



Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturalez y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



ANÁLISIS DEL RIESGO ECONÓMICO CAUSADO POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN TRES DESTINOS TURÍSTICOS EN MÉXICO

REPORTE PARA SAN MIGUEL DE ALLENDE

Proyecto: Adaptación al Cambio Climático basada en Ecosistemas con el Sector Turismo (ADAPTUR)













Análisis del riesgo económico causado por el cambio climático en tres destinos turísticos en México - Reporte para San Miguel de Allende, México, 2020

Publicación

Junio de 2020

Autoría

Martín A. Morales, E-blocks José G. Posada Gallego, E-blocks Daniel A. Revollo, E-blocks Jaqueline A. Mera, E-blocks José J. Hernández, ERN César A. Arredondo, ERN Leonel Álvarez, INECC Thomas Schneider, GIZ Daniela Valera Aguilar, GIZ Fabian Trejo Rojas, GIZ

Colaboradores

Nancy F. Hernández González, SECTUR
Gloria Cuevas Guillaumin, SEMARNAT
Isabel M. Hernández Toro, INECC
Pilar Salazar Vargas, INECC
Yusif S. Nava Assad, INECC
Pilar Jacobo Enciso, CONANP
José Benigno Torres Trujillo, CCE de San Miguel de Allende
Laura Torres Septién, Consejo Turístico de San Miguel de Allende
Jorge Olalde Chávez, Asociación de Hoteles de San Miguel de Allende
Sergio Spinolo, CANIRAC San Miguel de Allende
Francisco Peyret García, Municipio de San Miguel de Allende
Agustín Madrigal Bulnes, Salvemos al río Laja, AC
Dylan Terrell, Caminos de Agua, AC
Henry Miller, El maíz más pequeño, AC

Créditos fotográficos

GIZ - ADAPTUR

Edición, diseño y maquetación

E-blocks S.A. de C.V., Ciudad de México

Financiado por

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania.

Instituciones responsables

Este documento forma parte de la consultoría realizada por las empresas E-blocks, S.A de C.V. y ERN S.A. de C.V., en el marco del proyecto *Adaptación al Cambio Climático basada en Ecosistemas con el Sector Turismo* (ADAPTUR).

ADAPTUR es liderado por la Secretaría de Turismo (SECTUR) en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), e implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del BMU.

Deslinde de responsabilidad: Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en los materiales están basados en la información compilada por GIZ, sus consultores y colaboradores. La GIZ no garantiza la precisión o integridad de la información en este sistema y no puede ser responsable por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.



Cada año se suman más crisis ambientales en el mundo, desde incendios forestales desmedidos, inundaciones extremas, intrusión del océano, pérdida de la biodiversidad, sequías y pandemias, entre otras. Es claro que estas afectaciones impactan la economía, pero también el desarrollo y bienestar de la población.

En México, una de las actividades económicas que más se vinculan con el medio ambiente es el turismo. Nuestro país se encuentra entre las naciones más visitadas del mundo y por ello el 8.7% del Producto Interno Bruto (PIB) se genera por este sector productivo. San Miguel de Allende, uno de los destinos turísticos mexicanos mejor valorados, ha sido reconocido como la mejor ciudad del mundo para vivir y vacacionar. Sin embargo, se encuentra vulnerable y en riesgo frente a los efectos del cambio climático.

Con mayor frecuencia los pobladores de este destino enfrentan inundaciones, granizadas, deslaves de laderas, días más calurosos y escasez de agua, en resumen, una verdadera batalla ambiental contra reloj. Ante tal preocupación y los retos que plantea el cambio climático, es necesario reflexionar y preguntarse si realmente estamos adaptados para las futuras crisis, y si contamos con la información necesaria para tomar decisiones al respecto.

El presente estudio, Análisis del riesgo económico causado por el cambio climático en tres destinos turísticos en México – Reporte para San Miguel de Allende, ofrece por primera vez al sector del turismo, un acercamiento sobre el costo económico de los daños que podría ocasionar el cambio climático, tanto a los activos empresariales y la infraestructura estratégica, como a los activos naturales y los servicios ecosistémicos de los cuáles depende el turismo.

El estudio está dirigido principalmente a los empresarios y las autoridades del sector turismo. Se basa en escenarios de cambio climático y análisis probabilísticos, y sus resultados deben considerarse como escenarios posibles de lo que podría ocurrir en el futuro, con las respectivas limitaciones metodológicas y sus grados de incertidumbre.

El *Análisis* se divide en cinco apartados. En los primeros tres se exponen los objetivos, el alcance y la metodología; el cuarto apartado muestra los resultados de la estimación del riesgo económico y en el último, se presentan recomendaciones concretas para hacer de San Miguel de Allende un destino turístico adaptado al cambio climático.

Esperamos que este estudio sirva para subrayar localmente la importancia de incluir los riesgos climáticos en las decisiones empresariales, y fomente la creación de alianzas y esfuerzos entre todos los sectores de la sociedad.

Es vital agradecer a los empresarios sanmiguelenses que participaron con sus experiencias e insumos, así como a los expertos académicos y de la sociedad civil que aportaron información científica y técnica. Asimismo, al gobierno municipal de San Miguel de Allende, la Secretaría de Turismo y la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, del estado de Guanajuato, por las gestiones realizadas.

Finalmente se extiende este agradecimiento al Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania por el financiamiento de este estudio en el marco del proyecto ADAPTUR.



San Miguel de Allende es reconocido en el mundo por el invaluable patrimonio que posee. La riqueza cultural y paisajística de este destino ha hecho posible que el sector turismo aporte alrededor del 12% del Producto Bruto Total (PBT) a la economía del municipio (INEGI, 2014).

Para las próximas décadas se proyecta un incremento en la llegada de turistas y la oferta de alojamiento, basado en las tendencias recientes. Sin embargo, el destino enfrentará cambios en el clima relacionados con el incremento de la temperatura y la disminución de las precipitaciones, que podrían magnificar el estrés hídrico y así poner en riesgo el negocio turístico.

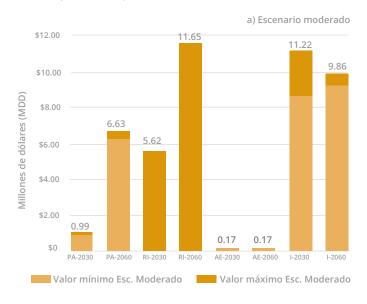
Por ello, el presente estudio tiene como objetivo estimar el riesgo económico que podría ocasionar el cambio climático; por un lado, debido a la disminución de los servicios ecosistémicos de provisión de agua y de regulación de inundaciones; y por otro, debido al impacto directo en los activos empresariales (hoteles) y en la infraestructura estratégica (aeropuertos, carreteras, subestaciones eléctricas, etcétera).

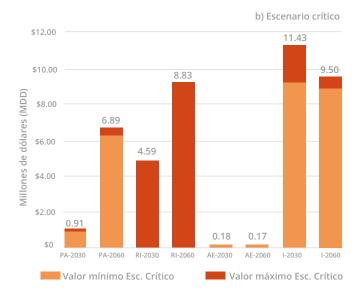
Este documento se realizó con la colaboración de las cámaras y organismos empresariales, así como las empresas turísticas del destino, representantes de medio ambiente y turismo del gobierno municipal de San Miguel de Allende y del estado de Guanajuato, además de los integrantes de la sociedad civil y la academia.

Los resultados presentan el riesgo a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector, y consideran los escenarios de cambio climático moderado (RCP 4.5) y crítico (RCP 8.5). Como principal resultado, se estimó un riesgo económico anual en San Miguel de Allende, entre \$10.28 – \$17.11 MDD a corto plazo (2030), y entre \$15.29 - \$25.39 MDD a mediano plazo (2060), en un escenario crítico.

La Figura 1 muestra el incremento anual en el costo de provisión de agua, las pérdidas anuales que podría ocasionar la variación de la precipitación, relacionada con la regulación de inundaciones, y la pérdida promedio anual (AAL, por sus siglas en inglés) para los activos empresariales y la infraestructura estratégica, en San Miguel de Allende.

Figura 1. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo.





Costo Adicional Provisión de Agua (PA), Pérdida en Regulación de Inundaciones (RI), Pérdida en Activos Empresariales-Escenario Moderado (AE), Pérdida en Infraestructura Estratégica (I).

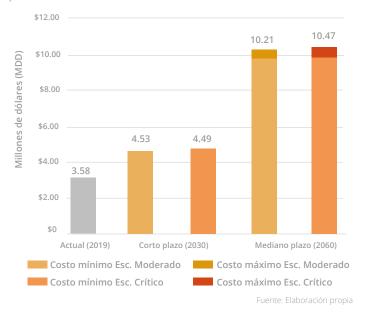
Riesgo por impacto en servicios ecosistémicos

Los impactos del cambio climático podrían causar cambios en la distribución de los activos naturales (bosques, selva baja, matorrales, etcétera.) y ocasionar una menor recarga del acuífero. Esta situación podría conducir a un déficit en el suministro de agua y, con ello a la necesidad de obtenerla de alguna fuente alterna fuera del municipio, como las presas El Zapotillo (Jalisco) o El Realito (Guanajuato).

A corto plazo (2030) se espera un incremento máximo del 25% en los costos anuales para proveer de agua al sector turismo y a los habitantes del municipio, en el escenario crítico, y bajo los supuestos de que se dispondrá de suficiente agua en el acuífero para su extracción y que se tratará un volumen considerable para eliminar las sustancias nocivas.

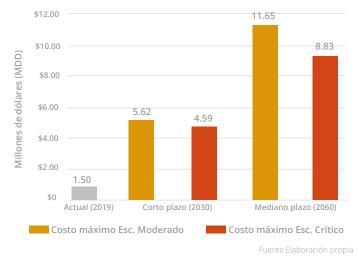
En el mediano plazo (2060), el costo podría incrementarse hasta en un 192%, en el escenario crítico, alcanzando los \$10.47 millones de dólares, en caso de que llegue el Día Cero (momento en que se acaba el agua, como ocurrió en Ciudad del Cabo en 2018), y la provisión del líquido se realice por medio de la presa El Zapotillo. Existen otros costos indirectos que no se incluyeron en la estimación, pero se refieren de forma cualitativa en el capítulo 4.

Figura 2. Variación en el costo anual del servicio de provisión de agua por el cambio climático.



Asimismo, se analizó la relación del servicio de regulación de inundaciones con el aumento de las precipitaciones estacionales y su impacto económico en la llegada de turistas. En este rubro, para el 2019 se estimó una pérdida económica de \$1.4 MDD. En el futuro, a corto plazo (2030), se calculó una pérdida máxima de \$5.6 MDD; mientras que a mediano plazo (2060), la pérdida máxima anual podría ascender a \$11.6 MDD.

Figura 3. Pérdida anual ocasionada por el impacto de la precipitación en la afluencia de turistas.

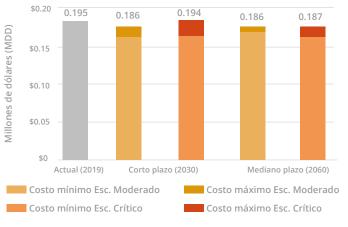


Riesgo por impacto en activos empresariales e infraestructura estratégica

Esta estimación se realizó considerando las amenazas de inundación, deslizamiento de laderas, granizo y viento huracanado. Los resultados representan la prima acumulada de los activos empresariales y la infraestructura estratégica analizados.

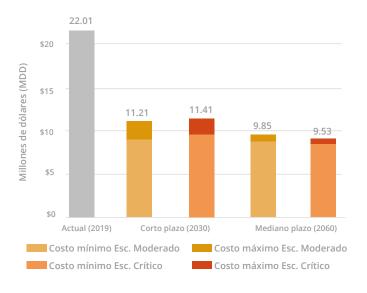
Los modelos de inundación mostraron, a corto (2030) y mediano plazo (2060), que el valor máximo podría alcanzaría 1.4 metros para ambos escenarios. En términos económicos, la pérdida promedio anual (AAL) por inundación, en 2019, fue de \$0.19 MDD. Este monto equivale al 0.13% del valor físico de todos los activos. Al considerar las variaciones de la precipitación por el cambio climático, se estimó un menor riesgo de pérdidas, las cuales podrían disminuir entre 0.85% y 4.7% a corto plazo (2030), y entre 4.1% y 4.7% a mediano plazo (2060), en relación con 2019. No obstante, está latente el riesgo de inundación por precipitación extrema en la temporada de lluvias.

Figura 4. Pérdida promedio anual por inundación para activos empresariales e infraestructura estratégica.



Por otra parte, la modelación de la amenaza por deslizamiento de laderas mostró un nivel de susceptibilidad bajo en la mayor parte del municipio. La AAL en 2019 fue de \$22 MDD, que equivale al 3.02% del valor físico de todos los activos. Al considerar la disminución de lluvias por el cambio climático se obtuvo una reducción del riesgo; entre 48.12% y 49.06% a corto plazo (2030) y entre el 55.27% y 56.69% a mediano plazo (2060), respecto al 2019.

Figura 5. Pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para activos empresariales e infraestructura estratégica.



Fuente: Elaboración propia

La modelación para granizo y viento huracanado se realizó solo para el escenario actual, debido a limitaciones metodológicas para incorporar los escenarios de cambio climático.

Para granizo, el análisis mostró que las zonas con un mayor nivel de amenaza están localizadas al noreste del municipio, en el área correspondiente a las localidades de Santa Bárbara, San Rafael y Tres Palmas. Esta zona presentó una intensidad máxima de 150 Jm². La pérdida promedio anual estimada en 2019 fue de \$0.031 MDD. Este monto equivale a 0.01% del valor físico de los activos.

Finalmente, la modelación del viento huracanado mostró que las zonas que presentan un mayor nivel de amenaza se localizan al sur de San Miguel de Allende. Esta área presentó una intensidad máxima de 55.67 km/h. La pérdida promedio anual por viento huracanado para los activos empresariales fue de \$0.28 MDD en 2019. Este monto equivale a 0.05% del valor físico de los activos.

Conclusiones y recomendaciones

Uno de los propósitos del informe es brindar sugerencias puntuales para que las empresas, los gobiernos y la sociedad en conjunto implementen soluciones de adaptación al cambio climático. Es importante recalcar que los impactos que se esperan revelan la existencia de riesgos, pero también de oportunidades dentro del sector.

Los resultados muestran un posible incremento del riesgo económico, para la operación de los negocios, por los impactos en los servicios de provisión de agua y regulación de inundaciones. Por el contrario, se espera un menor riesgo por el daño directo en los activos empresariales y la infraestructura estratégica. Por lo anterior, se debe poner especial atención en la conservación y restauración de los activos naturales que proveen agua y regulan las inundaciones en el destino, ya que los costos económicos podrían ser muy altos a mediano plazo.

Adicionalmente, se debe considerar que estos riesgos podrían detonar distintos problemas socioambientales que afectarían la imagen de San Miguel de Allende como uno de los destinos turísticos mexicanos más destacados en el mundo

Finalmente, para atender esta problemática se ha recomendado la implementación de acciones por parte del orden público y privado:

- Diseñar e implementar una política para el manejo integral del agua en la subcuenca alta del río Laja de San Miguel de Allende.
- Restaurar suelos, construir bordos y presas filtrantes, así como conservar bosques y selva baja caducifolia para detener erosión y evitar escurrimientos drásticos.
- Reforestar con especies endémicas para mejorar la recarga del acuífero.
- Restaurar riberas y lecho de afluentes, tales como el río Laja o el arroyo Los Cachinches, los cuales podrían aportar corredores o senderos turísticos.
- Promover incentivos para la implementación de medidas de captación de agua de lluvia o de ahorro del recurso en los hoteles y otros sectores económicos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	03
RESUMEN EJECUTIVO	04
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	08
LISTADO DE FIGURAS	09
LISTADO DE TABLAS	09
1. EL TURISMO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	10
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	11
3. METODOLOGÍA	12
4. RESULTADOS	18
4.1. Subsectores y unidades económicas	18
4.2. Activos naturales y servicios ecosistémicos	20
4.3. Cambio climático en San Miguel de Allende y zonas aledañas	21
4.4. Ubicación geográfica de amenazas climáticas	28
4.5. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los servicios	
ecosistémicos	30
4.6. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los activos	
empresariales y la infraestructura estratégica	32
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
6. GLOSARIO	36
7 RIRLIOGRAFÍA	27

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAL. Pérdida Promedio Anual

ADAPTUR.	Adaptación al Cambio Climático basada en Ecosistemas con el Sector Turismo
APR.	Análisis Probabilista de Riesgo
BMU.	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
CANIRAC.	Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados
CCA.	Centro de Ciencias de la Atmósfera
CCE.	Consejo Coordinador Empresarial de San Miguel A.C.
CCN.	Coalición de Capital Natural
CENACOM.	Centro Nacional de Comunicación y Operación de Protección Civil
CI.	Índice de consistencia
CICES.	Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas
CMNUCC.	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CONAGUA.	Comisión Nacional del Agua
CONANP.	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
DENUE.	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
ECA.	Guía Económica de la Adaptación Climática
EEA.	Agencia Ambiental Europea
GEI.	Gases de Efecto Invernadero
GIZ.	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México
INECC.	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI.	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPBES.	Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
IPCC.	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
LGCC.	Ley General de Cambio Climático
MDD.	Millones de dólares (USD)
OMT.	Organización Mundial del Turismo
PBT.	Producto Bruto Total
PBTT.	Producto Bruto Total del Sector Turístico
PCN.	Protocolo de Capital Natural
PIB.	Producto Interno Bruto
PMDUOET.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial
RCP.	Trayectorias Representativas de Concentración
SECTUR.	Secretaría de Turismo
SEMARNAT.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIRE.	Sistema de Información de Riesgo Económico
UICN.	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNAM.	Universidad Nacional Autónoma de México
UNIATMOS.	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VEP.	Valor Esperado de Pérdida

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo 04	Figura 28. Comparativo del mapa histórico y tirantes máximos de inundación con cambio climático28
Figura 2. Variación en el costo anual del servicio de provisión de agua por el cambio climático	Figura 29. Comparativo del mapa histórico y factores de susceptibilidad al deslizamiento con cambio climático 29
Figura 3. Pérdida anual ocasionada por el impacto de la precipitación en la afluencia de turistas 05	Figura 30. Modelo histórico de granizo para un periodo de retorno de 20 años
Figura 4. Pérdida promedio anual por inundación para activos empresariales e infraestructura estratégica	Figura 31. Modelo histórico de viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años
Figura 5. Pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para activos empresariales e infraestructura estratégica 06	Figura 32. Cadena de impactos en el servicio de provisión de agua para San Miguel de Allende
Figura 6. Costos acumulados del cambio climático para México en 2100 en el escenario crítico10	Figura 33. Variación de costos del cambio climático en el servicio de provisión de agua
Figura 7. Pérdidas económicas ocasionadas por eventos climáticos en Guanajuato (2000-2015)	Figura 34. Cadena de impactos en el servicio de regulación de inundaciones en San Miguel de Allende
Figura 8. Etapas de la metodología participativa	Figura 35. Pérdidas ocasionadas por el impacto de la precipitación en la afluencia de turistas
Figura 9. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado	Figura 36. Distribución de pérdida promedio anual por inundación para los activos empresariales y la infraestruc-
Figura 10. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado	tura estratégica en el modelo actual (2019)
Figura 11. Modelo para representar la relación del cambio climático y el riesgo	infraestructura estratégica
Figura 12. Cadena de impactos del cambio climático en activos naturales, servicios ecosistémicos y turismo	deslizamiento de laderas para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019) 33
Figura 13. Metodología para el Análisis Probabilista de Riesgo en activos empresariales e infraestructura estratégica 16	Figura 39. Pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para activos empresariales e infraestructura estratégica 33
Figura 14. Aporte económico del sector turismo en San Miguel de Allende	Figura 40. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo
Figura 15. Unidades económicas del sector turismo en San Miguel de Allende. 19	
Figura 16. Distribución de las unidades económicas del sector turismo en San Miguel de Allende	
Figura 17. Resultados de la priorización de servicios ecosistémicos por el sector turismo en San Miguel de Allende 20	LISTADO DE TABLAS
Figura 18. Activos naturales y algunos servicios ecosistémicos en San Miguel de Allende	
Figura 19. Resultados de la priorización por criterio de análisis en San Miguel de Allende	Tabla 1. Criterios para la priorización de activos naturales en el sector turismo. 13
Figura 20. Memoria fotográfica de la sesión ejecutiva en San Miguel de Allende	Tabla 2. Supuestos del servicio de provisión de agua
Figura 21. Cambios de temperatura media anual en el municipio de San Miguel de Allende a corto plazo (2030) 22	
Figura 22. Cambios de temperatura media anual en el municipio de San Miguel de Allende a mediano plazo (2060) 23	
Figura 23. Pérdida de cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C	
Figura 24. Pérdida de cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C	
Figura 25. Cambios de la precipitación en el municipio de San Miguel de Allende a corto plazo (2030)	
Figura 26. Cambios de la precipitación en el municipio de San Miguel de Allende a mediano plazo (2060)	
Figura 27. Cambios en la precipitación media mensual para San Miguel de Allende	

1. EL TURISMO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Muchas empresas alrededor del mundo han comenzado a prepararse ante la posibilidad de que el cambio climático afecte sus utilidades en los próximos años. Las empresas, los inversionistas y las instituciones bancarias se cuestionan sobre los costos que generará el cambio climático, o qué tan graves serán las pérdidas económicas que podrían ocasionar las afectaciones a los activos naturales de los que depende el sector empresarial. Todos ellos coinciden en la importancia de atender las problemáticas lo antes posible para garantizar la operación de sus negocios.

Los estudios más recientes sugieren que en México, ante un escenario de inacción, en el que no se implementan medidas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), ni se ponen en marcha soluciones de adaptación, el cambio climático podría tener un costo acumulado para el año 2100 entre 0.5 y 2 veces el Producto Interno Bruto (PIB) de 2010 (Figura 6), lo que equivale a una pérdida anual entre 6.7 y 26.8 mil millones de dólares (INECC, 2018).

Ante tal panorama, el sector turismo ha sido señalado como uno de los sectores que podrían experimentar mayores costos económicos por los impactos del cambio climático (SEMARNAT, 2018). De forma que su contribución económica actual, que equivale al 8% al PIB de México, podría disminuir en función del daño que experimenten los activos naturales y los servicios ecosistémicos, que emplea en su operación y que lo distingue del resto del mundo.

En los últimos veinte años el estado de Guanajuato ha presentado al menos 10 eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos (lluvia, inundación y ciclón tropical), que cuentan con un registro de las pérdidas económicas. En la Figura 7 se observa que 8 de los 10 eventos registrados tienen un órden de pérdidas entre los \$100,000 - \$300,000 dólares (USD). Estos valores se obtuvieron en municipios distintos a San Miguel de Allende, e incluyen tipos de infraestructura que no es estratégica para el sector turismo. Sin embargo, constituyen un referente de las pérdidas que han ocasionado distintos fenómenos climáticos, y remarcan la importancia de que el sector debe estar preparado ante las variaciones que ocasionará el cambio climático.

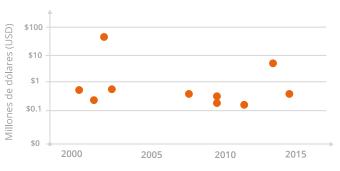
En las próximas décadas, San Miguel de Allende enfrentará cambios en el clima relacionados con el incremento de la temperatura y la disminución de las precipitaciones, entre otros. Estudios recientes muestran que existen zonas en el centro histórico del municipio con un nivel de vulnerabilidad alto frente a los impactos del cambio climático, lo que ocasionará afectaciones al patrimonio cultural e histórico, así como daños en los activos empresariales y la infraestructura estratégica, componentes primordiales en el desarrollo de las actividades turísticas. Por otra parte, los impactos del cambio climático podrían ocasionar la pérdida de servicios ecosistémicos fundamentales para el sector turismo, tales como la provisión de agua y la regulación de inundaciones, esto conduciría a un incremento en los costos de los bienes y servicios para el sector privado.

Figura 6. Costos acumulados del cambio climático para México en 2100 en el escenario crítico



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Pérdidas económicas ocasionadas por eventos climáticos en Guanajuato (2000-2015).



2. OBJETIVOS Y ALCANCE



General

Identificar el riesgo económico que podría ocasionar elcambio climático a corto (2030) y mediano plazo (2060) en el sector turismo.

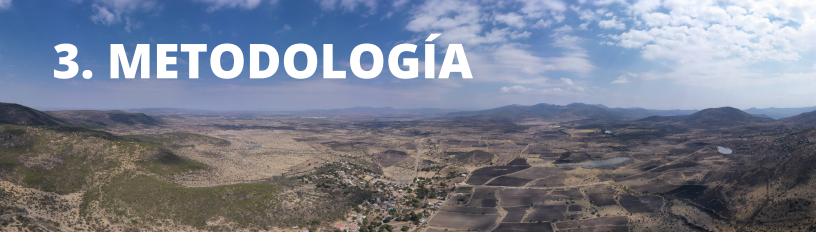
Específicos

- Identificar los activos naturales y servicios ecosistémicos prioritarios para el sector turismo en el destino.
- Estimar el riesgo económico futuro que podría causar el impacto del cambio climático en los activos naturales y servicios ecosistémicos prioritarios.
- Estimar el riesgo económico futuro que podría causar el impacto directo del cambio climático en los activos empresariales y la infraestructura estratégica.
- Elaborar un Sistema de Información de Riesgo Económico (plataforma web) que permita visualizar los resultados, realizar nuevas estimaciones de riesgo económico, y ser un material de apoyo en la toma de decisiones.

Alcance

El análisis se realizó en tres de los destinos turísticos más importantes del país: San Miguel de Allende en Guanajuato; Riviera Nayarit-Jalisco (Puerto Vallarta, Jalisco y Bahía de Banderas, Nayarit); y Riviera Maya en Quintana Roo (Tulum, Solidaridad, Puerto Morelos, Benito Juárez y Cozumel).

Este informe presenta los resultados para el destino turístico San Miguel de Allende.



La metodología concibe a los participantes como agentes activos en la construcción del conocimiento, y busca su involucramiento en todas las etapas que la integran. Considera tres componentes de otras propuestas metodológicas:

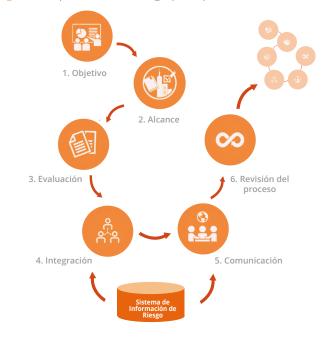
- I. El ciclo de mejora propuesto en los procesos de valoración de la naturaleza del "Protocolo de valoración y evaluación de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos" (IPBES, por sus siglas en inglés).
- II. El proceso de identificación, medición y valoración de la dependencia y los impactos que tienen las actividades del sector privado sobre el capital natural, el cual se estandariza en el "Protocolo del Capital Natural" (PCN) de la Coalición de Capital Natural.
- III. La secuencia metodológica para el análisis de las amenazas climáticas que se presenta en la "Guía de la Economía de la Adaptación Climática" (ECA, por sus siglas en inglés) que publicó el Banco de Crédito para la Reconstrucción.

La metodología se diseñó con el equipo ADAPTUR (representantes de SECTUR, SEMARNAT, CONANP e INECC y GIZ), y los actores clave del destino turístico. Consta de seis etapas y ocho pasos, los cuales se describen a continuación y se resumen en la Figura 8.

Paso 1.1. Identificación de subsectores y actores clave

Los subsectores se identificaron de acuerdo con el Censo Económico de INEGI (2014), y las unidades económicas reportadas en el *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas* (DENUE). Los actores clave se seleccionaron a partir de criterios de interés sobre el tema del cambio climático (instrumentos, presupuesto, acciones realizadas y experiencia), y criterios de influencia en el destino (vinculación con otros actores, participación en acciones, redes, etc.).

Figura 8. Etapas de la metodología participativa.



Etapa

Pasos

Etapa 1. Objetivo

Establecer por qué los empresarios del sector turismo deben realizar la evaluación del riesgo económico.

- 1.1. Identificación de subsectores y actores clave.
- 1.2. Identificación y priorización de activos naturales y servicios ecosistémicos.

Etapa 2. Alcance Determinar qué se incluirá en la

evaluación

2.1. Identificación de amenazas climáticas y escenarios de cambio climático.

Etapa 3. Evaluación

Evaluar las principales fuentes de riesgo económico por impactos del cambio climático

- 3.1. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos naturales y los servicios ecosistémicos.
- 3.2. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos empresariales y la infraestructura estratégica.

Etapa 4. Integración

Incorporar la información requerida en el Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR). 4.1. Integración de resultados en el Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR).

Etapa 5. Comunicación

Analizar los hallazgos de las evaluaciones e identificar posibles acciones y recomendaciones.

5.1. Comunicación de resultados

Etapa 6. Revisión

Revisión de aciertos y fallas para proponer mejoras en el proceso. 6.1. Realizar mejoras al proceso

Paso 1.2. Identificación y priorización de activos naturales y servicios ecosistémicos

Los activos naturales son todos aquellos recursos (ecosistemas, especies emblemáticas) que permiten el funcionamiento de una empresa y forman parte de su oferta turística. Estos pueden ser recursos naturales renovables (flora, fauna, agua, etc.) y no renovables (minerales, gas natural, petróleo, etc.), los cuales a su vez producen el flujo de servicios ecosistémicos al sector turismo. Los servicios ecosistémicos se definen como el conjunto de beneficios que los sistemas humanos adquieren de los ecosistemas, es decir de los activos naturales (Constanza et al., 1997; MEA, 2005).

En un primer momento, el equipo ADAPTUR analizó de manera interna seis activos naturales mediante un modelo multicriterio (Tabla 1). Como resultado se obtuvieron cuatro activos prioritarios: el matorral xerófilo, la selva baja caducifolia, el bosque de pino-encino y el rio Laja. Estos activos se caracterizaron con la cartografía oficial de INEGI y CONAGUA; y se les asociaron los servicios ecosistémicos más relevantes para el sector turismo (provisión de agua dulce, control de erosión, provisión de alimentos y regulación de inundaciones), acorde con la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) de la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2019).

Tabla 1. Criterios para la priorización de activos naturales en el sector turismo.

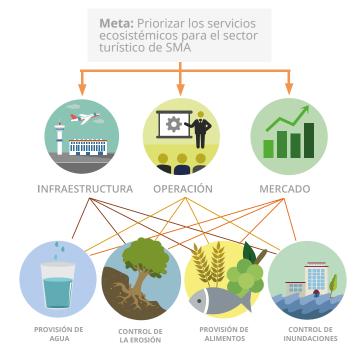
Criterio	Descripción
Beneficios	El activo natural proporciona servicios tangibles e intangibles que al sector turístico.
Cambio climático	El activo natural cuenta con estudios sobre la exposición al cambio climático
Conservación	El activo natural cuenta con medidas para su manejo y conservación.
Insumos	El activo natural cuenta con información disponible para estudiar el activo natural.

Posteriormente, se priorizaron los servicios ecosistémicos con la participación de 22 representantes del sector privado, y algunos expertos de la academia, sociedad civil y gobierno de turismo y medio ambiente. Para ello se utilizó un modelo multicriterio que permitió recabar las preferencias individuales de los participantes a partir de comparaciones pareadas (Figura 9). El ejercicio se realizó a través de una herramienta interactiva (*Google Forms*) con el apoyo de teléfonos inteligentes y tabletas (Figura 10). Los resultados se analizaron mediante el software *SuperDecisions*.

Los servicios ecosistémicos priorizados por los actores clavede San Miguel de Allende fueron la provisión de agua y la regulación de inundaciones.

Considerando que los servicios ecosistémicos se extienden más allá de los límites administrativos, se establecieron las cuencas hidrológicas clasificadas por CONAGUA como las unidades geográficas de análisis.

Figura 9. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado.



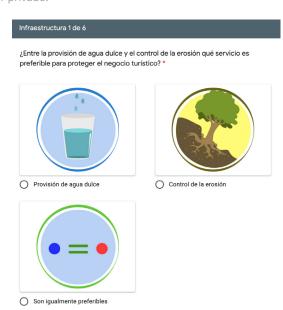
DESCRIPCIÓN

Infraestructura: servicios que brindan protección a la infraestructura y activos empresariales prioritarios.

Operación: servicios que son prioritarios para el funcionamiento del negocio turístico. Mercado: servicios que favorecen la competencia del negocio en el mercado turístico.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado.



Paso 2.1. Identificación de amenazas climáticas y escenarios de cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define al cambio climático como "el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (IPCC, 2013).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concibe al riesgo como el producto de la interacción de tres componentes: el peligro o amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (IPCC, 2012).

En el modelo que se ilustra en la Figura 11 (IPCC, 2014), el peligro o amenaza se refiere a los cambios en la temperatura y precipitación proyectados por el cambio climático, y a los fenómenos climáticos extremos; la exposición comprende los activos naturales, los activos empresariales, la infraestructura estratégica, las personas, etc., presentes en los destinos y que podrían afectarse negativamente; y la vulnerabilidad es una propiedad de los sistemas naturales y humanos que define su propensión o predisposición a experimentar daños.

Las amenazas que se consideraron en San Miguel de Allende, de acuerdo con la información técnica disponible para el destino fueron: inundación, deslizamiento de laderas, granizo y viento huracanado.

Para establecer los escenarios de cambio climático se consideraron las Trayectorias Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés), propuestas por el IPCC, las cuales muestran el resultado de los diferentes niveles de emisiones de GEI desde la actualidad hasta finales del siglo XXI.

El estudio consideró el escenario RCP 4.5, el cual supone cierta estabilidad de las emisiones para el año 2100; y el escenario RCP 8.5, que supone tasas de emisiones altas de GEI, sin el implemento de soluciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Para facilitar el uso de un lenguaje sencillo, de aquí en adelante se denominarán escenario moderado y escenario crítico, respectivamente.

La modelación de las variaciones de temperatura y precipitación mensual, a escala nacional, se realizó con los datos que se obtuvieron del portal UNIATMOS del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Para ello se utilizaron cuatro modelos de circulación general: CNRMCM5 (Francia), GFDL_CM3 (Estados Unidos), HADGEM2_ES (Reino Unido) y MPI_ESM_LR (Alemania), correspondientes a los escenarios moderado y crítico a corto (2015-2039) y mediano plazo (2045-2069). Los modelos se procesaron a través del uso del *software* ArcGis 10.4 y QGIS 3.4.12.

Paso 3.1. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos naturales y servicios ecosistémicos

El análisis del riesgo en los activos naturales se realizó bajo la siguiente lógica: ¿cuál es el riesgo que representa la pérdida o deterioro de los activos naturales y servicios ecosistémicos de los que depende el sector turismo?

Para contestar esta pregunta, se elaboró una cadena de impactos que muestra: *l.* los impactos que podrían causar los cambios de temperatura y precipitación (datos mostrados en los escenarios de cambio climático) en los activos naturales y servicios ecosistémicos, y *ll.* de qué manera estos impactos podrían interrumpir la operación de los negocios turísticos y causar un riesgo económico al sector (Figura 12).

La información sobre los impactos del cambio climático en los activos naturales y servicios ecosistémicos se obtuvo a

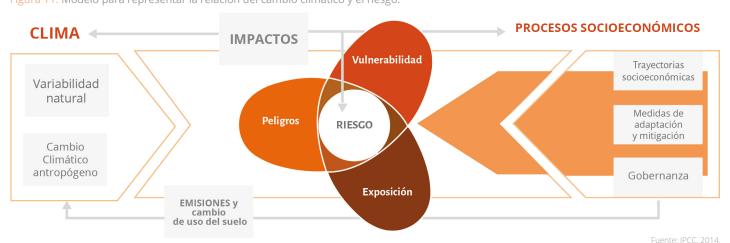


Figura 11. Modelo para representar la relación del cambio climático y el riesgo.

partir de publicaciones del IPCC y reportes técnicos sobre valoración económica. Asimismo, se complementó con un análisis geográfico para identificar las áreas que muestran un aumento de temperatura fuera del rango térmico adecuado para los activos naturales, el cual supone una afectación directa a dichos elementos y a sus servicios que provee. Para ello, se consideró la metodología propuesta en el estudio *Caracterización de la exposición al Cambio Climático: Caso de manglares en Sian Ka'an*, que desarrolló el INECC.

Para estimar el riesgo económico actual y futuro, se empleó información oficial económica proveniente de instituciones de gobierno local y de bases de datos que proporcionaron las empresas turísticas del destino, así como diversos métodos de valoración económica que permitieran conocer el valor de los servicios ecosistémicos para el turismo y lo que representa su degradación por cambio climático, tanto a corto (2030) como a mediano plazo (2060).

Si bien, existen otros factores antropogénicos como el cambio acelerado del uso de suelo, el crecimiento demográfico mal planificado, la inseguridad, las pandemias y otros eventos que también pueden causar pérdidas económicas, no se consideraron en el análisis, pero sí en las recomendaciones. A continuación, se muestra una breve descripción metodológica para cada servicio ecosistémico analizado.

Provisión de agua

La valoración económica para el servicio ecosistémico de provisión de agua se llevó a cabo mediante la metodología de costo de reemplazo, basada en el supuesto de que es posible calcular los costos financieros que implicaría la sustitución de determinados activos naturales que han sido afectados por las actividades humanas (Penna, J. A. y Cristeche, E., 2008), así como en un análisis costo-beneficio complementario.

El ejercicio consideró el análisis de los cambios en la temperatura y la precipitación que se esperan como resultado del cambio climático en los activos naturales que proveen el servicio. A partir de esto, se estimó la posible reducción en la distribución de los activos, y los cambios en las tasas de infiltración de agua al acuífero a corto (2030) y mediano plazo (2060). Los supuestos considerados se presentan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Supuestos del servicio de provisión de agua.

	Corto plazo (2030)		Mediano plazo (2060)	
Supuestos/Escenarios	Moderado	Crítico	Moderado	Crítico
Afectaciones de la recarga del acuífero por aumento del 1.5°C de umbral térmico en los activos naturales	0% a 0.36%	0% a 0.54%	0.17% a 14.34%	4.63% a 48.90%
Afectaciones de la recarga vertical del acuífero por cambios de la precipitación	2.1% a 14.19%	0% a 4.83%	1.28% a 8.27%	2.74% a 8.94%
Consumo de agua <i>per cápita</i> de los habitantes y turistas	115 l/hab 600 l/tur	115 l/hab 600 l/tur	115 l/hab 600 l/tur	115 l/hab 600 l/tur
Tratamiento de agua por pre- sencia de flúor y arsénico	20%	20%	20%	20%
Aumento de costo de agua por llegada del dia cero ⁷	Costo de alternativa	Costo de alternativa	Costo de alternativa	Costo de alternativa

Para conocer la demanda de agua por parte de las empresas turísticas y la población del municipio se identificaron las tasas estimadas de crecimiento de la afluencia turística y el crecimiento poblacional para obtener el volumen que se requerirá hasta el año 2070 (SECTUR, 2019).

Uno de los supuestos principales del ejercicio fue considerar que en el futuro no se podrá extraer agua del acuífero que provee al destino. Dado que actualmente se desconoce el volumen remanente del acuífero se estableció un momento denominado "día cero", por su similitud con el concepto que se utilizó en Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Figura 12. Cadena de impactos del cambio climático en activos naturales, servicios ecosistémicos y turismo.



Las alternativas tecnológicas para proveer agua al municipio se obtuvieron de anteproyectos del gobierno: la presa El Zapotillo en Jalisco, y la presa El Realito en el límite de Guanajuato y San Luis Potosí. Es importante resaltar que estas alternativas no son las más adecuadas desde el punto de vista económico, social y ambiental, pero se consideraron para el estudio porque es la única información disponible por parte de las dependencias públicas, sobre los costos de producción del agua potable por fuentes alternas.

Regulación de inundaciones

La valoración económica para el servicio ecosistémico de regulación de inundaciones se realizó por medio de la metodología de precios de mercado. Para realizar este ejercicio se desarrolló un modelo econométrico de series de tiempo, que considera el valor económico del servicio ecosistémico en el mercado.

La variable central (dependiente) fue el valor de la ocupación hotelera, en términos monetarios, en el periodo 2014-2018. La variable explicativa (independiente) fue la precipitación relacionada a las inundaciones. El modelo buscó identificar los impactos de la precipitación actual y futura en la afluencia de turistas, para estimar, con base en esta información, las repercusiones en la pérdida de la derrama económica a corto (2030) y a mediano plazo (2060).

Para estimar los cambios en la derrama económica, el modelo consideró los ingresos por el hospedaje, los paseos turísticos (*tours*), las visitas a museos, y otras actividades típicas que realizan los turistas y que podrían verse afectadas por los cambios en la precipitación.

Tabla 3. Supuestos del servicio de regulación de inundaciones

	Corto plazo (2030)		Mediano plazo (2060)	
Supuestos/Escenarios	Moderado	Crítico	Moderado	Crítico
El cambio climático ocasionará un aumento o disminución de la precipitación	-62% a +28%	-52% a +22.9%	-33.9% a +28.1%	-52% a +21.3%
La derrama económica por cuarto ocupado se mantiene constante	\$4,738	\$4,738	\$4,738	\$4,738

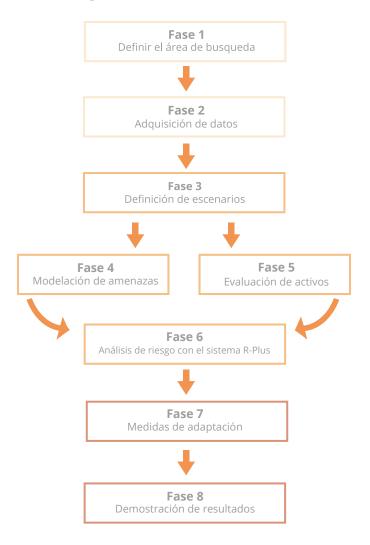
Paso 3.2. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos empresariales y la infraestructura estratégica

El análisis del riesgo económico en los activos empresariales (inmuebles) y en la infraestructura estratégica (aeropuerto, estación de bomberos, subestaciones eléctricas, puentes, hospitales y carreteras) se llevó a cabo a través del Análisis Probabilista de Riesgo (APR), el cual considera la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad.

El APR permite identificar indicadores del riesgo económico, comúnmente empleados en el sector asegurador, como la pérdida promedio anual (AAL por sus siglas en inglés) y la pérdida ante un escenario crítico. La pérdida promedio anual se refiere al valor promedio de la pérdida que se tendría en un año al considerar un periodo de exposición prolongado. Mientras que la pérdida ante un escenario crítico se refiere al evento que tiene mayor contribución a la pérdida promedio anual.

En la Figura 13 se ilustran las fases del análisis. Las primeras fases consideraron el mismo polígono de los activos naturales (cuencas hidrográficas de CONAGUA) y los mismos escenarios de cambio climático.

Figura 13. Metodología para el APR en activos empresariales e infraestructura estratégica.



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de ECA (2014)

La modelación probabilista de las amenazas consideró los parámetros históricos establecidos con un periodo de retorno de 20 años. Para las amenazas de inundación y deslizamiento de laderas, se ajustó el modelo probabilista incorporando los cambios en la precipitación que se estiman en los escenarios de cambio climático. Para granizo y viento huracanado no se incluyeron debido a limitaciones metodológicas.

La evaluación de los activos empresariales consideró la revisión de las características constructivas¹ de 160 unidades económicas de hospedaje reportadas en el DENUE. De las cuales, se realizó una inspección en campo de 15 hoteles y dos restaurantes, y el resto de las unidades se evaluó a distancia.

Para la evaluación de la infraestructura estratégica se realizó una consulta de información disponible en el Marco Geoestadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos 2018 del INEGI, la base de datos de aeródromos y helipuertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención y Desastres, y la Comisión Federal de Electricidad.

Los resultados incluyen el análisis del aeródromo de San Miguel de Allende, dos estaciones de bomberos, seis subestaciones eléctricas, 27 puentes, 74 hospitales y 2,255 km de carreteras.

El análisis de riesgo se realizó con el software R-Plus, en el cual se asignó una función de vulnerabilidad a cada elemento constructivo, la cual caracteriza el comportamiento físico de las construcciones durante la ocurrencia de una amenaza específica. A partir de los resultados se obtuvo la AAL y la pérdida ante un escenario crítico (ERN, 2020).

Paso 4.1. integración de resultados en el Sistema de Información de Riesgos Económicos (SIRE)

Se desarrolló una plataforma web denominada Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR), con el objetivo de presentar los resultados del estudio a los empresarios del sector turismo y a las autoridades locales, así como proveer información que facilite la toma de decisiones sobre posibles soluciones de adaptación. La plataforma incluye una herramienta que permite actualizar los análisis de riesgo económico para el servicio de provisión de agua, llamada "simulador".

Paso 5.1. Comunicación de resultados

Finalmente, se presentaron los resultados a los actores clave, de forma virtual debido a la contingencia por la pandemia de COVID-19, y posteriormente se realizó la entrega formal del informe final.

Paso 6.1 Revisión del proceso

La revisión del proceso comprende la última etapa de la metodología participativa. Durante este paso se solicitó a las empresas, dependencias de gobierno y organizaciones de la sociedad civil participantes, a dar su retroalimentación sobre las actividades y productos que se generaron en la consultoría, con el objetivo de realizar mejoras que pudieran aplicarse a un nuevo ciclo de evaluación.

¹ Las características constructivas consideran el tipo de construcción, los materiales, los acabados y otros aspectos propios de los inmuebles.

4. RESULTADOS

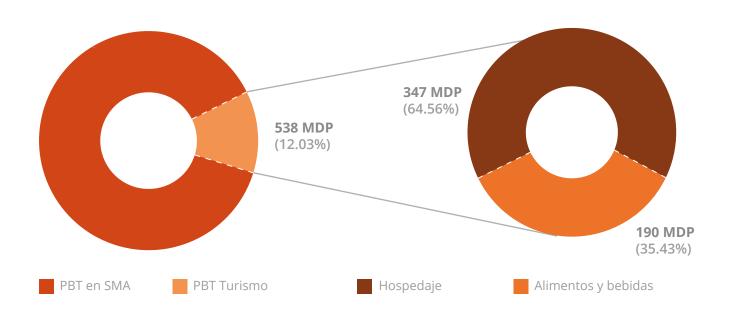
4.1. Subsectores y unidades económicas

San Miguel de Allende es uno de los destinos turísticos con más alta afluencia y gasto promedio de México. En el último censo económico que realizó el INEGI, el Producto Bruto Total del Sector Turístico (PBTT) que se reportó para este destino fue de \$538 millones de pesos, lo que representó el 12.03% del Producto Bruto Total (PBT) del municipio (INEGI, 2014). La Figura 14 muestra la distribución de la derrama económica de los subsectores de hospedaje y alimentos y bebidas, de acuerdo con el PBT de 2014.

En 2019, debido a que San Miguel de Allende es el destino turístico del estado de Guanajuato donde operan más hoteles de categoría superior, la derrama turística del destino se ubicó en \$1,850 millones de pesos (SECTUR, 2020).

La relevancia que ha adquirido el sector turismo en el desarrollo económico de esta ciudad, patrimonio de la humanidad, hace prioritario el conocimiento de los posibles impactos del cambio climático, con el objeto de que las empresas turísticas diseñen un esquema de operación que se adapte a los retos futuros.

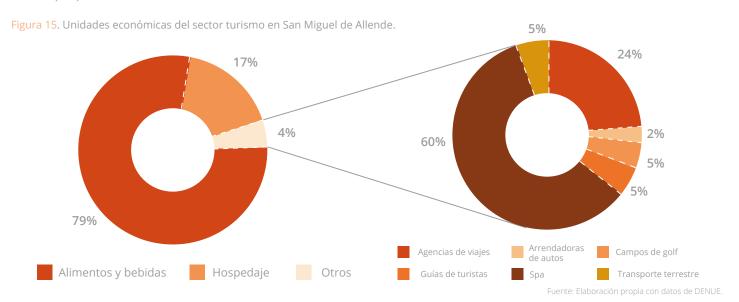
Figura 14. Aporte económico del sector turismo en San Miguel de Allende.



Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE.

De acuerdo con el DENUE, San Miguel de Allende cuenta actualmente con 6,455 unidades económicas. Por otro lado, los subsectores turísticos que operan en el destino se clasifican en 10 categorías² y están integrados por un total de 974 unidades económicas (INEGI, 2019). La Figura 15 muestra la distribución de las empresas turísticas en San Miguel de Allende, de acuerdo con el subsector turístico al que pertenecen.

El subsector *hospedaje* de San Miguel de Allende cuenta con 160 unidades económicas, que representan el 2.47% del total de empresas en el destino turístico.

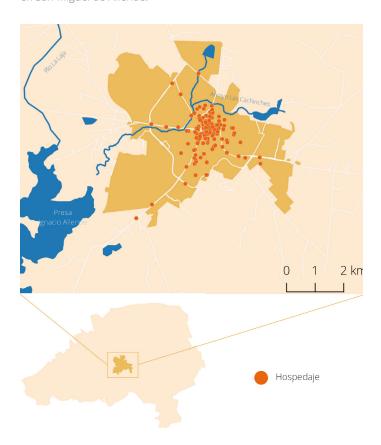


El análisis realizado en el destino se centró en el subsector Hospedaje. Este conjunto cuenta con 160 empresas, que representan el 2.47% de las unidades económicas en el destino, las cuales tienen una aportación de 7.76% al PBT del municipio (INEGI, 2014).

Para dimensionar el tamaño de las empresas, el DENUE reporta que el 76.87% de las unidades del subsector Hospedaje son microempresas, que cuentan de uno a 10 empleados, el 22.5% está integrado por pequeñas y medianas empresas con la ayuda de hasta 100 empleados, y las unidades restantes corresponden a grandes empresas con la ayuda de más de 100 empleados y representan el 0.63% (DENUE, 2019). Estas características son representativas de la oferta hotelera conocida por el concepto de hotel *boutique*.

En la Figura 16 se ilustra la distribución de las empresas hoteleras en el polígono del centro histórico de San Miguel de Allende.

Figura 16. Distribución de las unidades económicas del sector turismo en San Miguel de Allende.



Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE

² San Miguel de Allende cuenta con 10 subsectores de los 13 identificados por SECTUR, estos son: Agencias de viaje, Alimentos y bebidas, Arrendadoras de autos, Campos de golf, Convenciones y ferias, Destinos turísticos, Guías de turistas, Hospedaje, Spa, Transporte terrestre.

4.2. Activos naturales y servicios ecosistémicos

La población y las empresas turísticas en el destino reciben una gran cantidad de beneficios de los activos naturales presentes en el municipio y las zonas aledañas. Entre estos beneficios se denominan servicios ecosistémicos (Figura 18).

De acuerdo con el ejercicio de priorización, los servicios ecosistémicos más importantes para el sector turismo en San Miguel de Allende son la provisión de agua y la regulación de inundaciones.

Los resultados generales muestran que existe una percepción generalizada sobre la importancia de la disponibilidad de agua para la operación del sector turismo, misma que coincide con el estrés hídrico y los problemas de contaminación que enfrentan los acuíferos que proveen de agua al destino. Así como a las inundaciones ocurridas en años anteriores que han interrumpido la operación y la comunicación carretera en algunos casos (Figura 17).

Figura 17. Resultados de la priorización de servicios ecosistémicos por el sector turismo en San Miguel de Allende*.

Nombre	Gráfico	Resultados	Priorización
Provisión de agua dulce		0.359	1°
Regulación de inundaciones		0.233	2°
Provisión de alimento		0.210	3°
Control de la erosión		0.197	4°

^{*} En todos los casos, los valores del índice de consistencia (IC) fueron menores al 10%, por lo que la comparación se considera válida.

Fuente: Elaboración propia

Al desagregar las preferencias por criterios de análisis, se identificó que el servicio de regulación de inundaciones es el más importante para la protección de la infraestructura, mientras que el servicio de provisión de agua resultó el más relevante para mantener la competitividad en el mercado y la operación de los negocios (Figura 19).

Figura 18. Activos naturales y algunos servicios ecosistémicos en San Miguel de Allende.

MATORRAL XERÓFILO



Provisión de alimentos y regulación del clima

RIBERA DEL RÍO LAJA



Regulación de eventos extremos y provisión de agua

SELVA BAJA CADUCIFOLIA



Turismo de naturaleza y regulación del clima

BOSQUE PINO- ENCINO



Provisión de agua

Fuente:Elaboración propia con fotos de GIZ-ADAPTUR

Figura 19. Resultados de la priorización por criterio de análisis en San Miguel de Allende.

Protección de infraestructura		
Reg. de Inundaciones	0.316	
Provisión de Agua	0.277	
Control de Erosión	0.248	
Provisión de Alimento	0.159	

Competitividad en el mercado		
Provisión de Agua	0.397	
Provisión de Alimento	0.232	
Reg. de Inundaciones	0.209	
Control de Erosión	0.163	

Operación de los negocios	
Provisión de Agua	0.402
Provisión de Alimento	0.240
Reg. de Inundaciones	0.180
Control de Erosión	0.178

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar, que los resultados integran las preferencias no solo de empresarios turísticos, sino también del sector público, académico y social relacionados con el sector (Figura 20).

Figura 20. Memoria fotográfica de la sesión ejecutiva en San Miguel de Allende.





Fuente: Eblocks/ERN

4.3. Cambio climático en San Miguel de Allende y zonas aledañas

El cambio climático podría repercutir en los activos naturales ocasionando su pérdida y la de los servicios ecosistémicos que proveen a la población y las empresas turísticas.

En las próximas décadas, San Miguel de Allende enfrentará cambios en el clima relacionados con el incremento en la temperatura media anual, la disminución de la precipitación, la ocurrencia de inundaciones fluviales en la zona del casco histórico y la inestabilidad de laderas (SECTUR, 2016). A continuación, se presenta el análisis de los cambios que esto podría ocasionar en la distribución de los activos naturales que proporcionan los servicios de provisión de agua y regulación de inundaciones.

Variación de temperatura

En los últimos 50 años, la temperatura media anual en el municipio fue de 17.9 °C, con variaciones desde los 14 °C en las áreas templadas como los Picachos, la Márgara, Támbula, y Palo Colorado, hasta los 19.8 °C en las áreas semicálidas del casco histórico y la presa Ignacio Allende.

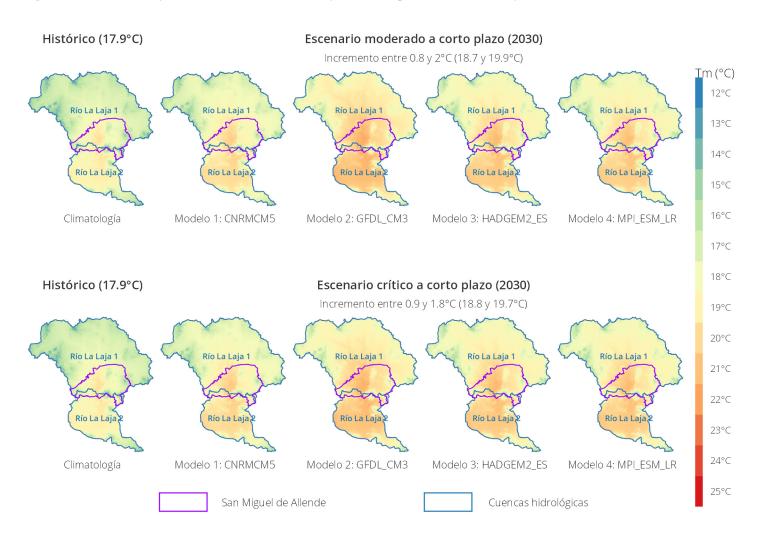
San Miguel de Allende podría incrementar su temperatura media anual entre 0.8°C y 2°C en el corto plazo (2030), y de 1.6 a 4°C en el mediano plazo (2060).

Los escenarios de cambio climático, a corto plazo (2030), muestran que la temperatura media anual podría mantenerse en un rango entre 18.7 °C y 19.9 °C, en el escenario moderado, y oscilar en el rango entre 18.8 °C y 19.7 °C en el escenario crítico. En ambos casos, el incremento de la temperatura se encuentra en un rango entre 0.8 °C a 2 °C.

A pesar de que las diferencias de los dos escenarios son mínimas a corto plazo (2030), los efectos del cambio climático son más drásticos a mediano plazo (2060). De forma que el municipio de San Miguel de Allende podría alcanzar una temperatura media anual entre los 19.5 °C y 21°C en el escenario moderado, o llegar hasta los 20.1 °C y 21.9 °C en el escenario crítico. Esto representa un incremento entre 1.6 °C y 4 °C, respecto a la temperatura actual.

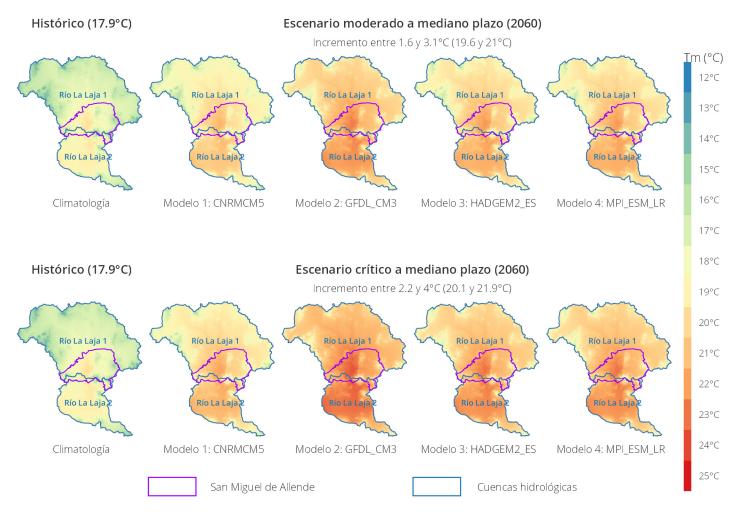
En la Figuras 21 y 22 se observan los cambios que se esperan a corto (2030) y mediano plazo (2060) para San Miguel de Allende y las cuencas hidrológicas río Laja 1 y río Laja 2, así como la temperatura media de acuerdo con la climatología base (1950-2000). En ambos escenarios se observan cambios de temperatura acentuados en la zona urbana de San Miguel de Allende³.

Figura 21. Cambios de temperatura media anual en el municipio de San Miguel de Allende a corto plazo (2030).



³ Los modelos de circulación general son representaciones numéricas que permiten estudiar y simular el clima de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y biológicas de los componentes del sistema, por ejemplo la atmósfera y el océano. Los modelos que ese utilizaron son: CNRMCM5 (Francia), GFDL_CM3 (Estados Unidos), HADGEM2_ES (Reino Unido) y MPI_ESM_LR (Alemania).

Figura 22. Cambios de temperatura media anual en el municipio de San Miguel de Allende a mediano plazo (2060).



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el IPCC, los incrementos de temperatura mayores a los 1.5 °C podrían ocasionar cambios en la distribución geográfica de distintas especies vegetales (IPCC, 2018).

Las variaciones de temperatura en ambas cuencas podrían afectar la distribución de los activos naturales, como los bosques de pino-encino, el matorral xerófilo (matorrales crasicaule, desértico micrófilo y mezquitales desérticos) y la selva baja caducifolia.

La Figura 23 muestra que a corto plazo (2030), la selva baja caducifolia podría presentar el mayor rango de afectación en su distribución con alrededor de 1,567.98 ha, aproximadamente el 5.23%, al contar con un incremento de por lo menos 1.5 °C en el umbral térmico⁴; el bosque de pinoencino podría tener cambios en 1.48% de su distribución (1,801.20 ha) y el matorral xerófilo con 0.5% (266.33 ha).

El incremento de la temperatura a mediano plazo (2060) podría ocasionar afectaciones en un 46.84% (95,942.08 ha) de los activos naturales prioritarios en las cuencas de San Miguel de Allende.

La Figura 24 ilustra el área de cada uno de los activos naturales cuyo umbral térmico de distribución podría afectarse a mediano plazo (2060). En este caso, las afectaciones podrían presentarse en un 46.84%, del área total, en el escenario crítico. La formación que podría experimentar mayores cambios es la selva baja caducifolia, con una afectación de 77.23% de su extensión (23,161.67 ha), seguida por el matorral xerófilo con 70.87% (37,826.10 ha) y el bosque templado con 28.77% (34,954.31 ha).

⁴Rango de temperatura en el que se desarrolla un ecosistema.



Figura 23. Cambios en la cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C a corto plazo (2030).

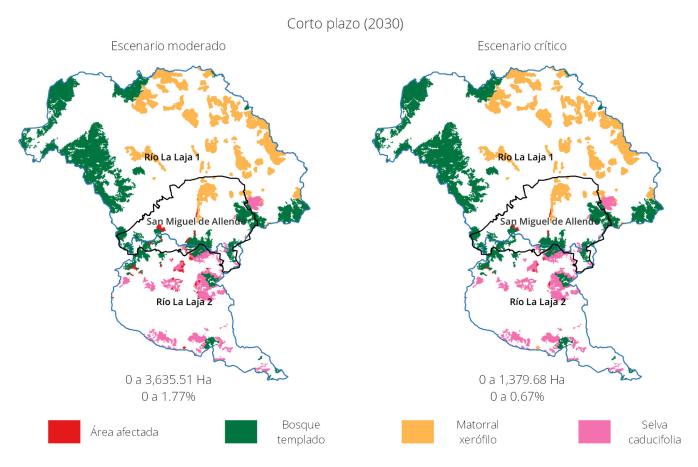
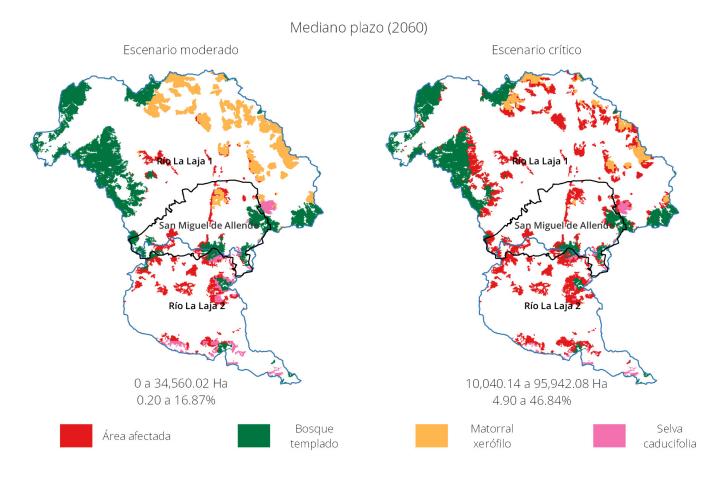


Figura 24. Cambios en la cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C a mediano plazo (2060).



Euente: Flaboración propia

Variación de la precipitación

De acuerdo con los registros históricos, el índice de precipitación media anual en el municipio de San Miguel de Allende es de 580 mm, con variaciones de 455 mm en las zonas más secas al norte y centro de dicho destino, así como en las zonas más húmedas al suroeste y las elevaciones en los Picachos, Támbula, la Márgara y Palo Colorado, con 776 mm al año.

San Miguel de Allende podría reducir su precipitación media anual entre un 3 al 15% en el corto plazo (2030), y de 1 al 18% en el mediano plazo (2060).

La modelación de los cambios de precipitación que se esperan a corto plazo (2030) muestra que la media anual podría disminuir del 3 al 15% en un escenario moderado, esto equivale a una precipitación promedio anual entre los 564 y 492 mm.

En el escenario crítico la precipitación podría variar de manera positiva (+4% lluvia) y negativa (-5% lluvia), es decir, con una precipitación promedio anual entre los 606 y 551 mm, respectivamente.

A mediano plazo (2060), el municipio podría presentar una reducción en la precipitación del 1 a 10% en el escenario moderado (entre los 520 y 574 mm), e incluso alcanzar una reducción más drástica del 3 a 18% en el escenario crítico, con un rango de precipitación media de 473 a 563 mm.

En la Figuras 25 y 26 se observan los cambios que se esperan a corto (2030) y mediano plazo (2060) a nivel de las cuencas río Laja 1 y río Laja 2, y de acuerdo con la comparación de los escenarios de cambio climático y la climatología base (de 1950 al 2000).

A nivel de las cuencas, la cuenca río Laja 1 podría reducir su precipitación media anual entre 2 y 17% (544 a 458 mm), mientras que en la cuenca río Laja 2 la disminución podría oscilar entre 3 y 12% (654 a 594 mm), en el escenario moderado a corto plazo (2030).

En el mismo plazo, pero en el escenario crítico, la precipitación en la cuenca río Laja 1, podría variar de manera positiva (+5% lluvia) o negativa (-6% lluvia), esto equivale a una precipitación media de 579 a 521mm; mientras que en la cuenca río Laja 2 podría variar entre +4% lluvia y -4% lluvia, lo que equivale a un rango entre 697 y 645 mm (Figura 25).

A mediano plazo (2060), la disminución de la precipitación podría acrecentarse más. En el escenario moderado se proyecta una disminución de la precipitación media anual del 1 al 12% (545-488 mm), para la cuenca río Laja 1, mientras que para la cuenca río Laja 2 se proyecta una disminución del 1 al 8% (664-620mm).

En el escenario crítico, las proyecciones se acentúan más, por ello, se espera un decremento del 2 al 21% (541-437 mm), en la cuenca río Laja 1, y del 4 al 14% (647-577 mm) en la cuenca río Laja 2 (Figura 26).

Cabe mencionar que los modelos muestran, en la mayoría de los casos, una tendencia a la reducción de la precipitación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunos modelos muestran un incremento.

Figura 25. Cambios de la precipitación en el municipio de San Miguel de Allende a corto plazo (2030).

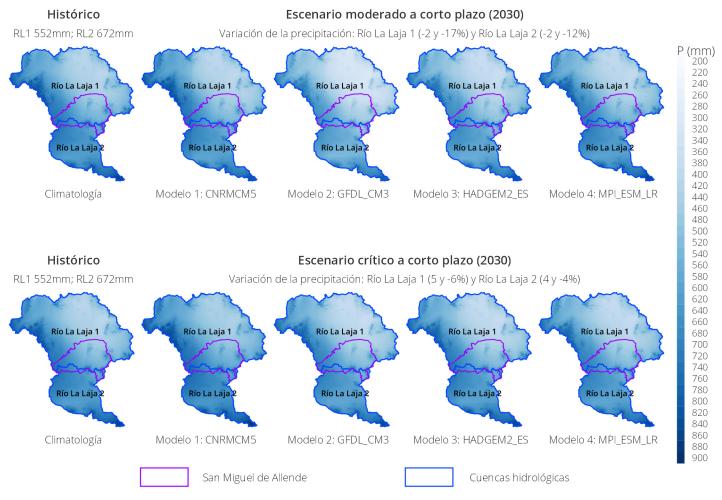
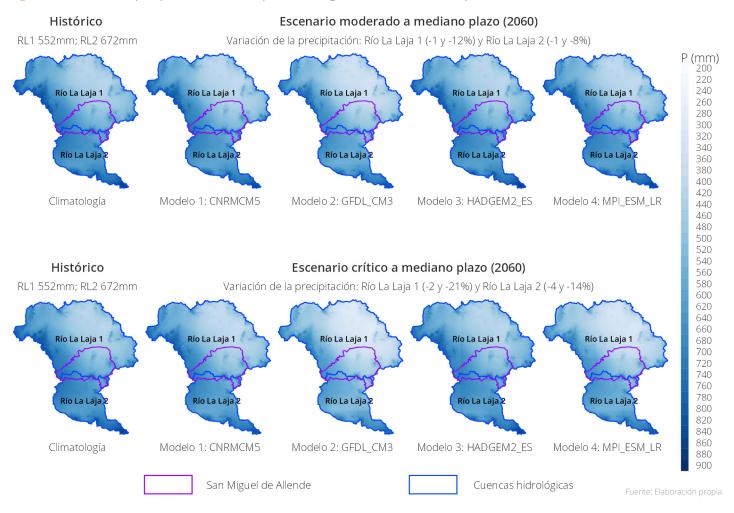


Figura 26. Cambios de la precipitación en el municipio de San Miguel de Allende a mediano plazo (2060).

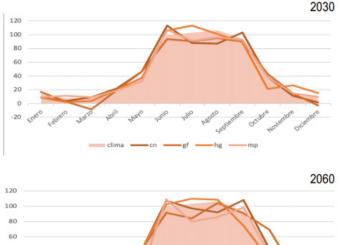


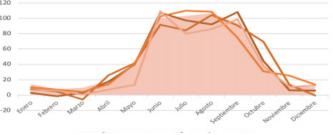
Ahora bien, al realizar un análisis mensual, los modelos mostraron una reducción en prácticamente todos los escenarios, pero también un incremento de lluvias en algunos meses de (junio o septiembre), respecto a la precipitación histórica que se ha registrado en el municipio (Figura 27).

En el corto plazo, las lluvias en San Miguel de Allende podrían incrementarse en periodos cortos (junio o septiembre) por encima del registro histórico. Pero en el mediano plazo, presentarse sequías significativas.

La disminución de la lluvia podría ocasionar una reducción en el nivel de recarga en los acuíferos que proveen de agua a San Miguel de Allende, entre un 1.28% y 8.94%, lo cual agravaría aún más la situación de la disponibilidad del agua para el destino, dado que los acuíferos se encuentran sobreexplotados (CONAGUA, 2016). Otros problemas que podrían agravarse como resultado de los cambios en la precipitación son las inundaciones atípicas, la desertificación y/o el aumento de los incendios forestales.

Figura 27. Cambios en la precipitación media mensual para San Miguel de Allende





4.4. Ubicación geográfica de amenazas climáticas

De manera complementaria se presentan los mapas de las amenazas que se analizaron, estas son: inundaciones, deslizamiento de laderas, granizo y viento huracanado. Cabe mencionar que para los primeros dos se incorpora la variación de la precipitación por cambio climático.

Inundaciones

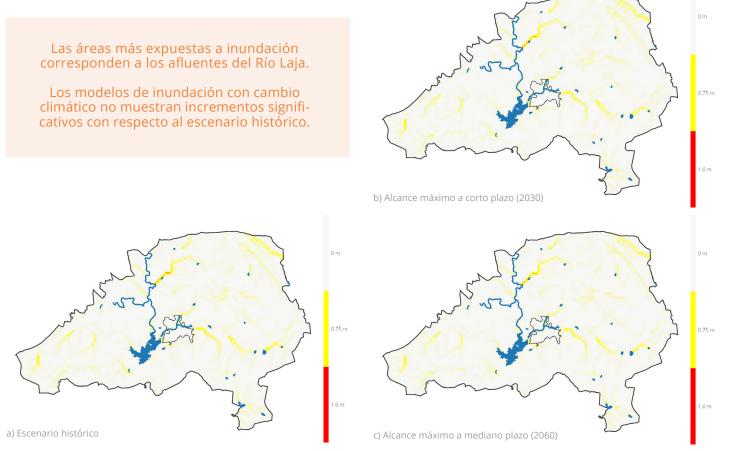
La modelación de las inundaciones para un periodo de retorno de 20 años⁵ mostró que históricamente, las zonas que presentan un mayor nivel de amenaza se localizan al sur del municipio en la zona que corresponde a la intersección del río Laja y el arroyo de Jalpilla, cerca de la localidad de Comonfort. Esta zona presentó un tirante de inundación máximo de 2.53 metros de altura.

El valor máximo nivel de inundación que se estimó a corto plazo (2030) fue de 1.47 m para el escenario moderado y 1.44 m para el escenario crítico. A mediano plazo (2060), la inundación máxima podría ser de 1.44 m para los escenarios moderado y crítico (Figura 28).

Estos resultados muestran que las variaciones de la precipitación esperada a corto (2030) y mediano plazo (2060), ocasionadas por el cambio climático, podrían generar un nivel de inundación menor con respecto a lo que se obtuvo en el escenario histórico. Sin embargo, es importante considerar los eventos críticos de lluvia en periodos cortos, que podrían causar inundaciones severas e inesperadas.

Asimismo, existen otras variables que condicionan la ocurrencia de las inundaciones, como la alteración en la infiltración ocasionado por el aumento de la mancha urbana, y la erosión de zonas verdes debido al cambio de uso de suelo.

Figura 28. Comparativo del mapa histórico y tirantes máximos de inundación con cambio climático.



⁵ El periodo de retorno es una ventana de tiempo asociada a la intensidad de una inundación probable.

Deslizamiento de laderas

La modelación del deslizamiento de laderas para un periodo de retorno de 20 años mostró distintas zonas con susceptibilidad alta⁶ (Figura 29). Históricamente, se encuentran al noreste en la localidad de Las Minitas, entre las localidades de Juan González, Rancho Nuevo Villa de Guadalupe y Corralejo de Abajo, y también al sureste, en la zona intermedia que corresponde a las localidades de Lira de Bocas y El Tigre.

La variación de la precipitación por el cambio climático mostró un incremento de las zonas con un valor de susceptibilidad alto, para los escenarios moderado y crítico a corto (2030) y mediano plazo (2060)

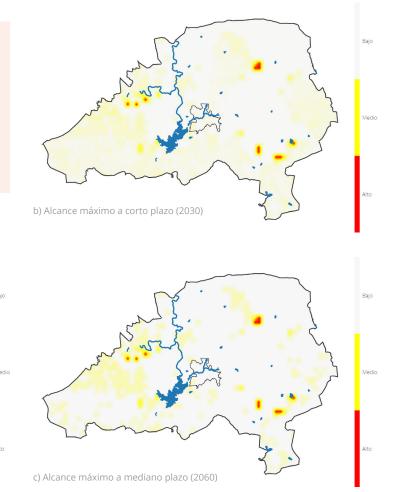
Los resultados muestran que cerca de la zona urbana de San Miguel de Allende, se observa un grado medio de susceptibilidad al deslizamiento.

Esta condición se podría agravar si no se implementan soluciones de adaptación para mantener el servicio de regulación de inundaciones y control de la erosión que brindan los activos naturales.

Figura 29. Comparativo del mapa histórico y factores de susceptibilidad al deslizamiento con cambio climático.

La zona urbana de San Miguel de Allende podría alcanzar un grado medio-alto de susceptibilidad al deslizamiento de laderas debido al cambio climático.

Esta condición se podría agravar si no se implementan soluciones de adaptación para retener el suelo.



Fuente: Flahoración propia

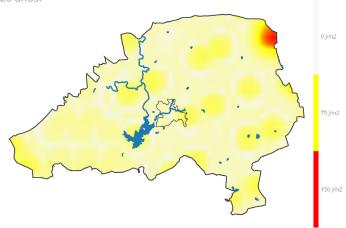
a) Escenario histórico

⁶ El nivel de susceptibilidad al deslizamiento indica la predisposición de un área por la combinación de distintos factores geológicos y climáticos.

Granizo

La modelación de la amenaza por granizo para un periodo de retorno de 20 años mostró que las zonas con mayor nivel de amenaza están localizadas al noreste de San Miguel de Allende, en el área correspondiente a las localidades de Santa Bárbara, San Rafael y Tres Palmas. Esta zona presentó una intensidad máxima de 150 J/m² (Figura 30). Como ya se mencionó anteriormente, este modelo no incorpora cambio climático debido a limitaciones metodológicas.

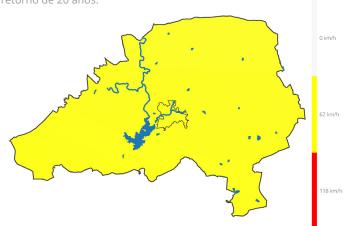
Figura 30. Modelo histórico de granizo para un periodo de retorno de 20 años.



Viento huracanado

La modelación de la amenaza por viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años mostró que las zonas que presentan un mayor nivel de amenaza están localizadas al sur de San Miguel de Allende. Esta área presentó una intensidad máxima de 55.67 km/h (Figura 31). Como ya se mencionó anteriormente, este modelo no incorpora cambio climático debido a limitaciones metodológicas.

Figura 31. Modelo histórico de viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años.



Fuente: Elaboración propia

4.5. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los servicios ecosistémicos

Impactos en la provisión de agua

La pérdida del acuífero de San Miguel Allende podría incrementar los costos de provisión de agua hasta un 162% a mediano plazo (2060).

En 2017, el consumo de agua anual del municipio ascendió a 6 hm³, de los cuales 91.63% fueron empleados para el sector agrícola, 4.19% para consumo industrial, 3.86% para otros servicios, en los que se encuentran las actividades turísticas, 0.18% por el sector pecuario y 0.14% para el uso doméstico.

El agua que abastece a San Miguel de Allende proviene principalmente de los acuíferos: San Miguel de Allende, Cuenca alta del Río La Laja, Laguna Seca, Valle de Celaya, Irapuato-Valle y Dr. Mora-Iturbe (PMDUOET, 2019). De estos, los primeros dos proveen principalmente a la zona urbana que concentra la mayor parte de la población y las empresas turísticas.

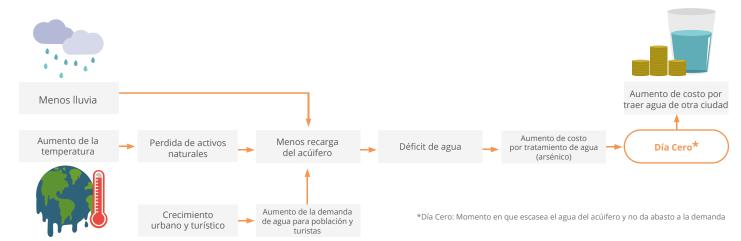
De acuerdo con CONAGUA, los acuíferos presentan un déficit de agua, es decir que cada año se extrae una cantidad de agua mayor al volumen de recarga anual (CONAGUA, 2018). En el caso del acuífero de San Miguel de Allende, en los últimos años se identificó un incremento en la tasa de abatimiento entre 3 y 4 metros por año. Esto ha ocasionado que la extracción se realice a mayor profundidad, y que por este motivo se presenten trazas de sustancias contaminantes como flúor y arsénico (Caminos de agua, 2017)

El cambio climático podría ocasionar una reducción en la precipitación y un aumento de temperatura. Como consecuencia de esta situación se espera un cambio en la distribución de los activos naturales y por consiguiente una menor recarga del acuífero. El análisis mostró que los cambios en la distribución de los activos naturales y la variación en la precipitación podrían afectar entre un 0.18% y 1.3% la recarga del acuífero de San Miguel de Allende en el corto plazo (2030), mientras que en el mediano plazo (2060), la disminución de la reducción de la recarga se encontraría entre el 0.17 y 48.9%.

Aunado a ello, el crecimiento urbano y turístico aumentará la demanda de agua en el futuro, y es posible suponer que en los próximos años San Miguel de Allende no podrá seguir extrayendo agua del acuífero y enfrentará los costos del día cero⁷ (Figura 32).

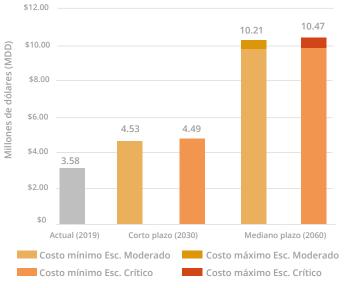
⁷ El agua remanente en el acuífero es limitada, por lo cual se estableció el "día cero" para referirse al momento en el que se agotarían las reservas de agua del acuífero, en similitud con el concepto que se utilizó en Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Figura 32. Cadena de impactos en el servicio de provisión de agua para San Miguel de Allende.



A corto plazo (2030) se espera un incremento del 25% en el costo de provisión de agua, relacionado principalmente con el incremento en el volumen de agua tratada; mientras que a mediano plazo (2060), el costo se podría incrementar hasta en un 192% en caso de proveer agua de la presa el Zapotillo en el estado de Jalisco (Figura 33).

Figura 33. Variación de costos del cambio climático en el servicio de provisión de agua



Actual (2019)			
Refer	rencia		
\$3.58 MI	DD (USD)		
Corto plazo (2030)			
Escenario moderado (EM) Escenario crítico (EC)			
\$4.48 - \$4.53 MDD \$4.47 - \$4.49 MDD			
Mediano plazo (2060)			
Escenario moderado (EM) Escenario crítico (EC)			
\$9.90 - \$10.21 MDD \$9.93 - \$10.47 MDD			

Fuente: Elaboración propia

Impactos en la regulación de inundaciones

El modelo que se desarrolló muestra que una reducción de 1% en la precipitación promedio anual equivale a una pérdida de \$260,000 USD en la derrama turística de San Miguel de Allende.

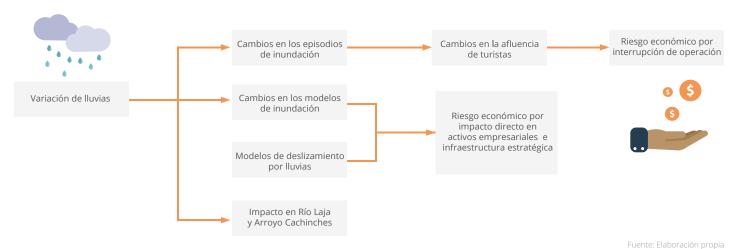
A lo largo de su historia, San Miguel de Allende ha estado expuesto a distintos eventos de inundación. Los eventos que ocasionaron mayores afectaciones se registraron en 1973 y 1998 cuando el desbordamiento de las presas locales ocasionó pérdidas de vidas humanas.

Durante 1997 y 1998 también se registraron afectaciones en la pérdida de tierras de cultivo, la incomunicación de las comunidades y los daños materiales. Recientemente, en 2018 se registró otra inundación en la zona de la Cieneguita ocasionada por el desbordamiento del río Laja (El Sol del Bajío, 2018), y el último de estos episodios se presentó en julio de 2019, cuando una tormenta extrema generó pérdidas en el mobiliario turístico y afectaciones en la operatividad de los negocios (Proceso, 2019).

El modelo que se elaboró permitió identificar los impactos del incremento o decremento de la precipitación promedio mensual en la afluencia de turistas, y por consiguiente la derrama económica turística en términos de la interrupción de la operación⁸. El modelo supone que los activos naturales en las riberas del río Laja, el arroyo Las Cachinches, y los que se distribuyen las cuencas río Laja 1 y río Laja 2, sirven como una barrera natural que regula el efecto de las inundaciones.

⁸ Interrupción de las actividades turísticas (ej. cierre de hoteles y restaurantes, bloqueo de comunicaciones y transportes, cancelación de tours, museos y otros servicios turísticos, etcétera.).

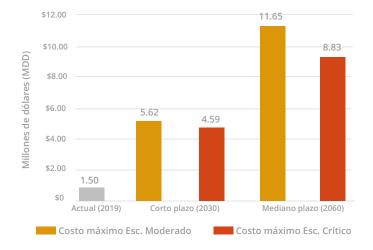
Figura 34. Cadena de impactos en el servicio de regulación de inundaciones en San Miguel de Allende.



4.6. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los activos empresariales y la infraestructura estratégica

El modelo base (2019) permitió estimar una pérdida económica de \$1.49 MDD debido a la disminución en la afluencia de turistas. A corto plazo (2030), el incremento de la precipitación podría causar pérdidas anuales hasta por \$5.66 MDD. A mediano plazo (2060), la pérdida máxima que podría obtenerse anualmente podría alcanzar los \$11.65 MDD (Figura 35).

Figura 35. Pérdidas ocasionadas por el impacto de la precipitación en la afluencia de turistas.



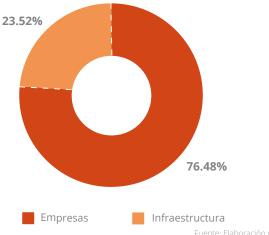
Actual (2019)			
Refer	rencia		
\$1.49 MI	DD (USD)		
Corto plazo (2030)			
Escenario moderado (EM) Escenario crítico (EC)			
\$0 - \$5.62 MDD \$0 - \$4.59 MDD			
Mediano plazo (2060)			
Escenario moderado (EM) Escenario crítico (EC)			
\$0 - \$11.65 MDD \$0 - \$8.83 MDD			

Inundación

El riesgo más alto actual (2019), a corto (2030) y mediano plazo (2060) es para los activos empresariales, con un promedio de 76.48% de la AAL contra el 33.52% de la infraestructura estratégica.

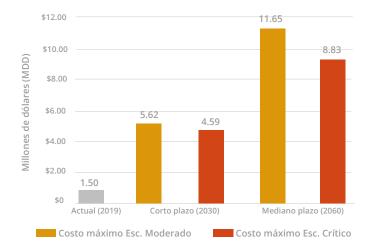
La pérdida promedio anual (AAL) por inundación en el modelo actual (2019) fue de \$195,522 MDD. Este monto equivale al 0.13% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales e infraestructura estratégica analizados. Como se puede observar en la Figura 36, la mayor AAL se concentra en los activos empresariales.

Figura 36. Distribución de pérdida promedio anual por inundación para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019).



Al considerar la variación de la precipitación por el cambio climático, en la modelación futura (684 modelos), se estimó una reducción del riesgo entre 0.85% y 4.7% a corto plazo (2030), y entre 4.1% y 4.7% a mediano plazo (2060), respecto al 2019 (Figura 38). Es decir, en general habría menos riesgo de inundación en el futuro.

Figura 37. Pérdida promedio anual por inundación para activos empresariales e infraestructura estratégica a corto (2030) y mediano plazo (2060).



Actual (2019)	
Referencia	
\$195, 522 (USD)	
Corto plazo (2030)	
Escenario moderado (EM)	Escenario crítico (EC)
\$162, 942 - \$186, 188 USD	\$162, 584 - \$193, 958 USD
Mediano plazo (2060)	
Escenario moderado (EM)	Escenario crítico (EC)
\$171, 396 - \$186, 188 USD	\$163, 287 - \$187, 484 USD

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en caso de ocurrir un evento extremo de inundación, los modelos mostraron pérdidas máximas entre \$791,551 y \$861,738 MDD a corto plazo (2030), y entre \$800,401 y \$826,346 MDD a mediano plazo (2060). Estos valores superan por más del 300% la pérdida promedio anual. Por ejemplo, para la infraestructura estratégica, la pérdida podría encontrarse entre los \$295,733 y \$317,273 MDD a corto plazo (2030), y entre \$288,482 y \$314,842 MDD a mediano plazo (2060).

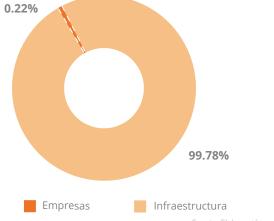
Como referencia, la pérdida económica de una inundación en 2014 en el municipio de Apaseo el Alto y Ocampo se reportó por \$712,000 MDD (CENACOM, 2014).

Deslizamiento de laderas

El riesgo actual por deslizamiento de laderas podría representar una pérdida promedio anual del 99.78% del valor total de la infraestructura estratégica.

La AAL por el deslizamiento de laderas en 2019 para los activos empresariales y la infraestructura estratégica fue de \$21,985,650 MDD. Este monto equivale al 3.02% del valor físico de los activos. Como se puede observar en la Figura 38, la mayor pérdida se concentra en la infraestructura.

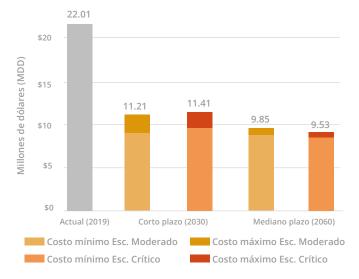
Figura 38. Distribución de pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019).



Fuente: Elaboración propi

Al considerar los cambios de precipitación por cambio climático en la modelación futura (13,879 modelos), se estimó una reducción de las pérdidas entre el 48.12% y 49.06% a corto plazo (2030), y entre 55.27% y 56.69% a mediano plazo (2060), respecto a 2019 (Figura 39).

Figura 39. Pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para activos empresariales e infraestructura estratégica.



Actual (2019)	
Referencia	
\$22.01 MDD (USD)	
Corto plazo (2030)	
Escenario moderado (EM)	Escenario crítico (EC)
\$8.68 - \$11.21 MDD	\$9.23 - \$11.41 MDD
Mediano plazo (2060)	
Escenario moderado (EM)	Escenario crítico (EC)
\$0.16 - \$0.18 MDD	\$0.18 - \$0.18 MDD

En caso de ocurrir un evento extremo de deslizamiento de laderas, los modelos mostraron pérdidas máximas entre \$8.75 y \$11.49 MDD a corto plazo (2030), y entre \$8.89 y \$9.92 MDD a mediano plazo (2060). En este caso, los valores son similares a la pérdida promedio anual. Por ejemplo, para la infraestructura estratégica la pérdida máxima podría ubicarse entre \$8.64 y \$11.38 MDD a corto plazo (2030), y entre \$8.78 y \$9.81 MDD a mediano plazo (2060). No se logró comparar las cifras con algún evento, pues el destino no cuenta con declaratorias de desastres por deslizamiento de laderas en las últimas décadas.

Granizo

La pérdida promedio anual para los activos empresariales del destino turístico de San Miguel de Allende fue de \$31,128 USD en 2019. Este monto equivale al 0.01% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales que se analizaron. De esta pérdida el 90% corresponde a los activos empresariales y el 10% a la infraestructura estratégica. Ante un evento extremo de granizo (acorde al análisis de 50,634 modelos), se estimó una pérdida máxima de \$813,078 USD, que corresponde el 1.4% a la infraestructura estratégica y el 98.6% a los activos empresariales. Como se mencionó anteriormente, para esta amenaza no se obtuvieron los modelos con cambio climático.

Viento huracanado

La pérdida promedio anual por viento huracanado para los activos empresariales fue de \$283,156 USD en 2019, 2030 y 2060. Este monto equivale al 0.05% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales que se analizaron. De esta pérdida el 97.8% corresponde a los activos empresariales y el 2.2% a la infraestructura estratégica.

En un evento extremo de viento por huracán, el análisis de 302 escenarios, dan como resulto una pérdida máxima de \$345,526 USD, que corresponde el 3.4% a la infraestructura estratégica, y el 96.6% a los activos empresariales.

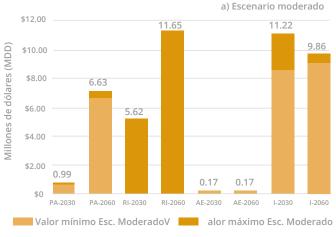
Como se mencionó anteriormente, para esta amenaza no se obtuvieron los modelos con cambio climático.

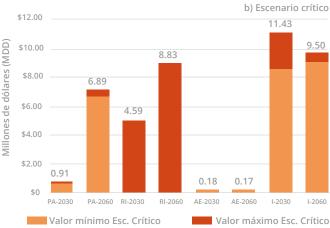
Riesgo económico global para San Miguel de Allende

El riesgo económico anual podría rondar entre \$10.28 y \$17.11 millones de dólares a corto plazo (2030), y entre los \$15.29 y \$25.39 millones de dólares a mediano plazo (2060).

Las variaciones en la temperatura y la precipitación que se esperan en los próximos años podrían tener importantes repercusiones en la continuidad de servicios ecosistémicos, como la provisión de agua. Pero también, como se mostró previamente, podrían reducir el nivel de amenaza de las inundaciones y los deslizamientos de laderas. En la Figura 40 se muestran los rangos de distribución de las pérdidas o ganancias que podrían esperarse por los impactos del cambio climático en los activos naturales, los activos empresariales y la infraestructura estratégica del destino. Los valores máximos y mínimos se presentan para los escenarios moderado y crítico a corto (2030) y a mediano plazo (2060).

Figura 40. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo.





Costo Adicional Provisión de Agua (PA), Pérdida en Regulación de Inundaciones (RI), Pérdida en Activos Empresariales-Escenario Moderado (AE), Pérdida en Infraestructura Estratégica (I).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los impactos del cambio climático en San Miguel de Allende podrían ocasionar pérdidas anuales entre \$10,564,853 y \$17,380,512 millones de dólares, en el corto plazo (2030); y \$14,501,691 y \$24,182,675 millones de dólares en el mediano plazo (2060). Esto al considerar un escenario crítico en el que no se implementan medidas de mitigación y adaptación.

Uno de los aspectos que se debe remarcar es que el daño al servicio de provisión de agua y regulación de inundaciones no solo se debe por cambio climático, sino también por las malas prácticas de manejo que se han realizado como la sobreexplotación de los acuíferos y el cambio de uso de suelo, que se han realizado durante décadas. Bajo este panorama, los riesgos podrían aumentar y traer efectos en cascadas que afecten no solo la economía, sino también la convivencia social y la salud humana.

La pérdida del servicio de provisión de agua representa el riesgo económico más alto para la operación de los negocios turísticos, y es el tema en donde todos coinciden que es prioritario atender. Se estima un incremento de hasta 162% del costo de producción de agua en el mediano plazo (2060), al considerar el problema de calidad como de cantidad, la sobreexplotación de las principales fuentes de acceso al agua y los impactos del cambio climático. Por otro lado, las variaciones de la precipitación por el cambio climático, que se estima será menos lluvia, podrían reducir el riesgo de inundaciones y deslizamiento. Esto beneficiará a la infraestructura y activos empresariales, pues tendrán menos riesgos de sufrir daños directos. Sin embargo, pueden presentarse casos atípicos de lluvias en cortos periodos de tiempo que afecten de manera negativa.

En el caso de la ocupación hotelera, la variación en la precipitación puede ocasionar pérdidas económicas, impactando la derramada económica que ofrece este sector a la economía de SMA. Sin embargo, menos lluvia significa que la provisión de agua se verá aún más afectada, sin considerar otras variables como la transformación de vegetación por nuevos

Para reducir el riesgo económico en San Miguel de Allende, se requieren acciones conjuntas, no solo al interior del sector turismo, sino en colaboración con el gobierno, sociedad y expertos académicos.

Algunas de las siguientes recomendaciones son:

- Incentivos fiscales para la implementación de medidas de captación de agua de lluvia o de ahorro del recurso en los hoteles y otros sectores.
- Diseñar e implementar una política para el manejo integral del agua en la cuenca de San Miguel de Allende.
- Restauración de cárcavas en sitios erosionados de la cuenca alta del río Laja.
- Restauración de zonas de recarga del acuífero en el eje volcánico.
- Decretos de áreas destinadas voluntariamente a la conservación y elaboración de sus planes de manejo.
- Generación de corredores, áreas y azoteas verdes en la zona centro de San Miguel de Allende para reducir las ondas de calor y la sensación térmica por incremento de temperatura.
- Crear un cinturón verde suburbano con especies nativas resistentes a sequías: ej. huizache y mezquite.
- Restauración de ribera de ríos y arroyos, tales como el río Laja o el arroyo Cachinches mismos que pudiesen plantearse como corredores o senderos turísticos.
- Creación de un seguro contra eventos extremos destinado exclusivamente para el sector hotelero.
- Involucrar a todos los sectores en la conservación de los servicios ecosistémicos en cuestión. Por ejemplo, no dejar de lado el sector industrial o agricultura.



Activos naturales: Todos aquellos recursos naturales (ecosistemas, especies emblemáticas) que permiten el funcionamiento de una empresa y forman parte de su oferta turística.

Activos empresariales prioritarios: Comprende las obras básicas, generalmente de acción estatal, en materia de accesos, comunicaciones, abastecimientos de agua, eliminación de desechos, puertos, aeropuertos, etc.

Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos (LGCC, 2018).

Adaptación basada en Ecosistemas: La utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (IUCN, 2012).

Amenaza climática: La amenaza climática se refiere a un evento climático extremo que puede alterar el bienestar social, económico y ambiental de un sector/población.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (LGCC, 2018). El cambio climático considera la temperatura promedio superficial del aire y superficial del mar, por encima de un periodo de 30 años (Allen et al.,2018).

Capacidad adaptativa: Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces (SEMARNAT, 2013).

Destino Turístico: El lugar geográficamente ubicado que ofrece diversos Atractivos Turísticos.

Impactos de cambio climático: Se refiere a los efectos del cambio climático causados en sistemas humanos y naturales (IPCC, 2018).

Servicios ecosistémicos: Los beneficios tangibles e intangibles generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y para que proporcionen beneficios al ser humano (SEMARNAT, 2013).

Soluciones AbE: Acciones enfocadas a manejar, proteger y conservar los activos naturales como una estrategia para minimizar el riesgo por el cambio climático y asegurar la continuidad de los negocios.

Vulnerabilidad: Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportarlos efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (LGCC, 2018).

7. BIBLIOGRAFÍA

ADAPTUR. (2018). ¿A qué somos vulnerables? (Resumen de estudios de vulnerabilidad en 10 destinos turísticos estratégicos, SECTUR, 2015). 2019, de ADAPTUR Sitio web:

https://www.adaptur.mx/pdf/IS_adaptur_vulnerabilidadGUA_FL.pdf

ANIDE. (2016). Diagnóstico de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de San Miguel De Allende, Guanajuato. 2019, de SECTUR. Sitio web: http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2018/01/6_San-Miguel-de-Allende.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018).

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 13-07-2018. 2019, de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Sitio web:

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf

Caminos de agua. (2017). Acuífero de San Miguel de Allende. 2019, de Caminos de agua.

Sitio web: https://caminosdeagua.org/es/inicio

CMNUCC. (2013). *Glosario*. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ ES.pdf

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1998). *The value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics*, 25, 3-15. 2019,

Sitio web: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/50921800998000202?via%3Dihub

Base de datos

CEEA. (2019). Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) . 2019, de EEA Sitio web: https://cices.eu/

Ehrlich, P. R. (2005). Sustainability: Millennium assessment of human behavior. Science, 309, 562-563. 2019, De: https://science.sciencemag.org/content/309/5734/562
Base de datos.

GIZ. (2014). Servicios Ecosistémicos. 2019, de ValuES

European Environment Agency. (2019). Structure of CICES. 2019, de EEA

Sitio web: https://cices.eu/cices-structure/

INECC. (2018). Sexta Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. 2019, de INECC

Sitio web: http://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion-nacionalacerca-de-cambio-climatico/

INEGI. (2014). *Censos Económicos 2014*. 2019, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/

INEGI. (2014). *México en cifras*. 2019, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#tabMC-collapse-Indicadores

INEGI. (2014). Censos Económicos del Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE). 2019, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/

INEGI. (2018). Cuenta Satélite del Turismo de México,2018. 2019, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/salade-prensa/noticia.html?id=5451

INEGI. (2018). *Red Nacional de Caminos RNC. 2018.* 2019, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463674641

INEGI. (2019). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). 2019, de INEGI

Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/

Instituto Municipal de Planeación de San Miguel de Allende, Gto. (2019). Programa Municipal De Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende, Gto.. 2019, de H. Ayuntamiento de San Miguel de Allende, Gto. 2018-2021

Sitio web: http://implansma.gob.mx/wpcontent/uploads/2da%20 Consulta%20Publica/Documentos/Version_integral_pmduoet%20 2019.pdf

IPCC. (2012). *Glosario*. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_ES.pdf

IPCC. (2013). CAMBIO CLIMÁTICO 2013 Bases físicas Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. 2019, de IPCC Sitio web: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. . 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgll_spm_es-1.pdf

IPCC. (2014). CAMBIO CLIMÁTICO 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

IPCC. (2018). *Calentamiento global de 1,5 °C.* 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Organización Mundial de Turismo. (2019). 2019. Ranking Mundial del Turismo Internacional, de Datatur Sitio web: https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/RankingOMT.aspx

Proceso. (2019). Granizada golpea San Miguel de Allende: derrumbes, inundaciones, caída de árboles.... 2019, de Revista Proceso Sitio web: https://www.proceso.com.mx/590540/granizada-golpea-san-miguel-de-allende-derrumbes-inundaciones-caida-de-arboles-videos

SEDEMA. (2017). Impactos y costos económicos del Cambio Climático. 2019, de CENAPRED Sitio web:_

http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Costos_cambio_climatico_vf.pdf

SEMARNAT. (2013). ACUERDO por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático. 2019, de SEGOB Sitio web:http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013

SEMARNAT. (2018). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2019, de Biblioteca Digital de Cambio Climático Sitio web:

http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/117

UNIATMOS. (2019). Atlas Climático Digital de México. 2019, de CCA de la UNAM Sitio web: http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/servmapas

