

RESUMEN EJECUTIVO

# EVALUACIÓN RÁPIDA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN SINALOA



Environmental  
Defense  
Fund

# EL CAMBIO CLIMÁTICO

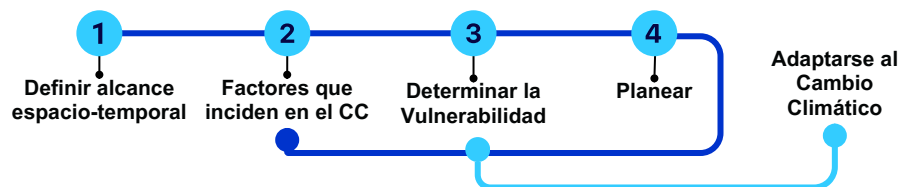
El cambio climático (CC), de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas, se define como un conjunto de alteraciones causadas por la actividad humana (ya sea directa o indirectamente) en la composición de la atmósfera global, influyendo así en la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Las proyecciones del clima para las próximas décadas, de acuerdo al 6° Reporte de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), sugieren que las alteraciones antropogénicas impactarán significativamente la disponibilidad de los recursos naturales necesarios para el bienestar humano. Las variaciones de temperatura, tanto en la superficie como en los océanos, indican claramente que la Tierra se está calentando, lo cual altera los sistemas biofísicos y sociales en todo el mundo. Por ello, comprender y atender los impactos del cambio climático es una necesidad irrefutable en la actualidad.

## ¿CÓMO EVALUAR INTEGRALMENTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

Es imperativo evaluar qué tan expuestos y qué tan adaptados nos mostramos ante los efectos del cambio climático. En otras palabras, ¿qué tan vulnerables nos encontramos? Por vulnerabilidad entendemos la susceptibilidad de un sistema natural o humano al cambio climático, tomando en cuenta la exposición, sensibilidad y capacidad limitada para adaptarse a las alteraciones climáticas.

Una herramienta muy eficaz para evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático es la denominada Evaluación Rápida de Vulnerabilidad (ERV). La ERV es una herramienta analítica desarrollada para identificar las vulnerabilidades clave en los sistemas humanos y ecológicos, conformada por una ejecución sistemática de cuatro pasos:



La ERV tiene como objetivo identificar las vulnerabilidades prioritarias (que posteriormente requerirán una evaluación más profunda) y las posibles acciones de adaptación en el corto plazo. Por ello, esta herramienta es un gran apoyo durante la toma de decisiones.

## SINALOA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En la actualidad, Sinaloa es un estado privilegiado en términos de sistemas biológicos productivos que se reflejan positivamente en su entorno social. Sin embargo, en el contexto del CC, la riqueza de ecosistemas y su biodiversidad podrían tornarse negativas si no se planifica adecuadamente una estrategia de adaptación.

### Hecho



Sinaloa alberga una población total de 3,026,943 habitantes, 4.2% más personas en comparación con el censo del 2010. Esta tiene una media de edad de 29.5 años, donde aproximadamente el 25.7% son menores de 15 años y únicamente el 9.4% supera los 65 años.

### Riesgo ante el CC

Esta proporción demográfica resulta riesgosa: la población joven tiene mayor dependencia económica y presión adicional sobre los recursos naturales para satisfacer las demandas de una población en crecimiento.

## Hecho

## Riesgo ante el CC



El estado se distribuye territorialmente en 18 municipios, de los cuales 10 tienen litoral. El 86% de la población se concentra en la zona costera: Culiacán y Mazatlán son las ciudades más pobladas.

Las zonas costeras son susceptibles al aumento del nivel del mar y a la exposición a huracanes y tormentas tropicales, las cuales incrementan la vulnerabilidad de la población.



El 30,5% de la población del estado se encuentra en situación de pobreza multidimensional. De acuerdo con los datos: 18,7% no tiene acceso a servicios de salud, 4,1% es analfabeta y el promedio de escolaridad es de 9.5 años.

En términos de pobreza multidimensional, los datos muestran que un tercio de la población del estado se mostraría vulnerable ante el CC por falta de acceso a recursos materiales, de salud y aprendizaje.



Sinaloa registró una tasa de 47,9 delitos por cada 100.000 habitantes en 2020, lo que refleja un elevado valor en comparación con otros estados del país.

La delincuencia se presenta en diversos sectores de la población, limita el acceso a recursos, disminuye la soberanía alimentaria e incrementa los índices de alcoholismo y drogadicción, lo que influye en la vulnerabilidad humana.



Sinaloa es líder productor en el ramo pesquero y acuícola. Esta actividad genera más de 300 mil empleos directos y entre 3 y 8 veces más indirectos. Aunado a ello, se atribuyen a la actividad procesos de sobreexplotación por la pesca no regulada o no autorizada de ciertas especies a lo largo del estado.

En Sinaloa existe una enorme dependencia del camarón que, en conjunto con la sobreexplotación del sector pesquero y acuícola, amenaza a la especie y a la población humana que depende de su consumo y distribución, tornando vulnerable a ambos.



Sinaloa es líder en la producción agrícola. Tiene una infraestructura hídrica muy importante para soportar la actividad agrícola. La llanura costera de Sinaloa, en su mayor parte, se considera tierra de riego, principalmente en el norte y centro del estado.

Los escurrimientos agrícolas ricos en nutrientes y contaminantes, así como las descargas de las granjas camaronícolas, vulneran la cantidad de peces, crustáceos y moluscos de los cuerpos de agua. De esta forma se vulnera a las comunidades que dependen de ellos.



Sinaloa es líder en el desarrollo de infraestructura para el turismo. Esto promueve el crecimiento urbano, la demanda de recursos naturales y la gestión de residuos. A causa de esta actividad, Sinaloa presenta problemas de erosión en sus costas por expansión territorial. Mazatlán, al ser referente de turismo nacional e internacional, es uno de los municipios con mayor índice de erosión en la región del Noroeste de México.









Uno de los efectos antrópicos más determinantes y tangibles del CC es la erosión de la línea de costa.

Una costa susceptible a la erosión vulnera a la población humana y a la infraestructura inmobiliaria, pesquera y acuícola.

## PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA SINALOA ANTE EL CC

Los Modelos Climáticos Globales (MCG) son representaciones computarizadas complejas del sistema climático terrestre. Dichos modelos simulan los procesos físicos que ocurren en la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre, así como las interacciones entre ellos. Además, van acompañados de las Trayectorias de Concentración Representativas o *Representative Concentration Pathways* (RCP, por sus siglas en inglés) que son escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Hay varios escenarios RCP (2.6, 4.5, 6 y 8.5) donde cada valor representa la emisión de gases de efecto invernadero en W/m<sup>2</sup> (vatios por metro cuadrado).

Para este trabajo, nos apegamos a las predicciones de MCG que utiliza el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) con acotaciones de la modelación del *Climate Change Knowledge Portal* (CCKP), bajo el escenario RCP 4.5 de emisión de gases de efecto invernadero en el periodo 2015-2039, donde se obtienen las siguientes estimaciones climáticas:

 Temperatura ambiental	<b>+0.85 °C</b>	 Temperatura del océano	<b>+0.63 °C</b>
 Precipitación pluvial	<b>-3.50 %</b>	 Nivel medio del mar	<b>+170 mm</b>
 Eventos climáticos extremos	<b>Cada 4-5 años</b>	 Erosión de la costa	<b>-0.3 m año</b>
 Oleaje (altura e intensidad)	<b>+0.09% +0.0139 kW/m</b>	 Acidificación del océano	<b>-0.5 unidades</b>

## ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL SISTEMA COSTERO LAGUNAR DE SINALOA

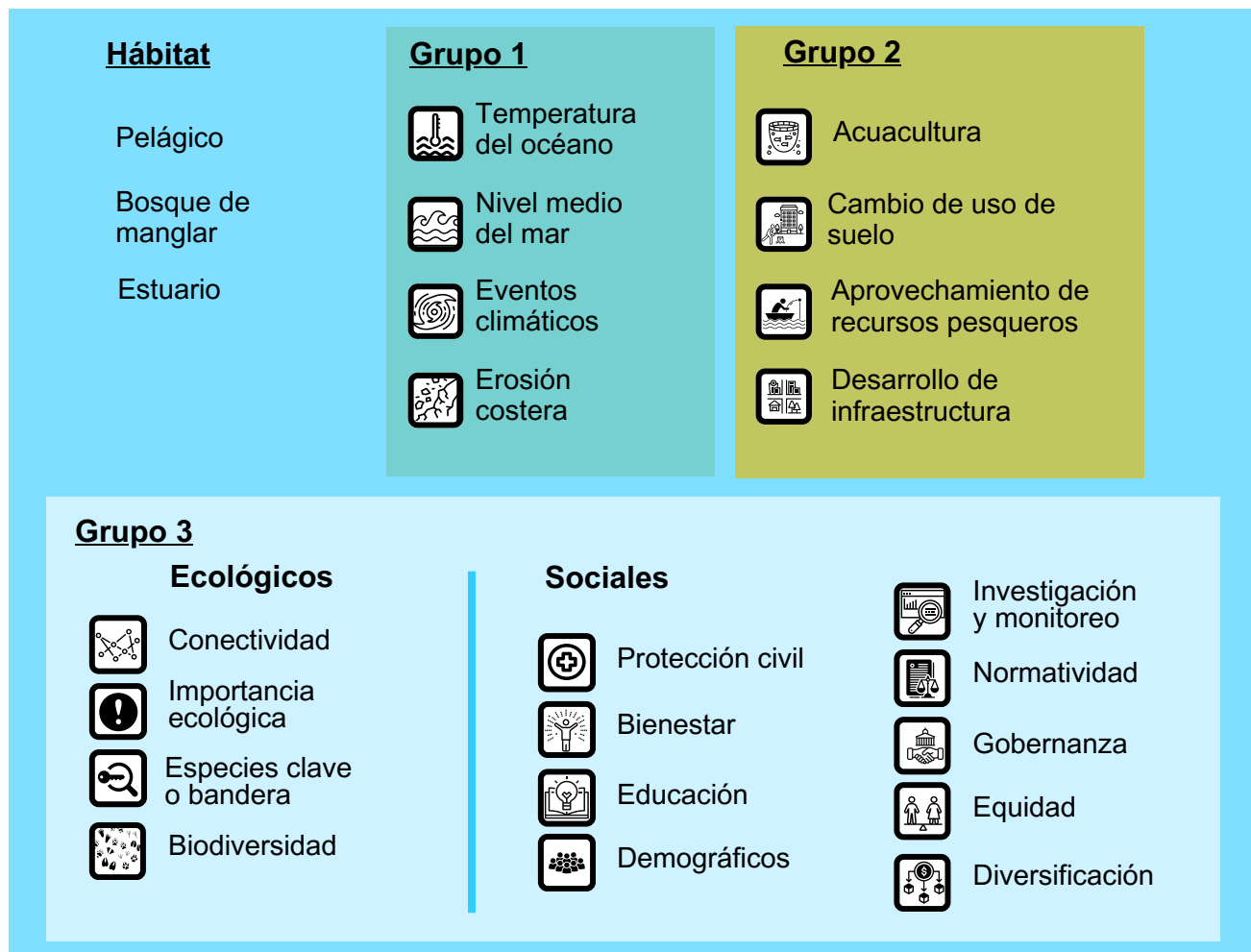
El análisis se determinó de forma sistemática mediante los pasos indicados en el punto 2 de este documento. Se dispuso el análisis para tres tipos de hábitats de la zona costero lagunar de Sinaloa.

### Hábitat evaluado

- **Pelágico:** En sentido horizontal, abarca la región nerítica sobre la plataforma continental hasta 200 metros de profundidad, incluyendo playas y dunas costeras. La evaluación considera a las dunas puesto que existe una relación significativa.
- **Bosque de Manglar:** Bosques pantanosos costeros con especies adaptadas a la inundación periódica por mareas y agua salada. Se ubican entre la tierra firme y el mar.
- **Estuarios:** Cuerpos de agua semicerrados localizados en la zona de transición entre entornos fluviales y marinos. En los estuarios, las aguas dulces de los ríos y arroyos se entremezclan con las aguas saladas del mar, formando un hábitat acuático con salinidad variable que está sujeto a la influencia de las mareas.

Con base en la información disponible sobre las predicciones climáticas y en las consultas a expertos en CC, pescadores y pescadoras, fueron consideradas 21 variables para determinar la vulnerabilidad del estado. Fueron agrupadas conforme a lo siguiente:

- **Grupo 1. Factores de Estrés Climático:** variables propias de la dinámica climática del planeta pero que, en condiciones de CC, sus efectos se intensifican.
- **Grupo 2. Factores de Presión Antrópica:** procesos propios de las actividades humanas que intensifican los efectos del CC.
- **Grupo 3. Factores de Adaptación:** procesos propios del socioecosistema para adaptarse a las condiciones cambiantes producto del CC.



Al determinar las variables, se procedió a evaluar la vulnerabilidad relacionando los factores mencionados. La **vulnerabilidad** se determina con la suma de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. La **exposición** y la **sensibilidad** se determinan con la **probabilidad** y la **consecuencia** de ocurrencia de un evento (Figura A), a esto se le denomina **riesgo**. El riesgo, junto con la **capacidad adaptativa**, determina la vulnerabilidad del hábitat evaluado.

Este proceso se determinó relacionando la información cuantitativa disponible en la literatura técnica y científica y la información generada mediante encuestas a actores clave en Sinaloa, incluidos pescadores y pescadoras. Dado que la información disponible está sujeta a diversas escalas, se utilizaron matrices de decisión que permitieron relacionar la información y expresarla en términos cuantitativos para una mejor comparación.

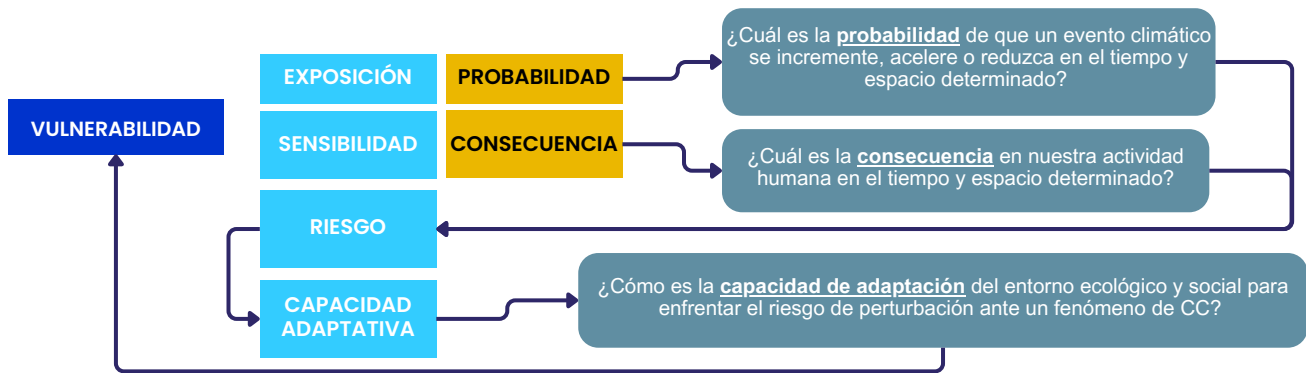


Figura A. Diagrama conceptual sobre la evaluación de vulnerabilidad.

Finalmente, el análisis de vulnerabilidad para los tres hábitats se formuló de la siguiente manera:

VULNERABILIDAD DE LA ZONA COSTERA DE SINALOA CON ESTIMACIONES A LOS PROXIMOS 10 AÑOS BAJO LA PREDICCIÓN RPC 4.5				
HÁBITAT	FACTOR DE ESTRÉS CLIMÁTICO	RIESGO	CAPACIDAD ADAPTATIVA	VULNERABILIDAD
Pelágico	Aumento en la temperatura superficial del agua	ALTO	MODERADA	MODERADA
	Aumento en el nivel medio del mar	BAJO	MODERADA	BAJA
	Eventos climáticos extremos	ALTO	MODERADA	MODERADA
	Erosión de las costas	EXTREMO	MODERADA	ALTA
Bosque de manglar	Aumento en la temperatura superficial del agua	EXTREMO	MODERADA	ALTA
	Aumento en el nivel medio del mar	BAJO	MODERADA	BAJA
	Eventos climáticos extremos	ALTO	MODERADA	MODERADA
	Erosión de las costas	EXTREMO	MODERADA	ALTA
Estuario	Aumento en la temperatura superficial del agua	EXTREMO	MODERADA	ALTA
	Aumento en el nivel medio del mar	BAJO	MODERADA	BAJA
	Eventos climáticos extremos	ALTO	MODERADA	MODERADA
	Erosión de las costas	EXTREMO	MODERADA	ALTA

# INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Del análisis de vulnerabilidad se establece lo siguiente:

- A** La erosión de las costas y el aumento de la temperatura superficial del agua son los factores que más incrementarían la vulnerabilidad en la costa de Sinaloa. Esto excluye al hábitat pelágico, dado que muestra una vulnerabilidad moderada.
- B** La ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, en particular huracanes e inundaciones, influyen moderadamente en la vulnerabilidad de la costa de Sinaloa para los tres hábitats evaluados. Estos eventos guardan una relación directa con la erosión de la costa, pero en términos espaciales y temporales más prolongados. Por ello, la erosión de las costas se considera como efecto de alta vulnerabilidad.
- C** El aumento en el nivel medio del mar parece no influir, a corto plazo, en el incremento de la vulnerabilidad de la costa de Sinaloa. Sin embargo, la valoración al corto plazo (10 años) únicamente permite un plazo limitado de interpretación. Esto significa que, en términos temporales más amplios, la vulnerabilidad puede incrementarse notablemente.

Dichas aseveraciones, que resumen la vulnerabilidad en la zona costera, solo implican la valoración en indicadores de estrés climático. La relación con eventos de tipo antrópico se explica de la siguiente manera:

- Q** La costa de Sinaloa está sufriendo un proceso notable de erosión en las desembocaduras de los ríos, los desagües agrícolas y los canales de las granjas acuícolas. Esto podría aumentar su vulnerabilidad, ya que provoca impactos directos en la infraestructura urbana, pesquera y acuícola, pilares importantes para el desarrollo socioeconómico del estado.
- Q** Sinaloa tiene una alta probabilidad de experimentar eventos climáticos extremos, como huracanes e inundaciones. Estos podrían aumentar la erosión costera y afectar negativamente la infraestructura pesquera, acuícola y humana, lo que aumentaría la vulnerabilidad de las comunidades costeras. Aunque son eventos puntuales y esporádicos, sus efectos son devastadores.
- Q** El Golfo de California experimenta un aumento gradual en la temperatura superficial del agua, lo que afectará la ecología de los humedales costeros y el ambiente pelágico. Esto tendrá consecuencias significativas en la pesca, acuicultura y salud humana: las poblaciones de recursos pesqueros se vuelven vulnerables y, junto con ellas, la población humana que preponderantemente enfoca sus esfuerzos pesqueros en unas cuantas especies.
- Q** El nivel medio del mar en el Golfo de California está aumentando, aunque no lo suficiente para causar un impacto significativo en los hábitats evaluados. No obstante, su continuo incremento podría afectar la vulnerabilidad del socioecosistema a mediano plazo que, conjugado con los efectos por eventos hidrometeorológicos extremos, propicia la erosión a un grado mayúsculo y así incrementa la vulnerabilidad.

## PROPUESTAS DE ACCIÓN

Las aportaciones de diversos actores clave en la adaptación al cambio climático fueron agrupadas en siete categorías, según su ámbito de influencia:

<b>Manejo integral de cuenca</b>	Favorecer el aporte de agua a cuencas para mantener humedales (Alto)
	Implementar programas de restauración y conservación de cuencas (Medio)
	Manejar playas, dunas y humedales costeros para protección ante eventos climáticos (Medio)
	Gestionar adecuadamente residuos sólidos, peligrosos y aguas residuales (Alto)
	Promover prácticas agrícolas sostenibles para reducir escorrentía de nutrientes y pesticidas (Alto)
<b>Política pública transversal</b>	Aplicar políticas que integren consideraciones ambientales (Alto)
	Focalizar por región los problemas ambientales (Medio)
	Gestionar Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial en municipios (Alto)
	Ampliar incentivos fiscales y financieros para prácticas sostenibles (Alto)
<b>Manejo de pesca y acuicultura integral y participativa</b>	Realizar actividades pesqueras y acuícolas de manera responsable y ordenada en contexto de cambio climático (Alto)
	Involucrar a pescadores locales en comités de manejo participativo de pesquerías (Medio)
<b>Respeto a la normatividad</b>	Aplicar sistemáticamente leyes, regulaciones y sanciones ambientales (Alto)
	Considerar manglares y ecosistemas costeros como espacios de seguridad nacional (Alto)
	Implementar instrumentos de Ordenamiento Ecológico y Territorial (Alto)
	Actualizar el Atlas de Riesgo del estado (Alto)
	Identificar vacíos en leyes y normas relacionadas al cambio climático (Alto)
	Combatir la corrupción en temas de cambio climático (Alto)
	Crear a la Secretaría de Medio Ambiente estatal para que se enfoque en el manejo integral de recursos naturales y cambio climático (Alto)
	Desarrollar mecanismos de monitoreo y evaluación para cumplimiento de normativas (Alto)

<b>Educación ambiental</b>	Implementar programas de educación ambiental en escuelas, comunidades y sectores productivos (Alto)
	Difundir conocimiento y respeto de leyes y normas vinculadas al cambio climático (Alto)
	Desarrollar estrategia de comunicación y difusión para adaptación al cambio climático (Alto)
	Organizar talleres y charlas sobre prácticas de adaptación al cambio climático (Alto)
<b>Protección civil</b>	Implementar sistemas de alerta temprana (Alto)
	Desarrollar fondos de ahorro comunitario para respuesta ante eventos climáticos extremos (Alto)
	Crear la Secretaría de Protección Civil con autonomía y responsabilidad en cambio climático (Alto)
	Incorporar cambio climático en planificación de gestión de riesgos y respuesta a emergencias (Alto)
<b>Investigación y monitoreo</b>	Apoyar la investigación científica sobre cambio climático (Alto)
	Estudiar el impacto del cambio climático sobre grupos vulnerables (Alto)
	Implementar convenios de colaboración con instituciones de investigación sobre cambio climático (Alto)
	Crear un centro regional de investigación científica enfocado al cambio climático (Alto)
	Crear plataforma web de gestión y acceso ciudadano a información sobre cambio climático (Alto)
	Socializar información sobre cambio climático con todos sectores de la sociedad (Alto)
	Establecer redes de monitoreo de largo plazo sobre variables socioambientales (Alto)
Crear programas de ciencia ciudadana sobre cambio climático (Alto)	

## CONCLUSIONES

- **La planificación e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en la zona costera de Sinaloa no ha logrado avances significativos.** A pesar de contar con un marco legal sólido a nivel estatal, que incluye responsabilidades e instrumentos claros para desarrollar, ejecutar y evaluar la política estatal en materia de cambio climático bajo mecanismos de gobernanza, persisten importantes brechas de adaptación.
- **Sinaloa ha rebasado el límite de adaptación en los ecosistemas costeros estudiados.** Esto afecta directamente la calidad de vida y aumenta la vulnerabilidad de 8 de cada 10 sinaloenses que viven en la zona costera y que dependen de los servicios ecosistémicos.
- **Se observan malas prácticas de adaptación al cambio climático en sectores clave como la pesca, la acuicultura y el turismo,** lo cual incrementa la sobreexplotación y deterioro de los recursos naturales. Aunado a ello, a agricultura intensiva y la minería en las cuencas de la zona costera tienen un impacto significativo en la calidad de los ecosistemas costeros: contaminan el agua y suelo.
- **Los flujos financieros actuales para la adaptación al cambio climático son insuficientes** y limitan la implementación de acciones efectivas de adaptación, especialmente a nivel municipal.
- **Para mitigar los efectos del cambio climático en el corto y mediano plazo, es urgente implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad** de los sinaloenses de forma integral, donde prevalezca el medio ambiente.



## RECOMENDACIONES DE LOS CONSULTORES

El equipo de consultores sugiere que -con base en los resultados de vulnerabilidad para Sinaloa, las sugerencias de acción planteadas por expertos y expertas en CC y los actores interesados en el tema- se desarrollen estrategias por parte del equipo de EDF y los funcionarios tomadores de decisiones para afianzar los siguientes elementos:

### Fortalecimiento del marco legal y la gobernanza

- a. Implementar efectivamente la legislación existente sobre cambio climático.
- b. Impulsar el Sistema Estatal de Cambio Climático.
- c. Instar al gobierno estatal y municipal a asumir responsabilidad en relación a las acciones de cambio climático.
- d. Fortalecer la capacidad institucional para integrar la adaptación al cambio climático.
- e. Sensibilizar a las comisiones legislativas de medio ambiente a nivel estatal y federal (Cámaras de Diputados y Senadores) para que tomen acuerdos que conduzcan al diseño de mecanismos legales que fortalezcan la adaptación al cambio climático en cada municipio de Sinaloa.

### Capacitación y sensibilización

- a. Programas de formación para funcionarios públicos, académicos y sociedad civil.
- b. Fomentar la participación de mujeres en toma de decisiones pesqueras y acuícolas.
- c. Promover políticas que reconozcan y valoren el trabajo de las mujeres en la pesca.
- d. Crear estrategias de adaptación considerando la equidad de género.
- e. Estimular la colaboración e intercambio de experiencias entre municipios costeros.

### Gestión de recursos naturales

- a. Regular y supervisar las granjas acuícolas para proteger los ecosistemas costeros.
- b. Impulsar medidas de conservación y restauración de ecosistemas marinos.
- c. Fomentar la diversificación económica en comunidades costeras.

### Comunicación y educación

- a. Facilitar la capacitación e intercambio de conocimientos entre pescadores, acuacultores y científicos.
- b. Diseñar estrategias de comunicación social sobre cambio climático.

### Fomento de la adaptación y la resiliencia

- a. Desarrollar un plan de acción integral para adaptación al cambio climático en la zona costera.
- b. Realizar evaluaciones de vulnerabilidad específicas para cada municipio costero.
- c. Desarrollar e implementar planes de acción climática a nivel local.
- d. Establecer sistemas de alerta temprana y gestión de riesgos climáticos.
- e. Promover prácticas sostenibles de pesca y acuicultura.

