta un estudio que realizó Mora (2017) para la ciudad de Morelia, en donde se realizaron mediciones durante un año de temperatura superficial y atmosférica, por lo que únicamente se tienen registros temporales horarios, diarios y mensuales durante un periodo de un año			
9	Incendios forestales	2018-2022	5	363	Número de incendios forestales identificados para Morelia del portal de CONAFOR.
10	Susceptibilidad de laderas	En este caso particular se tomó en cuenta el estudio que se realizó por el IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia en el 2021, sobre los procesos de remoción en masa, por ello es que no se toma en cuenta una temporalidad, sólo se identifican aquellas zonas que son más propensas a susceptibilidad de laderas.			
11	Hundimientos	Para los hundimientos se tomó en cuenta un estudio que realizó Hernández Madrigal, Garduño Monroy y Ávila Olivera 2011 citado por el IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia en el 2021, donde se tiene el registro de 55 puntos con desplazamientos en los hundimientos en un lapso de 5 años (2005 al 2010). Por lo tanto este estudio se utilizó para medir el nivel de riesgo del peligro.			
12	Enfermedades transmitidas por vectores	2013-2023	11	5	Eventos registrados de defunciones por dengue recuperado en INEGI y notas hemerográficas relacionadas con noticias sobre contagios por dengue.
13	Descortezadores	2015-2020	6	3	Eventos identificados en documentos de SEMARNAT, CONAFOR & Comisión Forestal del estado de Michoacán.
14	Plagas por roedores	2022-2023	2	2	Eventos registrados en fuentes hemerográficas sobre todo noticias.

15	Partículas <a 10 MUG/M3 (PM10)	2018-2021	4	2	Registro de promedio de partículas por año, estos datos recuperados de estudios realizados para Morelia.
16	Partículas <a 2.5 MUG M3 (PM2.5)	2015-2021	7	6	Registro de promedio de partículas por año, estos datos recuperados de estudios realizados para Morelia.

Fuente: Elaboración propia con diversas fuentes de información, 2023.

### 8.1. Peligro climático por tormentas

Se utilizaron los registros de las 5 casetas con datos de 1990 a 2019. En la Tabla 5 se presentan el número de días con tormentas por año.

Tabla 20. Número de tormentas por año

Año	Colegio Tarimbaro	Morelia Hospital Civil	Morelia Nueva Chapultepec	Jesús del Monte	San Miguel del Monte
1990	22	55	0	0	0
1991	22	1	8	6	6
1992	9	58	1	2	2
1993	14	42	2	3	3
1994	24	28	5	1	1
1995	24	37	24	3	3
1996	14	18	13	6	6
1997	10	42	0	16	16
1998	0	13	0	19	19
1999	1	20	0	2	2
2000	0	12	0	0	0
2001	0	9	0	11	11
2002	2	8	61	0	0
2003	0	4	0	0	0
2004	93	5	0	0	0
2005	4	25	0	0	0
2006	0	12	0	0	0
2007	0	7	1	0	0
2008	0	1	2	0	0
2009	0	1	0	0	0
2010	10	0	3	0	0
2011	8	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	7	0	0	0

2014	5	8	0	0	0
2015	4	10	0	0	0
2016	2	4	0	0	0
2017	0	17	0	-	0
2018	9	0	0	-	0
2019	5	-	0	-	0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 2023.

Con los datos anteriores se tomó el número más alto de tormenta registrado en las casetas y con ello se realizó el análisis para obtener la probabilidad del peligro donde el resultado fue elevado. A pesar de no tener más registros actuales las tormentas, estas siguen latentes cada año presentes en el municipio y que además dan consecuencia las inundaciones en la ciudad de Morelia. En la tabla 21 se aprecian las características de el peligro por tormenta son un peligro que se debe prestar atención.

**Tabla 21. Peligro climático por tormentas y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Tormentas
Probabilidad del peligro	Elevada
Consecuencia	Grave
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Inmediato
Sectores e infraestructura afectada	-Asentamientos humanos. Asentamientos en zonas de riesgo de inundación o que se encuentren cerca de los lechos de ríos, así como en cañadas. Asentamientos irregulares, viviendas precarias -Movilidad cotidiana -Sector agrícola -Sector ganadero -Sector de comunicaciones y transporte -Comercio
Magnitud del efecto	Alta
Grupos vulnerables	Personas en situación de calle, asentamientos con viviendas precarias, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas. Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021

En los últimos años, las lluvias máximas han aumentado su intensidad debido al impacto del cambio climático. Los daños han sido más severos en las comunidades situadas en áreas de peligro, como pendientes empinadas, localidades cercanas a zonas naturales protegidas o próximas a cursos de agua.

## 8.2. Peligro climático por niebla

Para el caso del peligro climático por niebla como se mencionó en la tabla 19 se tomaron de las casetas el valor máximo de nieblas por cada año registrado de 1990 a 2019. Con esto se obtuvo que la probabilidad de peligro es elevada, sin embargo este peligro su magnitud no es alta, sin embargo en la ciudad no se han reportado accidentes o enfermedades relacionadas con la niebla.

Tabla 22. Peligro climático por niebla y su nivel de riesgo

Caracterización del peligro	Clasificación de la niebla
Probabilidad del peligro	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Sin cambios
Escala de tiempo	Corto plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Transporte terrestre local, regional -Transporte aéreo nacional e internacional
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Adultos mayores y personas con afecciones respiratorias.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Morelia enfrenta un escenario complejo en relación a la niebla y los peligros que esta puede representar. La topografía montañosa de la región, combinada con los efectos del cambio climático, ha aumentado la presencia y la densidad de la niebla en la zona. Este fenómeno climático puede tener consecuencias significativas para la seguridad y la calidad de vida de los habitantes.

En primer lugar, la niebla reduce la visibilidad de manera drástica, lo que conlleva riesgos para la conducción vehicular y la movilidad en general. Las carreteras sin la debida señalización y precaución pueden volverse peligrosas, aumentando el potencial de accidentes de tráfico. Además, en zonas urbanas densamente pobladas como Morelia, la niebla puede ocultar obstáculos en las calles, lo que aumenta el riesgo de caídas y lesiones para los peatones.

Por otro lado, la niebla también puede afectar la infraestructura y los servicios básicos de la ciudad. En lugares con altos niveles de humedad causados por la niebla persistente, los materiales de construcción pueden deteriorarse más rápidamente, lo que podría tener impactos negativos en la durabilidad de edificios e infraestructuras. Además, la humedad generada por la niebla podría contribuir al crecimiento de moho y hongos, lo que afecta la calidad del aire en interiores y la salud de los residentes.

En conclusión, la niebla en Morelia plantea desafíos significativos en términos de seguridad vial, movilidad urbana y mantenimiento de la infraestructura. La adaptación y la implementación de medidas de precaución son esenciales para mitigar los peligros asociados con este fenómeno climático en la ciudad y garantizar un entorno más seguro y habitable para todos.

### 8.3. Peligro climático por granizo

Lo que respecta al peligro climático por granizo, estos principalmente afecta a la agricultura, ya que a los cultivos les produce daños en sus tallos y en muchas ocasiones se pueden perder los cultivos, en la tabla siguiente se describe más de sus afectaciones. El análisis de este peligro resultó tener una probabilidad de peligro moderado, sin embargo su presencia puede llegar a afectar a varios grupos vulnerables.

**Tabla 23. Peligro climático por granizo y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación del granizo
Probabilidad del peligro	Moderada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Inmediato
Sectores e infraestructura afectada	-Asentamientos humanos. Asentamientos irregulares, viviendas precarias -Movilidad cotidiana -Sector agrícola -Sector ganadero -Sector transporte -Comercio
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Personas en situación de calle, asentamientos con viviendas precarias, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas. Colonias y localidades con grado de marginación alto.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Los efectos del fenómeno climático del granizo comparten similitudes con los ocasionados por lluvias torrenciales y tormentas. Hasta el momento, en Morelia no se han observado daños graves en la infraestructura urbana, aunque sí se ha impactado la fluidez del tráfico en la ciudad. En las áreas destinadas a la agricultura, la presencia de granizo podría generar problemas en la cosecha de ciertos cultivos.

Si se llegaran a producir episodios de magnitud moderada a alta, los segmentos poblacionales más vulnerables incluyen a aquellos que residen en zonas propensas a riesgos, personas en situación de calle y comunidades de bajos recursos. Estos grupos serían los más perjudicados en caso de eventos climáticos significativos.

#### 8.4. Peligro climático por inundaciones

A pesar de que el peligro climático por inundaciones su probabilidad resultó moderada, este es un peligro latente en la ciudad de Morelia, debido a la mala planeación urbana. Las afectaciones que se viven por este peligro principalmente afectan a las personas que habitan cercana a los ríos y cañadas, además que en ciertas vialidades principales este fenómeno se hace presente como por ejemplo en Av. Camelinas. La tendencia es que este peligro siga a la alza si no se atiende en mejorar la infraestructura hidráulica y generar estrategias de mitigación en las nuevas urbanizaciones.

**Tabla 24. Peligro climático por inundaciones y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de las inundaciones
Probabilidad del peligro	Moderada
Consecuencia	Grave
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Inmediato
Sectores e infraestructura afectada	-Asentamientos humanos. Asentamientos en zonas de riesgo de inundación o que se encuentren cerca de los lechos de ríos, así como en cañadas. Asentamientos irregulares, viviendas precarias -Movilidad cotidiana -Sector agrícola -Sector de comunicaciones y transporte -Comercio
Magnitud del efecto	Alta
Grupos vulnerables	Personas en situación de calle, asentamientos con viviendas precarias, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas. Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Las inundaciones superficiales se han convertido en una preocupación fundamental debido a su impacto directo en la vida cotidiana de los residentes y en la infraestructura urbana. La topografía variada de la región, con zonas bajas y pendientes pronunciadas, junto con las precipitaciones irregulares y los eventos climáticos extremos exacerbados por el cambio climático, contribuyen a la aparición de inundaciones repentinas en diferentes partes de la ciudad. Estas inundaciones pueden resultar en daños a las calles, edificios y sistemas de drenaje, lo que a su vez afecta la movilidad, el acceso a servicios básicos y la calidad de vida de los ciudadanos.

#### 8.5. Peligro climático por heladas

En el análisis del peligro climático por heladas resultó la probabilidad baja, pero sin embargo si se presentan las afectaciones principalmente son para las personas que viven en situación de calle, personas que habitan viviendas precarias y a cultivos. Se estima que este peligro aumentará su intensidad ( ver tabla 25), justo por el cambio climático que se vive actualmente.

**Tabla 25. Peligro climático por heladas y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de las heladas
Probabilidad del peligro	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Sin cambios
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Mediano plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Sector agrícola -Sector ganadero -Comercio
Magnitud del efecto	Baja
Grupos vulnerables	Personas en situación de calle, personas que viven en viviendas precarias. Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Aunque la probabilidad, consecuencia y magnitud de las heladas en el municipio de Morelia, Michoacán, se consideran bajas, es importante no subestimar los peligros asociados a este fenómeno climático. A pesar de que la región goza en su mayoría de un clima templado, las fluctuaciones inesperadas de temperatura durante los meses más fríos pueden generar condiciones propicias para la formación de heladas. Aunque los episodios helados pueden ser menos frecuentes en comparación con otras regiones, su impacto puede ser significativo, especialmente en sectores sensibles como la agricultura y la infraestructura urbana.

Aunque la probabilidad de heladas puede ser baja, su consecuencia directa en la seguridad alimentaria local es un aspecto crítico a considerar. Además, las infraestructuras y sistemas de riego en las áreas rurales podrían sufrir daños, aumentando los costos de producción y comprometiendo la sustentabilidad agrícola. En el entorno urbano, las heladas, aunque poco frecuentes, pueden generar problemas en la movilidad y la seguridad de los residentes. Las calles y aceras resbaladizas pueden aumentar el riesgo de accidentes y lesiones, lo que subraya la necesidad de prestar atención incluso a fenómenos climáticos considerados de baja probabilidad en la planificación de la gestión de riesgos y la seguridad ciudadana.

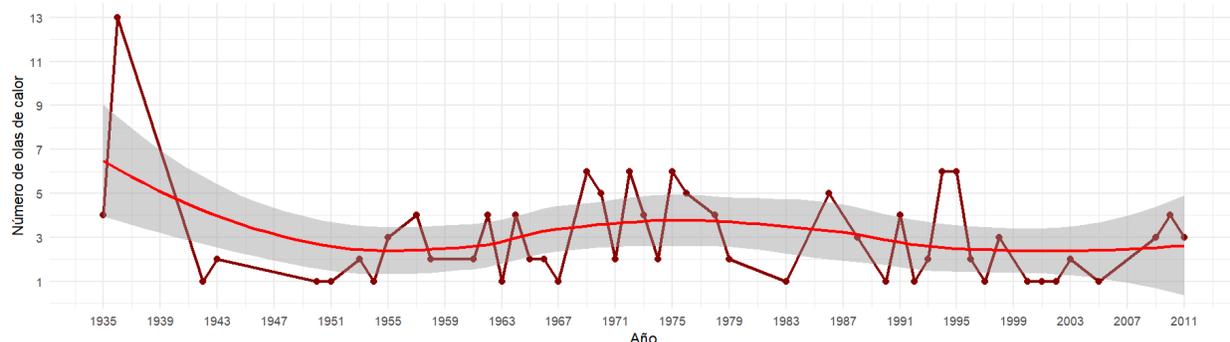
### **8.6. Peligro climático por olas de calor**

Una ola de calor se define como un periodo de tres o más días seguidos con una temperatura alta por arriba de un umbral definido el cual sea considerado atípico para la zona. En el caso de

Morelia no hay definido un umbral de temperatura sin embargo la Organización Meteorológica Mundial define este umbral en 32.2 °C (Jáuregui, 2009).

Bajo la premisa anterior, en el municipio se han presentado olas de calor en promedio aproximadamente 3 veces al año (Figura 19).

**Figura 19. Olas de calor de 1935-2011**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos climáticos del CICESE, 1935-2011.

A pesar de que la probabilidad sea moderada (ver tabla 27) de las olas de calor, no deja de ser importante, porque como ya se ha mencionado anteriormente el cambio climático está provocando el aumento mundial de las temperaturas y cada vez son más frecuentes. Es importante mencionar también que la escasa vegetación dentro de la ciudad de Morelia ha contribuido también al efecto de isla de calor urbana.

**Tabla 26. Peligro climático por olas de calor y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de las olas de calor
<b>Probabilidad del peligro</b>	Moderada
<b>Consecuencia</b>	Baja
<b>Frecuencia prevista</b>	Aumento
<b>Intensidad prevista</b>	Aumento
<b>Escala de tiempo</b>	Corto plazo
<b>Sectores e infraestructura afectada</b>	-Sector agrícola -Sector ganadero -Asentamientos humanos. Las olas de calor se pueden ver potenciadas por el efecto de isla de calor urbana -Sector forestal. Aumento en el riesgo de incendios
<b>Magnitud del efecto</b>	Baja
<b>Grupos vulnerables</b>	Personas en situación de calle, asentamientos con viviendas precarias, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas. Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

A pesar de que Morelia tiende a tener un clima templado, las olas de calor pueden manifestarse ocasionalmente, trayendo consigo períodos prolongados de temperaturas extremadamente altas. Aunque no sean tan comunes como en regiones más cálidas, estos eventos pueden tener un impacto notable en la salud, la infraestructura y la calidad de vida de la población.

### 8.7. Peligro climático por sequía

Un adicional riesgo climático que se suma a las oscilaciones térmicas y la limitada precipitación en la región es la sequía. Esta se define como lapsos en los cuales se presenta una insuficiencia en la disponibilidad de agua. En cuanto a la información acerca de los episodios de sequía registrados en el Monitor de Sequía en México para el área de Morelia, se han recopilado los siguientes datos correspondientes al período comprendido entre 2003 y 2023.

Es importante tener en cuenta que los efectos del cambio climático son globales y pueden variar según la región. Algunos posibles impactos del cambio climático en Morelia podrían incluir:

1. Aumento de temperaturas: se espera que las temperaturas promedio aumenten en todo el mundo debido al cambio climático. Esto podría resultar en un aumento en las temperaturas máximas y mínimas en Morelia, lo que agravaría las condiciones de calor extremo en verano.
2. Cambios en los patrones de precipitación: El cambio climático también puede afectar los patrones de lluvia. Si bien los modelos climáticos pueden presentar variaciones en sus proyecciones, algunas regiones pueden experimentar una disminución en la precipitación.
3. Mayor riesgo de sequías: Como resultado de la disminución de la precipitación y el aumento de las temperaturas, existe un mayor riesgo de sequías prolongadas en la región. Esto podría tener un impacto en la agricultura y el suministro de agua.

En relación con los datos de sequía reportados en el Monitor de Sequía en México (MSM) para Morelia se analizaron datos reportados desde enero de 2006 a junio de 2023, en la Tabla 17 se muestran las categorías que maneja el monitor de sequía.

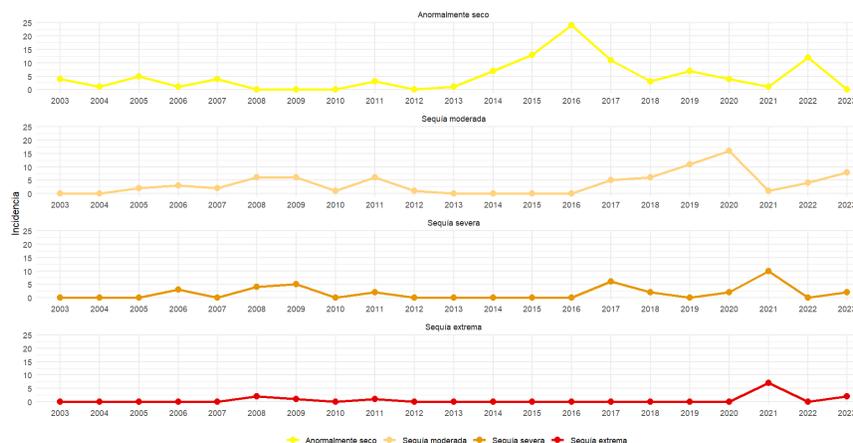
**Tabla 27. Categoría de la sequía. Fuente: Monitor de Sequía en México.**

Clave intensidad de sequía	Intensidad de sequía	Descripción
----------------------------	----------------------	-------------

D0	Anormalmente seco	Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
D1	Sequía moderada	Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
D2	Sequía severa	Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
D3	Sequía extrema	Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
D4	Sequía excepcional	Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (MSM), 2023b.

Figura 20. Sequías registradas en el municipio de Morelia, Michoacán. Fuente: Monitor de Sequía en México.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (MSM), 2023c.

Según los datos obtenidos del Monitor de Sequía de México (MSM) para Morelia, se identificó que los años 2008, 2009, 2011 tuvieron al menos un evento de sequía extrema, en cuanto al año 2021 fue el año que tuvo mayor ocurrencia de sequías extremas con 7, en el caso del 2023 al corte del 31 de julio han ocurrido 2 eventos.

En el caso de las sequías severas el año en donde ocurrieron los mayores eventos fue el 2021 coincidiendo con el año de mayor ocurrencia de eventos de sequías extremas con 10 eventos. En la serie de tiempo de la figura 15 se pueden observar 3 secuencias de eventos de sequías severas correspondientes a los años 2008-2009, 2017-2018, 2020-2021 tendiendo a aumentar la incidencia y frecuencia de los mismos.

Los eventos de sequías moderadas ocurrieron mayormente en el 2020 con 16 eventos. En la serie de tiempo de la figura 15 se pueden observar 2 grandes secuencias de eventos de sequías moderadas correspondientes a los años 2005-2009, 2017-2020 siendo esta última secuencia la de mayor número de eventos acumulados.

No obstante, las temporadas anormalmente secas han sido más constantes, con el año 2016 destacando por registrar 24 eventos de este tipo, la mayor cantidad de eventos en el período de estudio.

Al igual que el peligro climático por olas de calor las sequías son un fenómeno que ha ido incrementando a nivel mundial debido al cambio climático. Si recordamos la figura 15 de sequías registradas en el municipio de Morelia se observa que la tendencia apunta a que las sequías seguirán presentes y posiblemente a la alza. Si aumentará las sequías en Morelia afectarían gravemente los cultivos (ver tabla 28) y con ello la escasez de alimentos para la población.

**Tabla 28. Peligro climático por sequía y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de la sequía
Probabilidad del peligro	Moderada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Corto plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Sector agrícola -Sector ganadero -Sector forestal -Comercio
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Las sequías, con una probabilidad moderada de ocurrencia pero una consecuencia y magnitud consideradas medianas en el municipio de Morelia, Michoacán, plantean desafíos sustanciales para la seguridad hídrica, la agricultura y la economía local. Aunque Morelia no se encuentra en una región árida, las sequías pueden manifestarse en momentos críticos y tener un impacto significativo en varios aspectos de la vida de la comunidad.

### **8.8. Peligro climático por la isla de calor urbana**

Las ciudades modifican drásticamente el entorno debido a la sustitución drástica de los sistemas

originales por obras de infraestructura urbana como conjuntos habitacionales y carreteras, dando lugar a que se presenten características y fenómenos climáticos particulares tales como:

- Aumento de la temperatura debido al almacenamiento de calor en las construcciones y las calles
- Incremento de las superficies impermeables ya que, en su mayoría, las calles no permiten la infiltración de agua al suelo
- Aumento en los contaminantes atmosféricos
- Cambios en la humedad atmosférica debido a la reducción de la evapotranspiración de agua a través de la vegetación por la falta de áreas verdes y vegetación
- Cambios en la circulación de las corrientes de aire debido a las turbulencias generadas por la obstrucción del flujo de aire por edificios y estructuras

Estas modificaciones climáticas dan lugar a un fenómeno conocido como Isla de Calor Urbana (ICU), el cual produce mayores temperaturas en el aire y en las superficies dentro de las ciudades en comparación con las zonas naturales y rurales circundantes. Este fenómeno se relaciona principalmente con la alta densidad de urbanización, la alta absorción térmica de los materiales de construcción presentes en la ciudad, la escasez de espacios verdes, las características morfológicas de las calles, y el calor antropogénico liberado por industrias y vehículos (Alchapar et al., 2012; Oke et al., 1991 citado por Mora, 2017).

La isla de Calor se mide en Intensidad de Isla de Calor Urbana (IICU) la cual se define como la diferencia de temperatura entre las zonas urbanas respecto a las áreas rurales o naturales, es decir que tanto es más caliente la ciudad respecto de sus alrededores (Mora, 2017).

A continuación, se presentan datos de intensidad de isla de calor urbana superficial en la ciudad de Morelia presentados por Mora (2017) y variables térmicas asociadas obtenidas a través de las bandas térmicas de imágenes satelitales provistas por el satélite Landsat 8, las cuales son capaces de detectar la temperatura de la superficie terrestre en grados centígrados.

**Tabla 29. Intensidad de isla de calor urbana superficial en la ciudad de Morelia y variables térmicas asociadas**

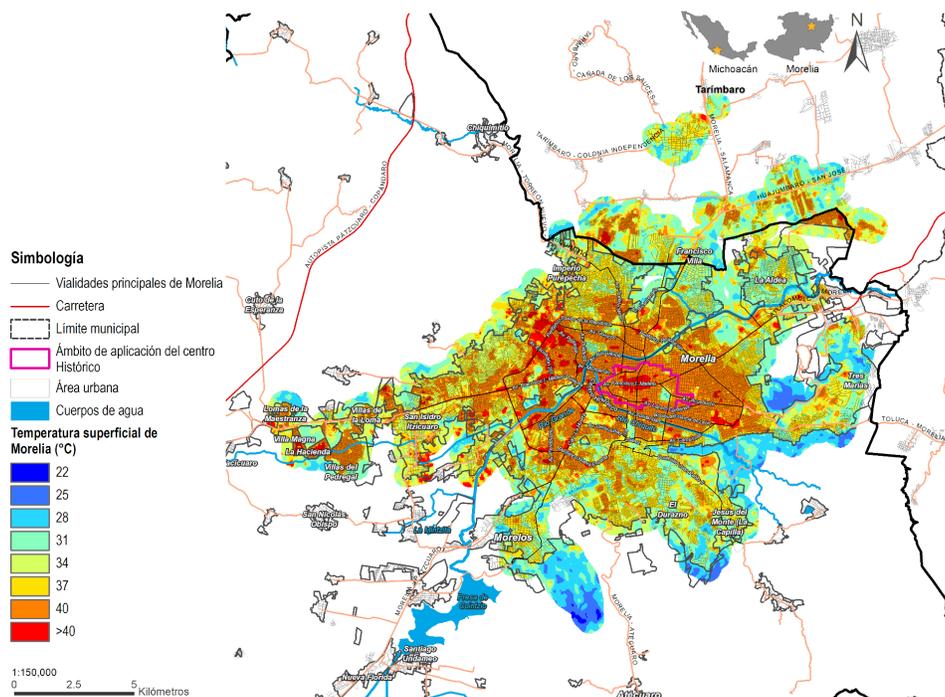
Fecha	T. min	T. max	Temperatura promedio	T. en zonas urbanas	T. en zonas suburbanas	T. zonas rurales	T. en áreas verdes	T. en terrenos baldíos	IICU**
27/07/15	7.9	37.5	25.7	29.9	25.8	22.9	21.3	25.1	7
05/08/15	13.4	39.8	27.8	31.5	28	25.4	23.1	26.4	6.2
22/09/15	15.3	42.8	30.1	34.4	30.8	27.2	23.4	29.2	7.2
15/10/15	14.2	38.9	27.1	30	27.9	25.6	21.7	26.2	4.4
16/11/15	15.6	39.9	29.3	30.5	30	28.5	23.3	27.9	1.9
11/12/15	9.4	33.4	23.7	24.4	24.4	23.4	18.1	22.9	1

19/01/16	12.8	39.5	26.8	26	27.5	27.5	20.1	26.6	-1.4
04/02/16	15.8	45.2	31.7	30.5	32.5	32.7	24.5	31.4	-2.3
16/03/16	13.2	49.2	36.1	36	35.9	36.8	29.6	36.2	-0.7
08/04/16	26.2	53.6	40.8	39.9	41.4	41.7	34.4	39.6	-1.8
03/05/16	29.6	58	46.7	45.5	47	48	40.6	45	-2.5
<p>T: Temperatura promedio. IICU: Intensidad de isla de calor urbana promedio.  <b>Fuente:</b> Mora (2017)</p>									

En el siguiente mapa se observa la distribución de las islas de calor que se tienen en la ciudad de Morelia.

Con la cartografía térmica (Mapa 16), fue posible identificar de manera general las zonas de mayor vulnerabilidad, entre las cuales destacan los sitios con las siguientes condiciones y ubicación:

- Zonas sin vegetación arbórea y/o en donde el suelo queda al descubierto.
- Zonas con grandes estacionamientos: ej. centros comerciales, el estadio Morelos, las Américas.
- Calles, avenidas y cruces de avenidas con más de dos carriles y sin vegetación en banquetas o camellones: ej. periférico, salida a Salamanca, salida a Charo, etc.
- Zonas altamente densificadas sin vegetación arbórea: ej. Col Eduardo Ruiz, Guadalupe y Jardines de Guadalupe, entre otras.
- Zonas con alta exposición a la radiación solar debido a su topografía como las colonias ubicadas a las faldas del cerro del Quinceo: ej. Col. Quinceo, Ciudad Jardín, San Isidro, entre otras.
- Centro de la ciudad de Morelia.



**Mapa 16. Isla de calor urbana superficial**

Fuente: Mora, 2017

Con lo anterior se determina que existe latente el peligro climático de la isla de calor, como se aprecia en el mapa anterior la isla de calor se presenta principalmente en la zona urbana, por ello la clasificación de la probabilidad del peligro es alta (ver tabla 30). En lo que es la intensidad prevista de este peligro será en aumento, ya que la mancha urbana sigue expandiéndose y con ello reduciendo la vegetación natural y arbórea de la zona periurbana, además de que se tiene el problema de carencia de arbolado en las calles en la ciudad de Morelia.

**Tabla 30. Peligro climático por la isla de calor urbana y su nivel de riesgo**

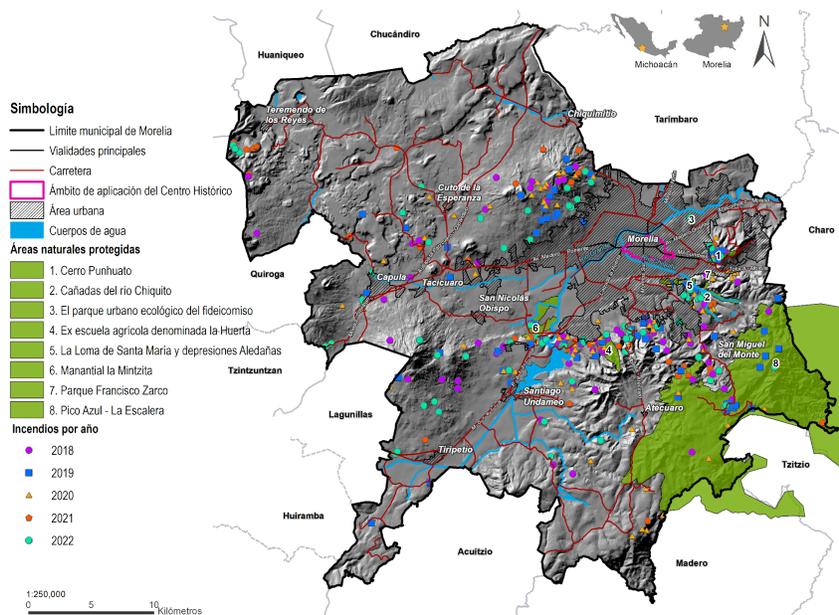
Caracterización del peligro	Clasificación de la isla de calor urbana
Probabilidad del peligro	Alta
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Corto plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Asentamientos humanos

	-Sector comercial
<b>Magnitud del efecto</b>	Alta
<b>Grupos vulnerables</b>	En general afectaría en general a toda la población urbana pero más a las colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

### 8.9. Peligro climático por incendios forestales

Los incendios forestales en Morelia son muy frecuentes sobre todo en temporada donde las temperaturas son elevadas, muchos de estos incendios son provocados por los descuidos de las personas y en ocasiones con la finalidad de hacer cambios de uso de suelo. En el Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (SPPIF) de México, desarrollado en conjunto CONAFOR y CONACYT, permite evaluar en tiempo casi real los conglomerados de puntos de calor e incendios forestales activos y mapear en tiempo casi real la superficie aproximada de los mismos a partir de los perímetros de conglomerados de puntos de calor. Para Morelia se detectaron incendios desde el 2018 a 2022 , en el mapa 17 se puede apreciar que la mayoría de puntos coinciden en las mismas zonas.



**Mapa 17. Incendios forestales en el Municipio de Morelia por año.**

Fuente: Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (SPPIF), 2023.

Con lo anterior visto de la dispersión de los incendios por año en el municipio de Morelia, es probable que nuevamente estos eventos se presenten y por lo tanto la probabilidad de que este peligro climático por incendios forestales sea elevada y como consecuencia menos vegetación forestal que contribuirá al incremento las temperaturas contribuyendo al cambio climático.

**Tabla 31. Peligro climático por incendios forestales y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de los incendios forestales
Probabilidad del peligro	Elevada
Consecuencia	Grave
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Inmediato
Sectores e infraestructura afectada	-Sector forestal -Asentamientos cercanos a las zonas forestales afectadas
Magnitud del efecto	Alta
Grupos vulnerables	Población que vive cerca de zonas forestales, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas.

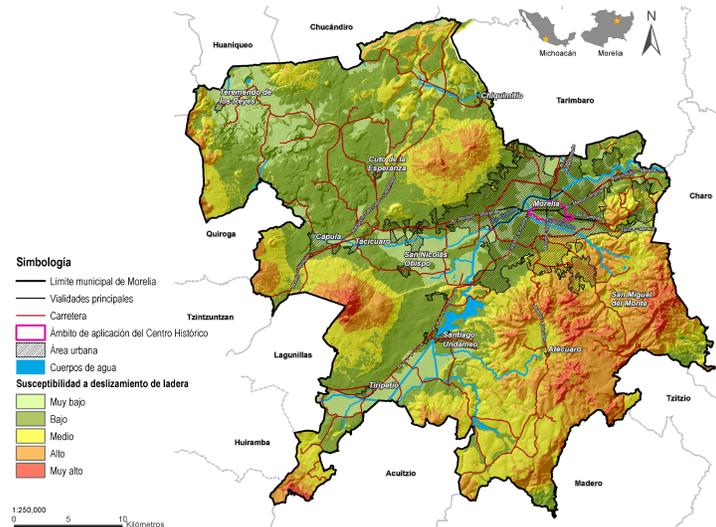
**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

Los incendios forestales, con una elevada probabilidad de ocurrencia, una consecuencia grave y una magnitud considerada alta en el municipio de Morelia, Michoacán, presentan una amenaza significativa para la biodiversidad, el entorno natural y la seguridad de la población. La ubicación de Morelia en una región con una rica diversidad de ecosistemas, combinada con las condiciones climáticas cambiantes y las actividades humanas, aumenta el riesgo de incendios forestales que pueden propagarse rápidamente y causar daños considerables.

Uno de los peligros más notables de los incendios forestales es su capacidad para devastar ecosistemas naturales. La alta probabilidad de ocurrencia, junto con la magnitud y consecuencia significativas, significa que la vegetación y la fauna local están en riesgo de sufrir daños irreparables. La destrucción de hábitats y la pérdida de biodiversidad pueden tener efectos a largo plazo en el equilibrio de los ecosistemas locales, así como en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la comunidad. Además, los incendios forestales representan un peligro directo para la población, ya que pueden poner en peligro la seguridad de los residentes y causar daños a la infraestructura urbana.

### **8.10. Peligro climático por susceptibilidad de laderas**

Este peligro en particular se analizó de diferente manera, como se mencionó anteriormente se tomó como base un estudio que se realizó en el IMPLAN de Morelia en el 2018, en el siguiente mapa se aprecia las zonas que tienen un nivel alto y muy alto de deslizamiento de ladera, donde muchos de ellos se encuentra cercanos a urbanización de Morelia y muy cercana a las localidades de Jesús del Monte, San José de las Torres, Atécuaro e Ichaqueo.



### Mapa 18. Peligros por deslizamiento de ladera

Fuente: IMPLAN Morelia, 2018.

Es importante mencionar que en Morelia se tiene 13 fallas identificadas y algunas de ellas se encuentran cercanas a laderas. Además, que el desarrollo urbano de Morelia ha provocado que muchos edificios sean construidos directamente en la base de los diferentes taludes presentes en el área de la falla La Paloma. Esta es la zona de mayor riesgo geológico del municipio. Otra área que se encuentra en un nivel de amenaza de alto a muy alto es el cerro Del Águila ubicado en la parte poniente, así como en los cerros Las Tetillas al noreste, cerca de las localidades San Agustín y Las Flores. En menor proporción se presenta esta susceptibilidad en los límites del poniente, norte y surponiente.

En el análisis de la caracterización de este peligro climático por susceptibilidad de laderas en el municipio de Morelia, Michoacán, se clasificó con una probabilidad moderada de ocurrencia, una consecuencia moderada y una magnitud considerada media (ver tabla 31, representa un desafío específico en áreas topográficamente empinadas. Morelia, con su relieve montañoso, está expuesta a la posibilidad de deslizamientos de tierra y desprendimientos de rocas, especialmente durante las épocas de lluvias intensas o eventos climáticos extremos. Aunque la magnitud pueda no ser tan alta en comparación con otras amenazas, la combinación de la

topografía y las condiciones climáticas cambiantes hacen que la susceptibilidad de laderas sea un riesgo a tener en cuenta en la planificación de la gestión de riesgos y la adaptación climática.

**Tabla 32. Peligro climático por deslizamiento de laderas y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de la susceptibilidad de laderas
Probabilidad del peligro	Moderada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Sin cambios
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Mediano plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Asentamientos humanos situados en laderas con susceptibilidad de laderas
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Población que habite en viviendas precarias cercanas a laderas y cañadas.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021

### 8.11. Peligro climático por hundimientos

El crecimiento de la población en el municipio de Morelia se ha incrementado a través de los años, por lo tanto mayor demanda de los recursos hídricos que se traduce en mayor explotación de los mantos acuíferos y, por consecuencia, el aumento de subsidencia en la superficie. Además, que en algunas fallas existentes dentro del municipio como la del Realito se ha presentado subsidencia debido a que el desarrollo urbano se encuentra sobre sus márgenes y trayectoria, está subsidencia ha afectado la carretera federal que conduce a la ciudad de Pátzcuaro y aún no se presenta afectación en las viviendas (Hernández Madrigal , Garduño Monroy y Ávila Olivera 2011, citado por IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia, 2021).

Al igual que la susceptibilidad de laderas para los hundimientos se les asignó el nivel de riesgo por medio de un estudio que realizó el departamento de Geología y Mineralogía del Instituto Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 2005, donde instaló una red urbana de monitoreo de subsidencia, donde se colocaron puntos testigos permanentes en distintas partes de la ciudad. Sobre los puntos se realizaron periódicamente mediciones geodésicas para la obtención de los valores de posición. En la siguiente tabla se muestran los desplazamientos que sufrieron los testigos permanentes en un lapso de 5 años (2005 al 2010). Se resaltan aquellos hundimientos que tuvieron más de 100 milímetros.

**Tabla 33. Red permanente de testigos en la ciudad de Morelia, 2010**

Número de testigo	Nombre del punto	Hundimiento (mm)
0	Base	-32.5
1	Venustiano Carranza	-12.6

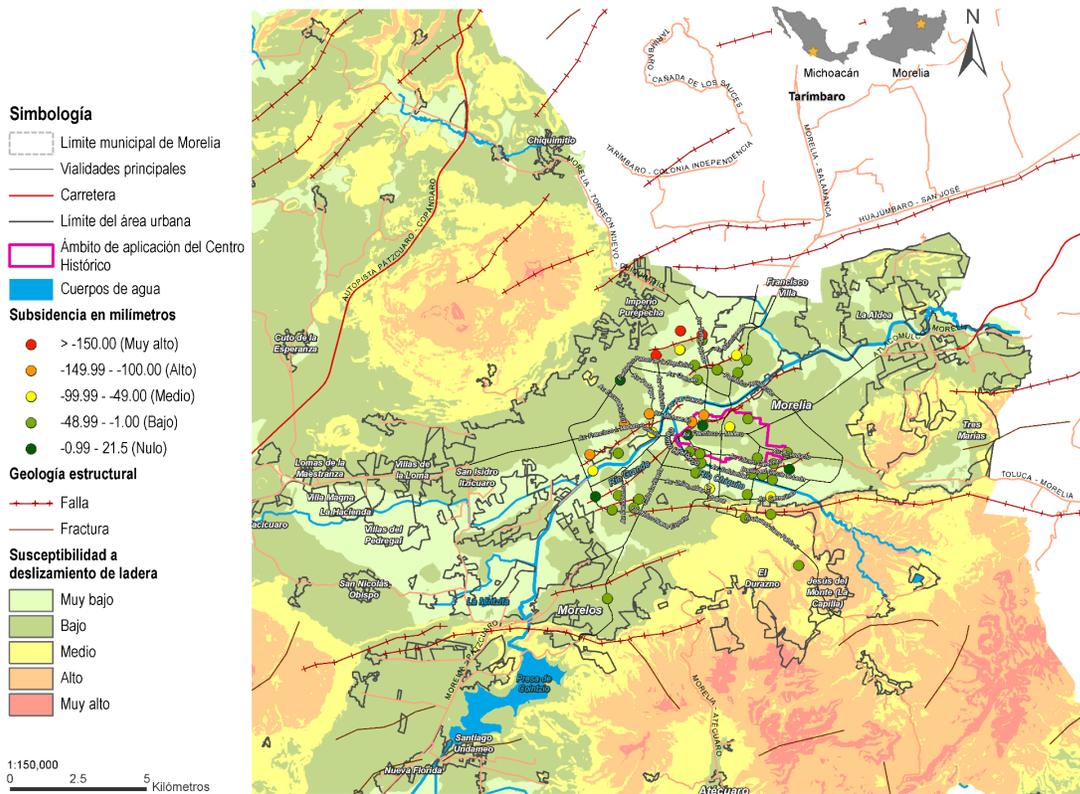
2	Fantasma Figueroa	13.3
3	Glorieta Peña y Peña	-4.3
4	SEDESOL	-5.6
5	Secundaria "Santos Degollado"	-17.5
6	IMSS Camelinas	-79.9
7	Cruz Roja (Ventura Puente)	-14.9
11	Centro de Convenciones	-25.5
12	Zoológico	-52.6
13	Cancha de Básquet (Av. Solidaridad)	-28.5
14	Unidad Deportiva IMJUD	-18.3
15	Comercial Mexicana Centro	-42.4
16	Obelisco Niños Héroe	9.6
17	Deportivo 1° de Mayo	-14.6
20	Templo San José	-51.9
21	Cinépolis La Huerta	-48.6
22	Guadalupe Victoria vs Santiago Tapia	9.8
<b>24</b>	<b>Glorieta Av. Michoacán</b>	<b>-125.6</b>
25	Aurrera Av. del Pedregal	-57.8
<b>26</b>	<b>Mercado Av. del Pedregal</b>	<b>-109.6</b>
27	Centro Estatal de Estudios Municipales	-47.6
28	Deportivo INDECO	-32.1
29	Protección Civil del estado	-24.4
30	Jardín Manantiales	-53.2
<b>31</b>	<b>Obras Públicas del Municipio</b>	<b>-121.9</b>
32	López Mateos	-30.6
<b>33</b>	<b>La Corona (Av. Madero Poniente)</b>	<b>-129.3</b>
34	Central Camionera	21.5
35	Gasolinera (Camino a Torreón Nuevo)	-31.9
<b>36</b>	<b>Súper 10 (Camino a Torreón Nuevo)</b>	<b>-165.7</b>
<b>37</b>	<b>Fin del pavimento</b>	<b>-181.8</b>
38	Jardín	-67.4
<b>39</b>	<b>CFE Colonia Industrial</b>	<b>-147</b>
40	NADRO	-10.6
41	Cancha	-32.5
42	Gasolinera Cantera	-9.9
<b>43</b>	<b>El realito</b>	<b>-201.2</b>

44	Tec de Monterrey	-8.3
45	La Bandera	-4.2
46	Valladolid Prepa	-12.9
47	Pabellón Don Vasco	-38.9
50	Hacienda La Soledad	-68.9
51	Radio Nicolaita	-30.9
52	UNAM	-18.5
54	Barandilla	5.5
55	Tecnológico de Morelia	-32.1

**Fuente:** Hernández Madrigal , Garduño Monroy y Ávila Olivera 2011, citado por IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia, 2021

Es importante mencionar que la subsidencia también se encuentra cercana a algunas fallas existentes la máxima tasa anual de subsidencia se presenta principalmente en el bloque que se hunde de la falla El Realito, con un hundimiento de 35 mm/año en el periodo comprendido entre los años 2005 - 2010. Dentro del área de máxima subsidencia se ubican las colonias Lago I, Solidaridad y Villas del Real (Hernández Madrigal , Garduño Monroy y Ávila Olivera 2011, citado por IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia, 2021). Las consecuencias que se han dado por este tipo de fenómenos en la ciudad de Morelia son fracturas en viviendas, drenaje y daños en calles (pavimento y banquetas).

Otras zonas que también requieren especial atención son el bloque que se hunde de la falla Central Camionera en la porción comprendida ente el IMSS y la antigua central de autobuses, donde se localizan las colonias Melchor Ocampo, Industrial y El Porvenir; así como, el bloque que se hunde de la falla La Colina, principalmente a la altura de las colonias Guadalupe y Popular Solidario. En el siguiente mapa se aprecia la distribución de los puntos de subsidencia y otros peligros geológicos.



**Mapa 19. Subsistencia y otros peligros geológicos en la ciudad de Morelia**

Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández et. al (2011), IMPLAN Morelia, 2018

Con lo anterior ya descrito se llegó a la clasificación del peligro climático por hundimiento, donde efectivamente la probabilidad de que suceda es elevada (ver tabla 31), puesto que existen factores que siguen detonando la subsidencia y por lo tanto las consecuencias pueden llegar a ser graves. Relacionando esto con el aumento de temperatura y crecimiento de población el requerimiento del recurso de agua seguirá en aumento y por lo tanto más sustracción de los mantos acuíferos.

**Tabla 34. Peligro climático por hundimientos y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de los hundimientos
Probabilidad del peligro	Elevado
Consecuencia	Grave
Frecuencia prevista	Aumento

<b>Intensidad prevista</b>	Aumento
<b>Escala de tiempo</b>	Mediano plazo
<b>Sectores e infraestructura afectada</b>	-Infraestructura vial entre ellos levantamiento de calles y agrietamientos -Fracturas en las viviendas que se encuentran sobre las zonas de hundimientos
<b>Magnitud del efecto</b>	Alto
<b>Grupos vulnerables</b>	Población que habita en zonas con peligro de hundimiento

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

### 8.12. Peligro climático por enfermedades transmitidas por vectores

Con el cambio climático como se ha mencionado anteriormente se espera que los mosquitos vectores de dengue aumentarán, en Morelia cada año en época de lluvias se están tomando acciones para mitigar este peligro, ya que realizan campañas de fumigación, para combatir este tipo de vectores. Sin embargo, es un peligro que siempre estará latente y sobre todo en aquellos asentamientos que vivan en zonas precarias o con altos grados de marginación. En la tabla siguiente se muestra que la probabilidad del peligro climático por enfermedades transmitidas por vectores en este caso particular el dengue es baja, ya que han sido pocos casos registrados de muertes por esta enfermedad. Es importante que se sigan realizando acciones de mitigación para que se continúe con el nivel bajo y no se vean perjudicadas aquellas poblaciones que habiten en viviendas precarias o cerca ríos y riachuelos o en localidades con grados de marginación alto.

**Tabla 35. Peligro climático por enfermedades transmitidas por vectores y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de las enfermedades transmitidas por vectores
<b>Probabilidad del peligro</b>	Baja
<b>Consecuencia</b>	Baja
<b>Frecuencia prevista</b>	Aumento
<b>Intensidad prevista</b>	Reducción
<b>Escala de tiempo</b>	Corto plazo
<b>Sectores e infraestructura afectada</b>	-Sector de salud
<b>Magnitud del efecto</b>	Baja
<b>Grupos vulnerables</b>	Población que habite en viviendas precarias. Colonias y localidades con grado de marginación alto. Colonias y localidades con rezago social alto.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

### 8.13. Peligro climático por descortezadores

La plaga de descortezadores es un problema que se da en la mayoría de los bosques de México. Para el caso del municipio de Morelia solo se cuentan con algunos Diagnóstico fitosanitario forestal del estado de Michoacán, donde mencionan que se tiene la presencia de esta plaga en

los bosque de Morelia, para el 2020 se señala que hay una superficie forestal afectada por escarabajos descortezadores de 30.4 hectáreas y volumen afectado de la biomasa 5,614.27 m3. Sin embargo, se requiere de más estudios actualizados sobre este tema, además de identificar espacialmente las zonas afectadas para atacar esta plaga. Por lo anterior, el peligro climático por descortezadores la probabilidad resultó baja, pero se prevé que con el cambio climático aumente este tipo de escarabajos. Aquí la preocupación es que si aumentan las zonas con este tipo de escarabajos y se comiencen a perder más zonas forestales y como consecuencia incremento de las temperaturas en Morelia.

**Tabla 36. Peligro climático por descortezadores y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de los Descortezadores
Probabilidad del peligro	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Corto plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Sector forestal
Magnitud del efecto	Baja
Grupos vulnerables	Población que se dedica a las actividades forestales

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

#### 8.14. Peligro climático por plaga de roedores

La plaga de roedores está principalmente identificada en el centro histórico de Morelia, en este año 2023 se reportó roedores (ratas) en edificios y plazas. Pero no se tiene medido como tal este peligro, por ello en el análisis de nivel de riesgo salió la probabilidad del peligro baja (ver tabla 34) , además que se están empleando medidas en el municipio para contrarrestar la proliferación de esta plaga. Como se ha mencionado anteriormente el aumento en la temperatura, provocado por la urbanización y el cambio climático, ha facilitado que las ratas se adapten a estos ecosistemas y se reproduzcan con mayor rapidez, convirtiéndose en plagas que pueden representar daños a la salud humana, pero la escala de tiempo es algo que no se podría predecir en este momento de cuando se puede acrecentar más este peligro climático por roedores.

**Tabla 37. Peligro climático por roedores y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de las plagas por roedores
Probabilidad del peligro	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Reducción

<b>Intensidad prevista</b>	Reducción
<b>Escala de tiempo</b>	Se desconoce
<b>Sectores e infraestructura afectada</b>	-Sector de salud -Comercio
<b>Magnitud del efecto</b>	Baja
<b>Grupos vulnerables</b>	Población en general

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

### 8.15. Peligro climático por partículas <a 10 MUG/M3 (PM10)

En este caso del peligro climático por partículas <a 10 MUG/M3 (PM10), solo se cuentan con pocos estudios que miden este tipo de partículas. Actualmente se requieren estaciones para medir la contaminación del aire, sobre todo en la ciudad de Morelia. El problema principal es que no se tiene la verificación vehicular, por lo tanto no se tiene registro de las emisiones de gases a la atmósfera. Con los únicos registros que se calculó el nivel de peligro solo fue con dos estudios de mediciones de gases y partículas en el ambiente, el último registro que se tiene es en el 2021 donde se registró un promedio de 31 µg/m3 y de acuerdo a la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021 la calidad del aire es mala, ya que sobrepasa el valor límite que es 28 µg/m3 de concentración máxima permisible anual de un contaminante en el aire del ambiente.

En la tabla 37 se muestra que la probabilidad del peligro climático por PM10 es Bajo, pero por todas las circunstancias ya antes mencionadas se prevé que la intensidad y la frecuencia vaya en aumento y más si no se tienen registros actualizados de estas partículas para poder implementar medidas de mitigación.

**Tabla 38. Peligro climático por partículas <a 10 MUG/M3 (PM10) y su nivel de riesgo**

<b>Caracterización del peligro</b>	<b>Clasificación de las partículas &lt;a 10 MUG/M3 (PM10)</b>
<b>Probabilidad del peligro</b>	Baja
<b>Consecuencia</b>	Moderada
<b>Frecuencia prevista</b>	Aumento
<b>Intensidad prevista</b>	Aumento
<b>Escala de tiempo</b>	Corto plazo
<b>Sectores e infraestructura afectada</b>	-Sector de salud
<b>Magnitud del efecto</b>	Medio
<b>Grupos vulnerables</b>	Población en la ciudad de Morelia, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

## 8.16. Peligro climático por Partículas <a 2.5 MUG M3 (PM2.5)

Al igual que las PM10, las partículas <a 2.5 MUG M3 (PM2.5), se carece de este tipo de mediciones y la problemática vehicular sigue latente. El último registro que se tiene es en el 2021, donde se registró un promedio de 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y de acuerdo a la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021 la calidad del aire es mala, ya que sobrepasa el valor límite que es 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración máxima permisible anual de un contaminante en el aire del ambiente. Es importante señalar que este peligro climático por PM2.5 son más perjudiciales que las PM10.

En la tabla 36 se muestra que la probabilidad del peligro climático por PM10 es bajo, pero nuevamente no es algo certero ya se que se prevé que la intensidad y la frecuencia vaya en aumento y más si no se tienen registros actualizados de estas partículas para poder implementar medidas de mitigación.

**Tabla 39. Peligro climático por partículas <a 2.5 MUG/M3 (PM2.5) y su nivel de riesgo**

Caracterización del peligro	Clasificación de los partículas <a 2.5 MUG M3 (PM2.5)
Probabilidad del peligro	Baja
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	Corto plazo
Sectores e infraestructura afectada	-Sector de salud
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Población en la ciudad de Morelia, niños y personas de la tercera edad, personas con enfermedades respiratorias o crónico-degenerativas.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la Guía: Cómo desarrollar un plan de acción climática en México de Rivas et al. 2021.

## 9. Identificación de los grupos de población vulnerable a los peligros

### Olas de calor

Los grupos vulnerables como los niños pequeños, los ancianos y las personas con problemas de salud preexistentes son particularmente susceptibles a estos riesgos. Además, las olas de calor pueden ejercer presión sobre los sistemas de salud local al aumentar la demanda de atención médica, lo que destaca la importancia de la preparación para enfrentar estas situaciones. En términos de infraestructura, las altas temperaturas pueden causar daños en carreteras, edificios y sistemas de energía, lo que a su vez puede interrumpir servicios esenciales y aumentar los costos de mantenimiento. Aunque las olas de calor en Morelia pueden tener una magnitud baja en comparación con otras áreas, su impacto en la salud y la infraestructura es lo

suficientemente significativo como para requerir una planificación cuidadosa y medidas preventivas en la gestión de riesgos.

### **Sequías**

Uno de los principales peligros de las sequías es su efecto en la disponibilidad de agua. Aunque las probabilidades sean moderadas, las consecuencias pueden ser notables ya que la escasez de agua puede afectar el suministro para uso doméstico, agrícola e industrial. La disminución de los recursos hídricos puede generar conflictos por el acceso al agua y afectar la producción de alimentos, así como la salud de los ecosistemas acuáticos locales. Además, las sequías pueden tener un impacto económico al reducir la producción agrícola y afectar sectores como el turismo y la industria. Aunque la magnitud de las sequías en Morelia se considera media, su capacidad para generar desafíos en términos de abastecimiento de agua y sostenibilidad económica justifica la necesidad de estrategias de gestión de riesgos y adaptación para enfrentar estos eventos climáticos.

### **Incendios forestales**

Grupos vulnerables como los residentes que viven en zonas cercanas a áreas forestales o comunidades rurales, así como las poblaciones que dependen de recursos naturales para su sustento, enfrentan un riesgo particularmente alto frente a los incendios forestales. Las personas con movilidad limitada, como los ancianos o las personas con discapacidades, también pueden enfrentar dificultades para evacuar en caso de emergencia. La exposición al humo y la mala calidad del aire durante los incendios forestales pueden tener efectos adversos en la salud de toda la población, especialmente en grupos vulnerables como niños pequeños y personas con problemas respiratorios preexistentes. En resumen, la alta probabilidad, grave consecuencia y magnitud significativa de los incendios forestales en Morelia hacen imperativo el desarrollo de estrategias efectivas de prevención, mitigación y respuesta para proteger tanto el entorno natural como la seguridad y el bienestar de los residentes.

### **Susceptibilidad de laderas**

Los grupos vulnerables a este peligro incluyen a las comunidades que habitan en zonas de laderas y áreas de pendiente pronunciada. Estas poblaciones están expuestas a un mayor riesgo de deslizamientos de tierra y desprendimientos de rocas durante eventos climáticos adversos. Las viviendas y la infraestructura en estas áreas son particularmente susceptibles a daños en caso de deslizamientos, lo que podría resultar en la pérdida de hogares y pertenencias. Además, las personas que viven en áreas de laderas pueden enfrentar dificultades para evacuar en caso de emergencia, lo que subraya la importancia de la planificación de evacuaciones y la educación pública sobre los riesgos asociados. Las comunidades rurales que dependen de la agricultura y los recursos naturales también pueden verse gravemente afectadas, ya que los deslizamientos

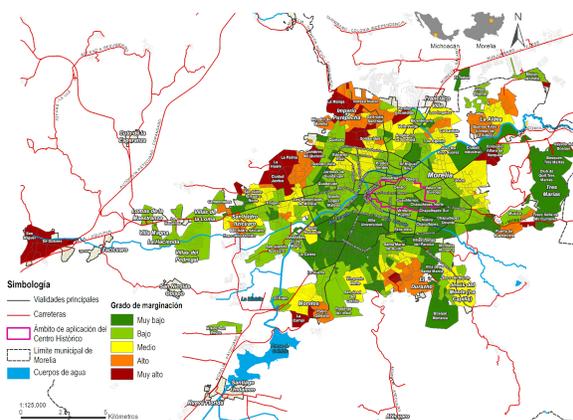
de tierra pueden dañar los cultivos y el acceso a fuentes de agua. En resumen, aunque la probabilidad y la magnitud de este peligro sean consideradas moderadas, las implicaciones para las poblaciones vulnerables y la infraestructura en áreas de laderas justifican la atención y la acción proactiva en términos de planificación y mitigación de riesgos.

## 10. Análisis de la capacidad de adaptación

A continuación se presentan los factores que afectan o afectarán en mayor medida la capacidad de adaptación, del municipio de Morelia a los fenómenos meteorológicos extremos y al cambio climático, de acuerdo con la guía para desarrollar un plan de acción climática en México.

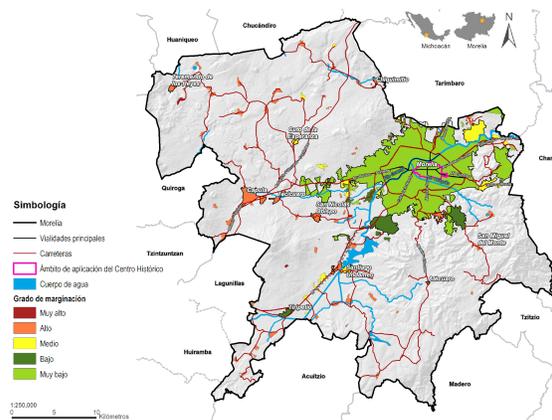
**Acceso a los servicios básicos. Grado de desafío: ALTO.** En el caso del municipio de Morelia de manera general los servicios básicos están cubiertos por arriba del 90% (CONAPO, 2020), sin embargo existen localidades y zonas en la periferia de la ciudad con grado de marginación alto. Esta situación hace que estas zonas sean vulnerables a desastres naturales así como al aumento de temperaturas y las consecuencias del cambio climático debido a la poca capacidad de resiliencia que tienen estas zonas debido a las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la salud, viviendas adecuadas, bienes, servicios e ingresos insuficientes.

**Mapa 20. Grado de marginación por colonia**



Fuente: CONAPO, 2020

**Mapa 21. Grado de marginación por localidad**

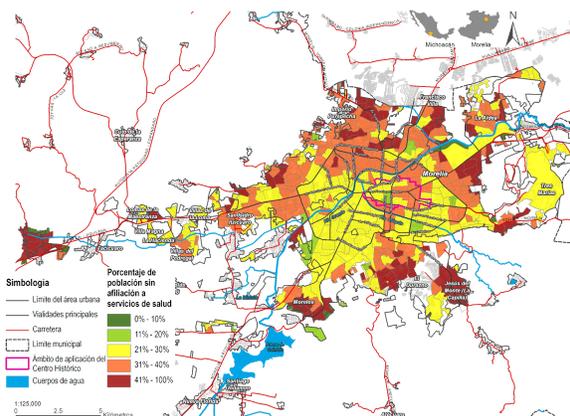


Fuente: CONAPO, 2020

**Acceso a la salud pública. Grado de desafío: ALTO.** El 32% de la población municipal no se encuentra afiliada a ningún servicio de salud y el 2.4% se encuentra afiliada a servicios de salud privados (INEGI, 2020). En el municipio existen localidades y zonas en la periferia de la ciudad con porcentajes altos de población que no está afiliada a ningún servicio de salud. Esta situación hace que la población que habita

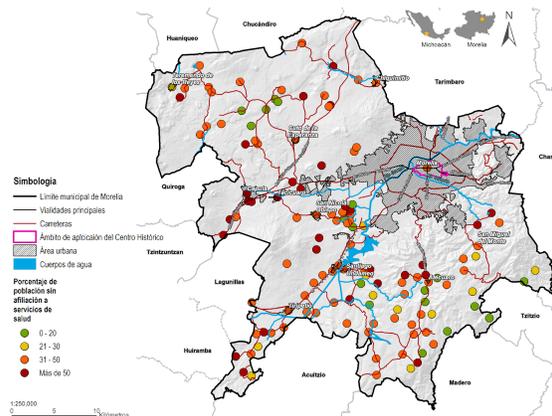
estas zonas no tenga la atención médica garantizada en caso de desastres y fenómenos provocados por el cambio climático.

**Mapa 22. Población sin afiliación a servicios de salud por AGEB urbana**



Fuente: INEGI, 2020

**Mapa 23. Población sin afiliación a servicios de salud por localidad**



Fuente: INEGI, 2020

**Acceso a la educación. Grado de desafío: BAJO.** Únicamente el 2.8% de la población municipal es analfabeta (INEGI, 2020), mientras que el grado promedio de escolaridad del municipio es de 11 años cursados equivalente a preparatoria.

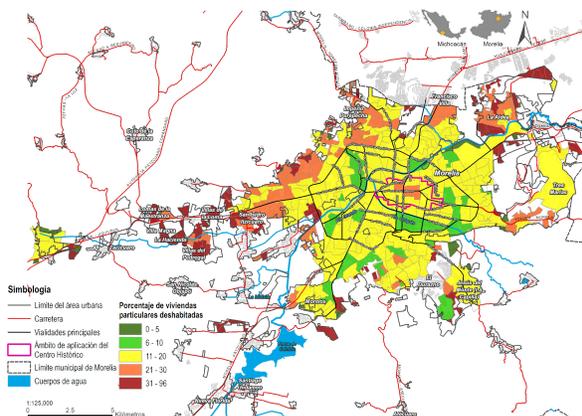
**Costo de la vida. Grado de desafío: ALTO.** Hasta el primer trimestre de 2023, en Morelia, el promedio mensual de salario se sitúa en \$6,800 pesos (DataMexico, 2023). En el mismo período, la canasta básica registra un costo promedio de \$943 pesos (SEDECO, 2023). En cuanto a la renta de la vivienda, los valores varían ampliamente según ubicación, accesibilidad, opciones de transporte, tipología de inmueble y comodidades ofrecidas, ya que un apartamento pequeño, por ejemplo, oscila entre \$1,500 y \$10,000 pesos.

Al considerar los servicios esenciales, el transporte público tiene un valor de \$10 pesos, mientras que el costo mensual de electricidad para consumo doméstico en Morelia se fija de acuerdo a la región 01 de la CFE en donde el costo por kwh mensual es de \$250 (INTEM, 2023). En cuanto al suministro de agua, los montos fluctúan entre \$2.87 y \$5.47 por m<sup>3</sup>, dependiendo del tamaño de la construcción, con un adicional del 20% para el servicio de alcantarillado (POEM, 2022). En relación a los gastos de gas, el cilindro de 30 kg tiene un precio de \$498 pesos, mientras que el litro de gas para cilindros estacionarios se cotiza en \$8.97 (gas el lago, 2023). Esta situación pone en vulnerabilidad a las personas que se encuentran en el límite inferior de los ingresos promedio mensuales del municipio.

**Vivienda. Grado de desafío: ALTO.** El promedio de ocupantes por vivienda particular habitada es de 3.5. El 21.1% de las viviendas en donde habitan las personas son rentadas y el 12.8% son prestadas; mientras que al mismo tiempo se tienen un total de 81,911 (25%) viviendas particulares deshabitadas o

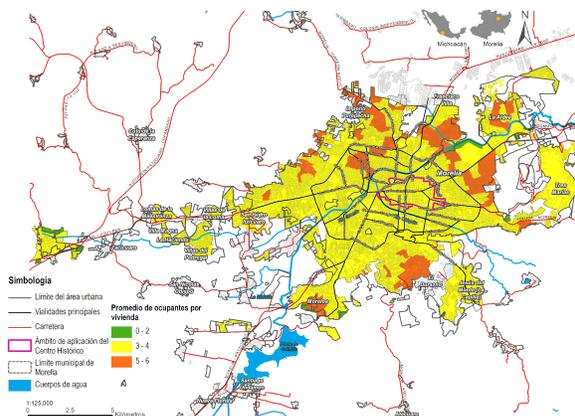
deshabitadas parcialmente durante una buena época del año (INEGI, 2020). Por otro lado, en el 11.1% de las viviendas se vive con hacinamiento (CONAPO, 2020). Esta situación pone en vulnerabilidad a una buena parte de la población del municipio ya que al no contar con un lugar propio en donde vivir, en caso de ocurrencia de un desastre natural o económico provocado por el cambio climático estos pueden ser desplazados más fácilmente de los sitios en donde habitan o rentan.

**Mapa 24. Porcentaje de viviendas particulares deshabitadas**



Fuente: INEGI, 2020

**Mapa 25. Promedio de ocupantes por vivienda por AGEB**

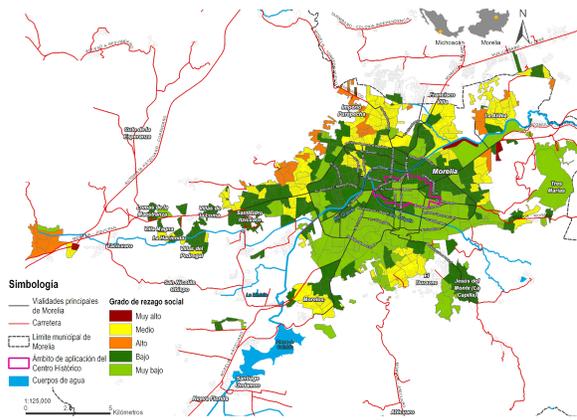


Fuente: INEGI, 2020

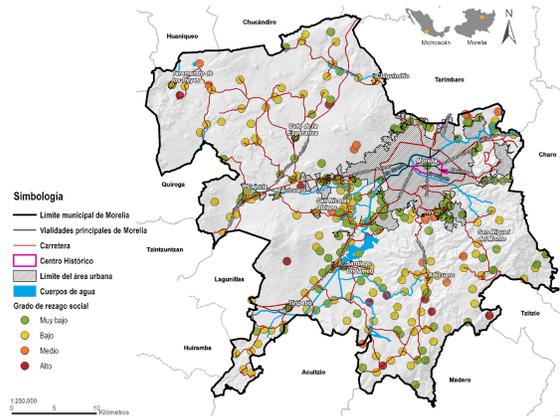
**Pobreza y rezago social. Grado de desafío: ALTO.** Dado que la Ley General de Desarrollo Social establece que la medición de pobreza debe considerar el carácter multidimensional de la pobreza, el CONEVAL construyó el Índice de Rezago Social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar. Aunque el grado de rezago social en general en el municipio es muy bajo, en 2020 el 23.8% (200,117) de los habitantes se encuentran en pobreza moderada, el 27.3% (228,710) de los habitantes se encuentran en pobreza y el 3.4% (28,593) de los habitantes se encuentran en pobreza extrema (CONEVAL, 2020). En cuanto a la personas que tienen un ingreso inferior a la línea de pobreza representan el 38.6% del total y con un ingreso inferior a la línea de pobreza extrema es el 11.2% (CONEVAL, 2020). Por lo que estas condiciones vuelven a una buena parte de la población poco resiliente en caso de un evento o catástrofe ligada al cambio climático.

**Mapa 26. Grado de rezago social por AGEB**

**Mapa 27. Grado de rezago social por localidad**



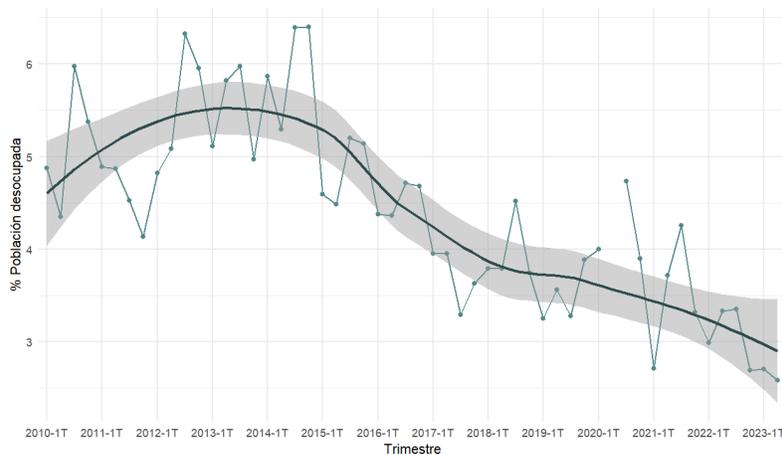
Fuente: CONEVAL, 2020



Fuente: CONEVAL, 2020

**Desempleo. Grado de desafío: BAJO.** La tasa de desempleo de la ciudad de Morelia de acuerdo a la información de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) (INEGI, 2023) muestra una tendencia de desempleo a la baja a partir del año 2015, llegando a tener sólo el 2.6% de personas desocupadas (Figura 16).

**Figura 21. Porcentaje trimestral de personas desempleadas de la población económicamente activa.**

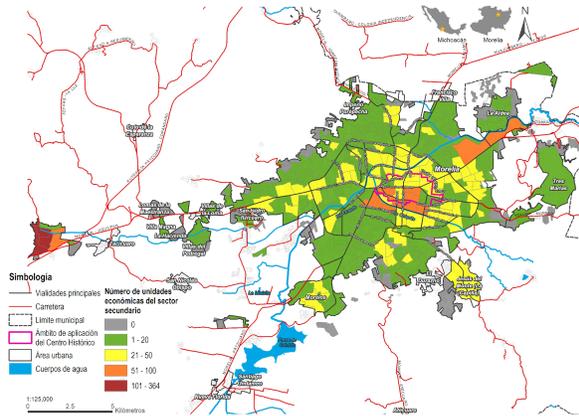


Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), INEGI, 2023.

**Migración. Grado de desafío: NO PREOCUPANTE.** La población migrante es muy poca respecto a otros municipios capitales o metropolitanos ya que la población nacida en otra entidad representa el 12.2% del total y la nacida en otro país representa sólo es el 0.9% . Por otro lado, del total de población de 5 años y más únicamente el 2.3% es nacida en otro municipio (INEGI, 2020).

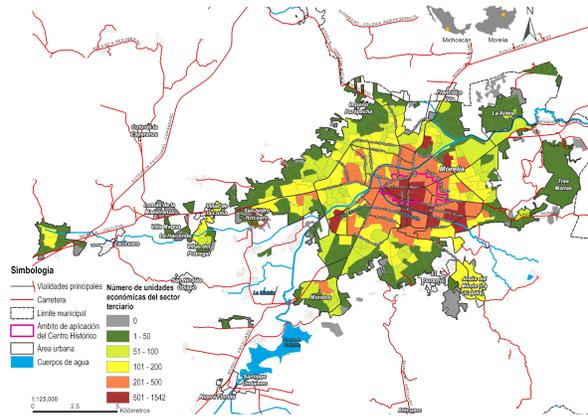
**Diversidad económica. Grado de desafío: ALTO.** Presenta un desafío alto debido a que cargar toda la producción a un solo sector económico se considera una condición de vulnerabilidad. En el caso de Morelia la gran mayoría de las unidades económicas (89%) y la población económicamente activa (79%) se dedica al sector terciario, en cuanto a la producción bruta total esta genera el 60% de la producción municipal, según información de los censos económicos (INEGI, 2019).

**Mapa 28. Número de unidades económicas del sector secundario por AGEB**



Fuente: INEGI, 2022

**Mapa 29. Número de unidades económicas del sector terciario por AGEB**



Fuente: INEGI, 2022

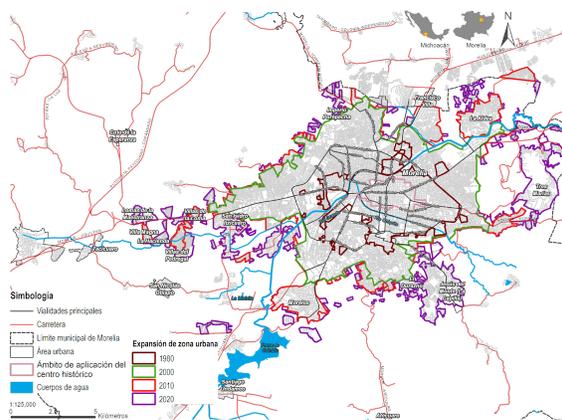
**Estabilidad y compromiso político. Grado de desafío: ALTO.** En el municipio existe desatención a la agenda internacional para inventariar, monitorear y reducir los gases de efecto invernadero, ya que no existen estaciones de monitoreo eficientes de gases de efecto invernadero ni sistemas de alerta con índices de calidad del aire que sean usados por el gobierno y los ciudadanos para ejercer planes, programas y acciones efectivos para la reducción de gases de efecto invernadero. (poner que no existen inventarios) En cuanto a normativas municipales en materia de cambio climático si bien el “Reglamento Ambiental del Municipio de Morelia” cuenta con artículos referentes al cambio climático y pone como atribuciones de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural y Medio Ambiente de Morelia (SADERMA) *“Adoptar medidas ambientales para combatir el cambio climático y sus efectos, con especial atención en la mitigación de gases de efecto invernadero y otras formas de contaminación”*, a la fecha no existen instrumentos de acción climática con una visión a largo plazo en materia de adaptación al cambio climático.

**Planificación del uso de la tierra y crecimiento urbano acelerado. Grado de desafío: ALTO.** A partir del 19 de julio del 2023 fue aprobado por el cabildo el Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2022-2041, el cual tiene como objetivo consolidar un desarrollo urbano ordenado, con base en la aptitud y el principio de impulsar el manejo integral de áreas de valor ambiental, que garanticen la provisión de servicios ecosistémicos para esta y las siguientes generaciones. Mediante la protección de áreas de valor ambiental, conteniendo el crecimiento de la mancha urbana mediante estrategias y zonificaciones que

favorecen la densificación. Sin embargo este programa aún no entra en vigencia, por lo que los retos para la aplicación, seguimiento y monitoreo, así como la apropiación del instrumento y el cumplimiento de los objetivos del mismo por parte de las autoridades y la ciudadanía están aún por evaluarse.

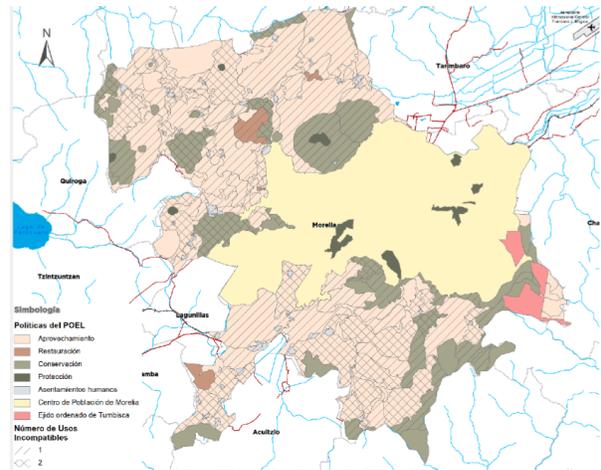
Por otro lado el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Morelia (POEL) data del 2012 por lo que es indispensable su pronta actualización ya que el anterior programa careció de un sistema de seguimiento y monitoreo efectivo causando incompatibilidad de usos sobre todo asentamientos urbanos y agrícolas en zonas de aprovechamiento y conservación generando problemas en términos de degradación y pérdida de servicios ecosistémicos esenciales para el control de riesgos.

**Mapa 30. Expansión urbana 1980-2020**



**Fuente:** IMPLAN Morelia, 2020 con base a los datos del Marco Geoestadístico Nacional 1980, 2000, 2010 y 2020. Censos de Población y Vivienda 1980, 2000, 2010 y 2020.

**Mapa 31. Usos actuales incompatibles con los establecidos en POEL**



**Fuente:** IMPLAN Morelia y H. Ayuntamiento de Morelia (2021).

**Acceso a datos de calidad y pertinentes. Grado de desafío: MODERADO.** El municipio cuenta actualmente con el Sistema de Información Geográfica y Estadística de Morelia (SIGEM) el cual es el conjunto de instancias, instrumentos jurídicos, técnicos y administrativos que con base en los principios rectores de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia, se regula la gestión de la información en el municipio para que esta sea de calidad, pertinente, veraz, oportuna y actualizada, y que resulte de utilidad a la sociedad, al ayuntamiento y a la administración pública municipal para mejorar el conocimiento sobre el territorio del Municipio y el desempeño en su gestión. Sin embargo, aunque existe la infraestructura para alojar y compartir la información de calidad del aire y de gases de efecto invernadero, en el municipio no existe una sistema de monitoreo de calidad del aire con personal capacitado para la generación de esta información.

**Compromiso con la comunidad. Grado de desafío: ALTO.** Afrontar la responsabilidad hacia la comunidad plantea un desafío significativo, dado el apremiante requerimiento de establecer una alerta temprana que detecte los eventos climáticos críticos. El desafío radica no sólo en identificar y

adelantarse en la medida de lo posible a la aparición de eventos que pongan en riesgo a la población si no tener planes adecuados y efectivos que sigan los ciudadanos en caso de desastre.

## 11. Conclusiones

El principal problema en el municipio de Morelia es el crecimiento urbano desordenado y acelerado, donde los actuales asentamientos se encuentran expuestos a los peligros climáticos que se pueden incrementar por el cambio climático. El realizar un análisis de riesgos y vulnerabilidades climáticas para el municipio de Morelia, Michoacán; no fue una tarea sencilla ya que no se cuenta con un atlas de riesgo o estudios relacionados con análisis climáticos para Morelia, lo único con lo que se cuenta es el atlas de peligros geológicos de la ciudad de Morelia del año 2011 por Hernández-Madrugal et al. Por ello, en este documento lo presentado es una compilación de información de diferentes fuentes institucionales e información hemerográfica.

Para lograr este documento, se identificó los peligros climáticos pasados que han acontecido en el municipio, para tener miras hacia el futuro de cuáles de ellos podrían seguir permaneciendo y a su vez aumenten su intensidad o sean más frecuentes. Con este análisis realizado de los peligros climáticos en total se identificaron 16 peligros, de los cuales los peligros climáticos por lluvias extremas, inundaciones y la isla de calor urbana, son los que presentan un nivel de riesgo mayor.

Si ocurriera un incremento en la frecuencia de lluvias extremas, la probabilidad de que las inundaciones se presentaran con mayor frecuencia e intensidad. En este caso es importante tomar acciones de mitigación en aquellas zonas donde constantemente hay inundaciones y planificación en el crecimiento de la mancha urbana para que no se incrementen las zonas de inundación. El peligro climático por inundación es algo que se vive cada año en temporada de lluvias en la ciudad de Morelia y se dan principalmente en el río Grande y río Chiquito y las afectaciones son en colonias aledañas a estos ríos. Este peligro climático por inundación requiere de más estudios para identificar cómo ha avanzado este fenómeno a través del tiempo, que se podría esperar en los siguientes años y qué medidas se pudieran implementar para mitigar.

En la ciudad de Morelia cada vez se tiene un incremento de las temperaturas y la mancha urbana sigue expandiendo y poca vegetación a dado a que se incremente el peligro climático por la isla de calor urbana. Si bien se tiene un estudio donde se ubican las zonas con isla de calor, se debería comenzar a implementar medidas para contrarrestar este problema y sobre hacer la inserción de arbolado urbano en la ciudad.

Otros peligros climáticos que se requiere más estudios son los de las partículas de PM10 y PM2.5, ya que en Morelia no existen casetas de monitoreo de la calidad del aire y todavía existe en circulación transporte público de hace más de 20 años y la carga vehicular va en aumento y como se mencionó en el documento no se realiza en el municipio la verificación vehicular. Por ello, se requiere información actualizada de la calidad del aire en Morelia, porque posiblemente se tengan una elevada cantidad de partículas suspendidas en el aire.

Los peligros climáticos por susceptibilidad de laderas y hundimientos se encuentran latentes en el municipio, pero lo que permite actuar sobre estos peligros, es que se tienen estudios donde se ubican espacialmente como están distribuidos en el territorio, lo cual ayuda a planificar en donde no se debería aumentar la urbanización y en aquellos asentamientos que ya estén expuestas a estos peligros implementar medidas para mitigarlos.

Los incendios forestales son otro peligro climático que tendría que ponerse atención, puesto que cada año por su ubicación se ve que hay un patrón espacial donde se presentan en las mismas zonas sureste del municipio y en ladera sureste del Cerro del Quinceo. Aquí la tarea es reforestación de estas zonas y comenzar a implementar estrategias para que se comience a reducir los incendios forestales.

En general para los peligros climáticos identificados en el municipio se requiere más estudios con la finalidad de tener un mejor análisis de su riesgo y ver si realmente su probabilidad de aquellos que salieron baja o moderada no puedan presentar una probabilidad de peligro alta.

Cabe destacar que los habitantes que están más vulnerables a los peligros climáticos en el municipio de Morelia, son aquellos que se encuentran en zonas con altos grados de marginación, pobreza, rezago social, donde sus viviendas sean precarias y aquellas que no tengan atención médica garantizada.

Para concluir en el municipio de Morelia se requiere compromiso político y social en el tema del cambio climático y sobre todo acciones para mitigar los peligros climáticos actuales y prevenir, puesto que con el paso del tiempo seguirán incrementando si no establecen planes y programas enfocados al cambio climático. Además, que es importante que este análisis de riesgos y vulnerabilidades se actualice una vez que salga el Atlas de riesgo del municipio que actualmente se encuentra en proceso de realización.

## 12. Referencias bibliográficas

Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de enfermedades (ATSDR) (2023). Óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, etc.) (Nitrogen Oxides). Recuperado de: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts175.html#:~:text=La%20reacci%C3%B3n%20del%20di%C3%B3xido%20de,en%20el%20aire%20que%20respiramos.](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html#:~:text=La%20reacci%C3%B3n%20del%20di%C3%B3xido%20de,en%20el%20aire%20que%20respiramos.)

ATSDR (2023). Resúmenes de salud pública - Monóxido de Carbono. Recuperado de: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs201.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html)

Bazant, J. (1984). Manual de criterios de diseño urbano (Segunda). Editorial Trillas.

Carril, A. F. & Nuñez, M. N. (1999) La respuesta de la circulación atmosférica en el Hemisferio Sur ante cambios prescritos en la temperatura de la superficie del mar extratropical [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-62362000000100004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362000000100004)

Centro Mario Molina (2014). Guía para la elaboración de Programas de Acción Climática. Nivel local. Disponible en <https://centromariomolina.org/cambio-climatico-2/guia-para-la-elaboracion-de-programas-de-accion-climatica-nivel-local/> [consultado en febrero 2023].

CICESE (1935-2015) Base de datos climatológica nacional (Sistema CLICOM) Recuperado de: <http://clicom-mex.cicese.mx/>

Cohen, J., Agel, L., Barlow, M., Garfinkel, C. I. & White, I. (2021). Linking Arctic variability and change with extreme winter weather in the United States <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abi9167>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2015). Aprovechamiento de Aguas Subterráneas. Recuperado de <https://sigagis.conagua.gob.mx/Gas1/>.

CONAGUA (2018-2022). Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

CONAGUA (2020). ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Diario Oficial de La Federación. Recuperado de: [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/pdf/DMA\\_DOF\\_170920.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/pdf/DMA_DOF_170920.pdf)

CONAGUA (2020b) Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas Recuperado de: <https://sigaims.conagua.gob.mx/dma/acuiferos.html>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2022). Insectos descortezadores. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conafor/documentos/insectos-descortezadores#:~:text=Los%20descortezadores%20son%20peque%C3%B1os%20escarabajos,frecuentemente%20la%20muerte%20del%20arbolado.>

CONAFOR (2023). Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (SPPIF). Recuperado de: <http://forestales.ujed.mx/incendios2>

CONAPO (2010) Índice de marginación por entidad federativa y municipio. Recuperado de: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad>

CONEVAL (2020) Índice de rezago social por entidades federativas y municipios 2020. Recuperado de: [https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Lineas\\_pobreza.pdf](https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Lineas_pobreza.pdf)

Coronato, T. (2022). Olas de calor estivales en el centro-este de Argentina: de la física a los impactos.

[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n7115\\_Coronato.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7115_Coronato.pdf)

CROWCON (2022) Comprender los contaminantes del aire: Guía del monóxido de carbono (CO). <https://www.crowcon.com/es/blog/air-pollutants-a-guide-to-carbon-monoxide-co-2/>

Data México (2023). Empleo y educación. Recuperado de: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/morelia#education-and-employment>

Fischer, G. (2021). El aumento de las inundaciones generado por el cambio climático afectará nuestros cultivos. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472021000309619](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472021000309619)

Gas del Lago (2023). Costo del cilindro de gas. Recuperado de: <https://www.gasdelago.com.mx>

GCoM (2018) Marco Común de Reporte del Pacto Global de Alcaldes (GCoM). Recuperado de: <https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/07/ES-Original-CRF-ES-vHD-rev-EAC.pdf>

Gómez-Pineda, E. & Ramírez, M. I. (2023). Descortezadores y cambio climático: una relación preocupante. Recuperado de:

[https://www.revista.unam.mx/2023v24n2/descortezadores\\_y\\_cambio\\_climatico\\_una\\_relacion\\_preocupante/](https://www.revista.unam.mx/2023v24n2/descortezadores_y_cambio_climatico_una_relacion_preocupante/)

Global Climate Change (2023). Dióxido de carbono.

<https://climate.nasa.gov/en-espanol/signos-vitales/dioxido-de-carbono/#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20en,en%20menos%20de%20200%20a%C3%B1os.>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2001) Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Recuperado de:

<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267575#:~:text=El%20conjunto%20de%20datos%20vectoriales,su%20origen%20geol%C3%B3gico%20y%20litol%C3%B3gico.>

INEGI. (2008). Cartas edafológicas, escala 1:250 000. Serie III. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas>

INEGI (2013) Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/#:~:text=El%20Continuo%20de%20Elevaciones%20Mexicano,le%20integran%20valores%20que%20representan>

INEGI (2014) Cartas topográficas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas>

INEGI. (2015). Cartas topográficas, escala 1:50 000. Edición III. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/default.html#Descargas>

INEGI (2019). Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>

INEGI (2020) Censos de población y vivienda. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

INEGI (2020b) Marco Geoestadístico. Censo de población y Vivienda 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>

INEGI (2022) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>

INEGI (2023). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>

INTEM (2023). Tarifas CFE 2023: ¿Cuáles son los nuevos costos? Recuperado de: <https://intemx.com/las-tarifas-cfe-2023/#:~:text=Las%20tarifas%20CFE%202023%20tendr%C3%A1n,es%20de%203.367%20%24%2FkWh.>

IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom: Cambridge University Press.

IPCC. (2018). *Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 oC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.* Recuperado de : [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15\\_Glossary\\_spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf)

Lugo-Hubp, J. (2011). Diccionario geomorfológico. Instituto de Geografía

Magaña, V. (2008). Agua y clima, elementos para la adaptación al cambio climático. México: SEMARNAT.

Martínez, J. (2004). Cambio climático: una visión desde México. México: INE.

Meteored (2022). Los efectos del cambio climático en las granizadas. Recuperado de: <https://www.tiempo.com/ram/los-efectos-del-cambio-climatico-en-las-granizadas.html>

Mettler-Grove, J. (2022). Impactos en la salud pública y desigualdades frente al cambio climático en América Latina: Una aproximación hacia las consecuencias diferenciales de las inundaciones y olas de calor en la Cuenca Matanza Riachuelo. Recuperado de: [https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4328&context=isp\\_collection](https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4328&context=isp_collection)

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2023). Partículas PM10. Recuperado de: <https://prtr-es.es/Particulas-PM10,15673,11,2007.html#:~:text=Las%20PM10%20se%20pueden,mil%20C3%A9sima%20parte%20de%201%20mil%20C3%ADmetro>).

National Geographic (2023). Entre 1,300 y 1,500 muertes prematuras por contaminación de ozono de producen en España. Recuperado de: [https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/espana-se-producen-entre-1300-y-1500-muertes-prematuras-por-contaminacion-ozono\\_20281](https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/espana-se-producen-entre-1300-y-1500-muertes-prematuras-por-contaminacion-ozono_20281)

OEHA (2023). PM2.5. Recuperado de: <https://oeha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/pm25#:~:text=%20BFQu%20es%20PM%202.5%3F,grosor%20de%20un%20cabello%20humano>.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020). Enfermedades transmitidas por vectores. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2019). Las olas de calor tienen la firma del cambio climático. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459821>

ONU (2021). Sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan la lista de desastres. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494632#:~:text=%22Pero%20cada%20vez%20m%20C3%A1s%20C,%22%20dijo%20el%20profesor%20Taalas>.

Palacio-Prieto, J. L., Sánchez-Salazar, M. T., Casado-Izquierdo, J. M., Propin Frejomil, E., Delgado Campos, J., Velázquez Montes, A., Chías Becerril, L., & Ortiz Álvarez, M. I. (2004). Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. In Ine.Gob.Mx (Primera). Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT., Instituto de Geografía, UNAM y Secretaría de Desarrollo Social.

Rivas Calvete, S.; Velasco Rodríguez, G.; Reyes de la Lanza, S.; Blanco Solana, M.; Guía: Cómo desarrollar un Plan de Acción Climática en México, EUR 30701 ES, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo, 2021, ISBN 978-92-76-37674-3, DOI: 10.2760/040742, JRC124287

Sáenz-Romero, Gerald E. Rehfeldt, Nicholas L. Crookston, Pierre Duval, Jean Beaulieu (2009). Estimaciones de cambio climático para Michoacán. Implicaciones para el sector agropecuario y forestal y para la conservación de la Mariposa Monarca.

Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P. & Urquiza-Haas, T. (2012). *Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. CONABIO. Recuperado de: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14959.pdf>

Secretaría de Desarrollo Económico de Michoacán (SEDECO) (2023). La canasta básica más económica se vende en Morelia en 943 pesos: Sedeco. Recuperado de:

<https://sedeco.michoacan.gob.mx/la-canasta-basica-mas-economica-se-vende-en-morelia-en-943-pesos-sedeco/>

SEMARNAT e INECC (2018). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ciudad de México. Disponible en <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/> [consultado en marzo 2023].

SEMARNAT e INECC (2022). Contribución Determinada a nivel Nacional, actualización 2022. Ciudad de México. Disponible en [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico\\_NDC\\_UNFCCC\\_update2022\\_FINAL.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf) [consultado en marzo 2023].

SENEAM (2023). La niebla. Recuperado de: [https://www.seneam.gob.mx//transparencia/archivos/la%20niebla\\_mzt.pdf](https://www.seneam.gob.mx//transparencia/archivos/la%20niebla_mzt.pdf)

Servicio a la Navegación en el Espacio aéreo Mexicano (SENEAM, 2021) <https://www.seneam.gob.mx//transparencia/archivos/LA%20NIEBLA%2028sep12.pdf>

Servicio Meteorológico Nacional (2023). Información Estadística Climatológica. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Servicio Meteorológico Nacional (2023b). Categorías de Sequía. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/categorias-de-sequia>

Servicio Meteorológico Nacional (2023c). Monitor de sequía de México. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

ONU (2019) Las olas de calor tienen la firma del cambio climático <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459821>

ONU (2021) Sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan la lista de desastres <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494632>

Ortega-Gaucin, D., Cruz-Bartolón, J. & Castellano-Bahena, H. V. (2018) Peligro, vulnerabilidad y riesgo por sequía en el contexto del cambio climático en México <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2192>

Periódico Oficial Del Estado de Michoacán (POEM) (2022). Capítulo IV. Recuperado de: <http://congresomich.gob.mx/file/7a-9522-CL.pdf>

Rivas Calvete, S.; Velasco Rodríguez, G.; Reyes de la Lanza, S.; Blanco Solana, M. (2021). Guía: Cómo desarrollar un Plan de Acción Climática en México, EUR 30701 ES, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo.

Ruiz, T. & Febles, G. (2004) La desertificación y la sequía en el mundo. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/837/83780201.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018) Incendios forestales y cambio climático <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/incendios-forestales-y-cambio-climatico>

SEMARNAT (2021). Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a la deforestación y degradación en contextos de cambio climático. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/677996/117\\_2021\\_DocumentoCompilado-CAEP\\_c.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/677996/117_2021_DocumentoCompilado-CAEP_c.pdf)

SEMARNAT (2023). El cambio climático hoy. Recuperado de: [http://elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/que\\_hay\\_que\\_saber](http://elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/que_hay_que_saber)

SEMARNAT (2023b). Biodiversidad y cambio climático. <http://elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/storage/biblioteca/46/46.pdf>

Universidad de Guadalajara (UDG) (2023). Plagas urbanas se adaptan a aumentos de temperatura. Recuperado de: <https://www.udg.mx/es/noticia/plagas-urbanas-se-adaptan-aumentos-de-temperatura#:~:text=El%20aumento%20en%20la%20temperatura,da%C3%B1os%20a%20la%20salud%20humana.>

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (2019) Los incendios forestales que afectan a México. Recuperado de: <https://ciencia.unam.mx/leer/935/los-incendios-forestales-que-afectan-a-mexico>

UNAM (1981-2010). Escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación. Recuperado de: <https://atlasclimatico.unam.mx/cmip5/visualizador>

