

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313795731>

# Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático Estado de Colima

Technical Report · January 2014

DOI: 10.13140/RG.2.2.20769.40800

CITATIONS

0

READS

138

5 authors, including:



[Leopoldo Mendoza-Espinosa](#)

Autonomous University of Baja California

41 PUBLICATIONS 692 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Ana Luz Quintanilla-Montoya](#)

Universidad de Colima

49 PUBLICATIONS 101 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Lodos residuales como materia prima para la recuperacion energetica en Ensenada, B.C [View project](#)



Gender and Climate Change [View project](#)

# PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ESTADO DE COLIMA



SEMARNAT



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Lic. Mario Anguiano Moreno  
Gobernador Constitucional del Estado de Colima

Mtro. Juan José Guerra Abud  
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Mtro. Eduardo Hernández Nava  
Rector de la Universidad de Colima

M.C. Angélica Patricia Ruiz Montero  
Directora del Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Colima

Dra. María Amparo Martínez Arroyo  
Presidente del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dra. Ana Luz Quintanilla Montoya  
Directora del Centro Universitario de Gestión Ambiental, Universidad de Colima

## Instituciones Participantes

Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Colima  
Universidad de Colima





## PRESENTACIÓN

México como país, ha realizado esfuerzos continuos para cumplir con sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), no obstante de no tener compromisos cuantitativos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ha participado activamente en las negociaciones internacionales sobre cambio climático, y fue uno de los primeros países en firmar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1992, misma que ratificó en 1993.

En lo que se refiere al Protocolo de Kioto de la CMNUCC, México firmó este instrumento el 9 de junio de 1998 y lo ratificó el 29 de abril del año 2000 por voto unánime en el Senado de la República. La firma y ratificación de la Convención y su Protocolo obligan a México a cumplir con los compromisos adquiridos mediante ambos instrumentos.

De acuerdo a la LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO ( DOF, 6 de junio de 2012), es primordial regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera, además de regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; y reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas frente a los efectos adversos del cambio climático.

Así pues el Gobierno del Estado en cumplimiento a los compromisos internacionales y atendiendo las disposiciones del artículo 8º de la LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, a logrado de manera coordinada con investigadores y profesionales en esta materia, formular la política estatal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional; mediante la definición del Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático (PEACC) que en esta memoria técnica se entrega a toda la sociedad, mismo que considera acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, atendiendo los temas de seguridad alimentaria, agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y acuicultura, infraestructura y transporte eficiente y sustentable; ordenamiento territorial y cambios de uso de suelo, manejo de recursos naturales, protección al ambiente, y residuos sólidos urbanos y de manejo especial; lo anterior con la firme convicción que el PEACC que se presenta es el instrumento rector de política ambiental en materia de mitigación y adaptación al cambio climático en beneficio de los colimenses y del país.

M.C. Angélica Patricia Ruiz Montero  
Directora del Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Colima







## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se llevó a cabo con apoyo del financiamiento del CONACYT (FORDECYT) mediante el proyecto "Estrategia Regional para reducir la Vulnerabilidad y mejorar la capacidad de Adaptación al Cambio Climático en la región occidente de México", y del Gobierno del Estado de Colima, a través del Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (IMADES).

Asimismo se agradece a diversas instancias del sector social, privado, gubernamental y en especial a los investigadores participantes de diversas instituciones de Educación Superior que aportaron su conocimiento y experiencia para la elaboración de este programa.



**Coordinadora y Responsable:**

**Dra. Ana Luz Quintanilla Montoya**  
**Directora CEUGEA**

**Investigadores participantes**

**DR. ROGELIO FÉLIX FLEITES**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DRA. ANA LUZ QUINTANILLA MONTOYA**  
PROFESORA INVESTIGADORA  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. HERGUIN BENJAMIN CUEVAS ARELLANO**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. MARCO A. LIÑÁN CABELLO**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. ROSALBA THOMAS MUÑOZ**  
PROFESORA INVESTIGADORA  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. ANGEL LICONA MICHEL**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**M.C. ANGÉLICA PATRICIA RUIZ MONTERO**  
DIRECTORA IMADES

**DR. ERNESTO TORRÉS OROZCO**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. MARCO A. GALICIA PÉREZ**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD DE COLIMA

**DR. LEOPOLDO ESPINOSA MENDOZA**  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

Dra. Marina Robles García, Dr. José de Jesús Sosa López, M.C. Tania Román Guzmán  
Dr. Gilles Aurfeuille, Dr. Ernesto Zepeda, Ing. Guillermo López Navarro  
M.C. Emmanuel Zúñiga, M.C. Nuria Vargas, Dra. Marni Pazos, Ing. Clemente López, M.C. Carolina Neri, M.C. Luis Galván,  
M.C. Christian Domínguez, Dr. Baldemar Méndez, M.C. Jimena Cuevas  
Lic. Laura Sánchez Sevilla, Fotógrafo Sergio Tapiro  
Lic. Alfredo Álvarez Ramírez  
Ing. Angélica L. Jiménez Hernández

## FUNDAMENTO LEGAL Y PROGRAMÁTICO

---

La Constitución del Estado Libre y Soberano de Colima establece en su artículo Primero que se “reconoce, protege y garantiza a toda persona, el goce de sus derechos consignados en la Constitución General de la República y los establecidos en esta Constitución”.

La fracción X del mismo artículo señala la obligación de todas las autoridades de vigilar “por la conservación, protección y fomento del medio ambiente y de los recursos naturales de la entidad”. Y la fracción XI señala que “Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente seguro, a que le prevenga y proteja ante cualquier eventualidad de un riesgo o desastre provocado por agentes naturales o humanos y a recibir auxilio en caso de consumarse algún siniestro. El estado, con la participación de los sectores público, social y privado, organizará el sistema de protección civil, el cual estará bajo la dirección del titular del Poder Ejecutivo”.

En tal virtud, y atendiendo a las obligaciones derivadas de los compromisos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 y en la legislación estatal aplicable, se emite el PROGRAMA ESTATAL DE ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE COLIMA (PEACC Colima) para substanciar las acciones de mitigación y adaptación a los cambios producidos por el fenómeno del Cambio Climático Global y que implican importantes responsabilidades tanto para las autoridades públicas, como para los sectores sociales y productivos.

El PEACC Colima, en tanto instrumento de planeación y concertación social y privada, constituye una oportunidad para construir una sociedad más sensible y responsable para enfrentar y atender los desafíos ambientales del clima adverso esperado en el futuro. El Programa está dirigido a construir un modelo prevención de desastres tanto en la sociedad, como en la economía, y en el medio ambiente.

Se sustenta y substancia lo establecido en el artículo 1º de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, en términos de ser contributivo para garantizar el derecho de todos los habitantes de la entidad a disfrutar de un ambiente adecuado para su salud, desarrollo y bienestar, en términos de la aplicación de una política ambiental para el desarrollo sustentable.

Así también se inscribe en lo mandado por el artículo 1º de la Ley de Protección Civil del Estado de Colima, para el establecimiento de medidas y acciones destinadas a la prevención, protección y salvaguarda de las personas, los bienes y servicios públicos y privados, el entorno y la ecología, ante la eventualidad de un riesgo, siniestro, emergencia o desastre (fracción II).

## OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS PARTICULARES

---

**OBJETIVO GENERAL:** Establecer las bases técnicas y programáticas para la ejecución de políticas, estrategias, líneas de acción y programas de alcance estatal, regional y municipal que contemplen acciones de mitigación, adaptación y prevención de los riesgos y la vulnerabilidad en todo el territorio del Estado de Colima, que permita reducir los efectos del Cambio Climático Global y cumplir las metas y compromisos nacionales e internacionales en la materia.

**OBJETIVOS PARTICULARES:**

- a) Conformar las bases generales de la política estatal de adaptación y mitigación a los efectos del Cambio Climático Global, en consonancia con los objetivos y metas para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.
- b) Generar y actualizar de forma periódica los inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y otros agentes contaminantes.
- c) Definir e implementar acciones de carácter intersectorial e interinstitucional tendientes a mitigar, adaptar y prevenir las causas y los efectos del Cambio Climático Global, de acuerdo a los lineamientos y recomendaciones de políticas públicas contenidos en este documento.



## ÍNDICE:

1. Marco Legal	1-2
2. Introducción	3-12
3. Inventario de Gases de Efecto Invernadero	13-16
4. Recomendaciones hacia la Mitigación de GEI:	
a. Energía y Transporte	17-25
b. Procesos Industriales	26-32
c. CUS	33-39
d. Residuos Sólidos	40-46
5. Vulnerabilidad y adaptación ante el Cambio Climático	47-54
a. Clima y tendencias	55-60
b. Zonas Costeras	61-72
c. Pesca y Acuicultura	73-78
d. Recursos Hídricos	79-84
e. Inundaciones	85-90
f. Agricultura	91-93
g. Bosques	94-98
h. Salud Ambiental	99-102
i. Economía	103-105
6. Comunicación y Educación Ambiental	106-109
7. Referencias Bibliográficas:	110

## INTRODUCCIÓN:

---

### HACIA UN PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA:

El cambio climático es el gran reto que tendremos que confrontar los seres vivos en el presente siglo provocado como resultado de la disfunción social que surge entre la relación ser humano-naturaleza. Mientras el calentamiento global sólo se refiere a los aumentos de temperatura superficial, el cambio climático incluye todos los aspectos sobre los que éste calentamiento influye eventos del clima y procesos de la naturaleza. Las evidencias se basan en observaciones de los aumentos de temperatura del aire y de los océanos, el derretimiento de hielos y glaciares en todo el mundo y el aumento de los niveles de mar a nivel mundial. Los efectos del CCG son indiscutibles: aumento de las temperaturas a nivel mundial, 11 de los últimos 12 años han sido de los años más calurosos que se tienen en registro desde 1850. El aumento de temperatura promedio en los últimos 50 años es casi el doble del de los últimos 100, y la temperatura global promedio aumentó 0.74°C durante el siglo XX (IPCC, 2007a).

El problema del cambio climático puede ser analizado desde la perspectiva del riesgo, considerando tanto los peligros naturales del tiempo y clima, como los factores que generan vulnerabilidad a dichas condiciones. Es mediante el entendimiento del riesgo que los desastres, mal llamados “naturales”, deben ser analizados más allá del paradigma naturalista (INECC-PNUD, 2012). En este

contexto resulta claro que el cambio climático global requiere de una gestión de riesgo, reduciendo el peligro mediante una adecuada mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), así como mediante la adaptación, reduciendo los factores de vulnerabilidad construidos por la sociedad. En comunión, la mitigación y la adaptación, son formas de gestión de riesgo a las que los países aspiran para confrontar uno de los mayores problemas ambientales del presente siglo.

Los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), constituyen una oportunidad para construir una sociedad más preparada ante el clima cambiante actual y el clima adverso esperado en el futuro. También, abren la posibilidad para que de manera creativa se construya una sociedad más consciente de los beneficios y servicios que recibe del medio ambiente, y de esta manera podrá también comprender y atender los compromisos que tiene para conservarlos. Gran parte del esfuerzo para crear un PEACC, está dirigido a construir un modelo de prevención de desastres, tanto en la sociedad, como en la economía, y en el medio ambiente. En el caso de Colima, los huracanes y las sequías son quizá las mayores amenazas que resultan en daños cada vez más importantes y por ello, ocupan lugar especial en el presente PEACC.

Los PEACC son instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático, en el orden de gobierno estatal y municipal, además de ser un elemento importante para la política de cambio climático en México. Los PEACC toman en cuenta las principales características sociales, económicas y ambientales de cada estado;

las metas y prioridades de los planes de desarrollo estatales; el inventario estatal de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI); los escenarios de emisiones de GEI y de cambio climático a nivel regional; y en ellos se identifican acciones y medidas para reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático, así como las emisiones de GEI de los sistemas naturales y humanos de interés para el estado. Con la elaboración de los PEACC, se apoya el desarrollo de capacidades y se busca mejorar la percepción pública acerca de la mitigación de emisiones de GEI, de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito estatal y municipal. No se trata de instrumentos de investigación científica-académica tradicional, sino de instrumentos de política pública que con base en la participación multisectorial –privado, público y social—se implementan hacia dos tipos de acciones principales: la mitigación de GEI y la adaptación ante la vulnerabilidad que tendremos con el Cambio Climático.

México está dando importancia a las acciones que contribuyen a la mitigación de emisiones de GEI –instrumento base para la elaboración de los PEACC-, y a partir de la reciente publicación, en junio de 2012, de la Ley General de Cambio Climático -que destaca por ser pionera a nivel internacional-; se eleva incluso a nivel de obligatoriedad jurídica la política de cambio climático. En estos instrumentos se incluyen metas en materia de mitigación, como la reducción del 30% de emisiones al año en 2020 con respecto a una línea base, y 50% en 2050 con relación al año 2000. De igual manera, se establece una meta de penetración de energías alternas en la generación eléctrica, que debe llegar a 35% de la capacidad total instalada en 2024. La Ley establece, además,

disposiciones para la mitigación en los tres órdenes de gobierno. A nivel federal, en el Programa especial de cambio climático 2014-2018 (PECC), se propusieron una serie de acciones en los sectores de generación y uso de energía; agricultura; bosques y otros usos del suelo; y desechos, con la finalidad de reducir anualmente las emisiones de CO<sub>2</sub>, en relación con la línea base al final del período. Entre los logros del PECC anterior, de 2008 al tercer trimestre de 2012, se logró una reducción acumulada de emisiones de 129 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. (INECC, 2012).

México ha atendido las recomendaciones y ha tomado un rumbo definitivo en su trabajo de adaptación y mitigación. Éste se enmarca en el contexto de la gestión de riesgo con el objetivo de reducir, prevenir y controlar en forma priorizada los impactos derivados de la ocurrencia de desastres en la población, en un sector o en una región, combatiendo las causas estructurales de los problemas, fortaleciendo las capacidades de resiliencia de los sistemas naturales y humanos y construyendo un modelo que, bajo un clima distinto, siga dando viabilidad al desarrollo. Los desastres de las décadas recientes son, cada vez en mayor medida, consecuencia del aumento de la vulnerabilidad, aún y cuando se debe reconocer que el cambio climático puede haber influido en ellos.

Al igual que en otros estados, el PEACC de Colima es un instrumento que se debe implementar en materia de mitigación de GEI. Sin embargo, la adaptación debe tener un papel primordial en las políticas de desarrollo, por ello, muchas de las acciones de adaptación a un clima cambiante deberán ser de tipo correctivo, con ello, se podrán tener beneficios inmediatos y sentar las bases de

acción frente condiciones climáticas adversas más frecuentes en el futuro. Debemos reconocer, que independientemente del Cambio Climático, existen muchas medidas correctivas que pueden permitirnos “hacer bien” lo que no ha venido haciéndose de esta manera, y con ello, de manera indirecta, podrá ser una acción que permita reducir los impactos del Cambio Climático.

## LOS ASPECTOS FÍSICOS DE COLIMA:

El reino o señorío Colima fue fundado en 1523, y su nombre proviene del náhuatl “coliman”, de “colli” que significa cerro, volcán o abuelo, y de “maitl”, que significa mano o dominio, es decir, “lugar conquistado por nuestros abuelos” o “lugar donde domina el dios viejo o dios del fuego”, en referencia al volcán de fuego situado al norte, en los límites con Jalisco.

El estado de Colima, se encuentra ubicado en el occidente de México y colinda con Jalisco y Michoacán, y con el Océano Pacífico. Colima cuenta con diez municipios: Armería, Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán, Tecoman y Villa de Álvarez. Su extensión territorial es de 5 mil 627 kilómetros cuadrados equivalente al 0.3 % de la superficie del país, lo que sitúa a la entidad en el lugar 28 a nivel nacional por su tamaño. Colima cuenta con 142 kilómetros de litorales equivalente al 1.3 % nacional (INEGI 2012).

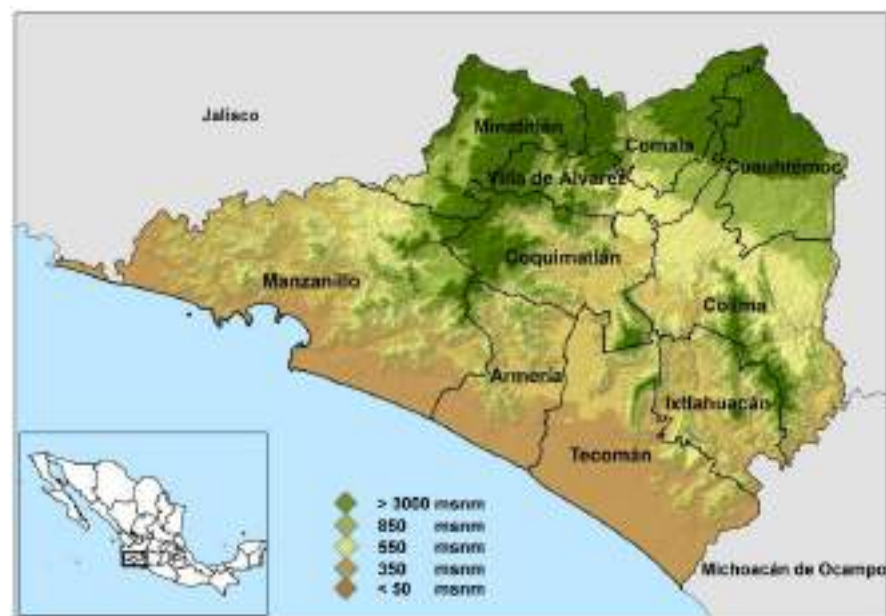


Figura 1. Estado de Colima (Municipios y Orografía, elaboración propia con datos de INEGI 2012)

Su máxima elevación territorial es el volcán de fuego con 3, 820 metros sobre el nivel del mar; le sigue la Sierra de Manantlán y el Cerro Grande, con 2, 420 y 2, 220 metros de altura respectivamente.

El clima predominante es cálido subhúmedo, aunque también tiene regiones con clima seco y semi-seco, y otras con un clima templado subhúmedo (INEGI, 2012), principalmente en las faldas del volcán. La temperatura media anual del estado es de 25°C. Las lluvias se presentan esencialmente durante el verano, lo que corresponde a un clima de tipo monzónico. La lluvia acumulada anual es de aproximadamente 900 milímetros (lámina promedio). El clima de Colima está

altamente influenciado por la cercanía al agua caliente del océano Pacífico del Este y por ello, muchas formas de su variabilidad en temperatura y precipitación son moduladas por lo que suceda con la temperatura superficial del mar.

## LOS RECURSOS NATURALES:

---

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA 2014), de los casi 1,733.5 millones de metros cúbicos de agua concesionados en Colima, 1,616 son para la agricultura, 88.9 para el abastecimiento público y 28.5 para la industria. El agua potable suministrada en la entidad es de 3, 750.9 litros por segundo, lo que permite a cada habitante recibir en promedio 503 litros por día. El porcentaje de viviendas con agua entubada es de 98.5 %, superior a la media nacional ubicada en 91.5%.

La vegetación natural de Colima corresponde a: pastizal (11.7%), selva (5.7%), y bosque (5.2%). Del territorio del estado, 77.4% corresponde a terrenos para la agricultura, zonas urbanas, áreas sin vegetación, cuerpos de agua y vegetación secundaria. En el año 2010 fueron sembrados 2.1 millones de árboles en 3, 041 hectáreas en un esfuerzo de reforestación de gran importancia. Colima ocupa el 54.4% del territorio estatal para actividad agropecuaria o forestal. Colima posee varias áreas naturales protegidas, las más destacadas son: El Jabalí, Las Huertas,

Playas Volantín-Tepalcates, Chupaderos-Boca de Apiza, Laguna Amela y el Volcán Nevado de Colima.

La diversidad faunística la integran mamíferos, como felinos, jabalí, venado, roedores, oso hormiguero (en peligro de extinción), ocelote y tigrillo. Entre las aves se encuentran guajolote silvestre, chachalaca, y pájaros pequeños. Entre los reptiles se encuentra el lagarto o cocodrilo, la tortuga marina (caguama), y el langostino de río, entre muchos otros más (SEGOB, 2010).

## LA POBLACIÓN:

---

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI (2012), la población de Colima es de 650, 555 habitantes –50.4% son mujeres y 49.6% son hombres–; el estado con menor cantidad de habitantes en el país. La tasa de crecimiento poblacional es de 2.8% anual, lo que sitúa a Colima por encima de la media nacional.



Población de hombres y mujeres en Colima por edad

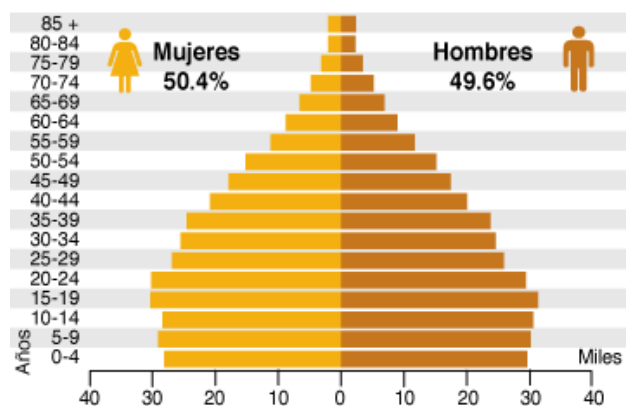


Figura. 2. Pirámide poblacional de acuerdo al CENSO 2010 (INEGI 2011)

En escolaridad y alfabetización, 94 de cada 100 habitantes de 15 años o más están alfabetizados. El promedio de años escolares cursados es de 8.95, es decir, cerca del tercer año de secundaria, lo que sitúa la entidad en la posición 12 a nivel nacional. En el estado, hay 4, 089 personas de 3 años de edad o más que hablan una lengua indígena, equivalente al 0.7 % ciento de la población. Las lenguas más frecuentes son: náhuatl 34.9 % y mixteco 19.5 %.

Datos del año 2012 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2012) ubican a Colima en el séptimo estado con menor índice de pobreza y por debajo de la media nacional (situada en 45.4 %) con un porcentaje de 34.3 % de la población. El Índice de Desarrollo Humano (PNUD) coloca a Colima en el sexto sitio (0.770) por arriba de estados como Baja California (0.765), Aguascalientes (0.763) y Jalisco (0.750).

## LA ECONOMÍA:

Registros de INEGI (2011) indican que 65 de cada 100 personas de 14 años o más en Colima (38 hombres y 27 mujeres) son económicamente activas. Esto es 324,634 personas, de las cuales 62 de cada 100 estaban ocupadas. 69 de cada 100 personas ocupadas trabajan en el sector terciario; 18 en el secundario y 12, en el primario.

Colima tiene el lugar 31 a nivel nacional en generación del Producto Interno Bruto (PIB). Según registros de 2010 de INEGI, en la entidad se generan 70,812 millones de pesos, equivalente al 0.6 % del total nacional. Por cada cien pesos, 15.4 provienen del comercio, 14.6 de las actividades de transportes, correos y almacenamiento, 14.2 de la construcción, 9.6 de los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, y 8.6 pesos de las industrias manufactureras. Hasta hace unos años el papel preponderante en la actividad económica correspondía al sector primario, mientras que hoy en día, la preponderancia está en el sector terciario.

Aunque la tendencia en México es que la agricultura ocupe un menor papel en cuanto al producto interno bruto (menos del 4%), esta actividad sigue siendo una de las actividades empleadoras de mano de obra (aproximadamente 10% de la población). La superficie promedio sembrada en Colima, en años recientes, es de alrededor de 158,368 has (INEGI 2012). De ésta, la superficie dedicada a los

cultivos perennes en la modalidad de riego, representan el 48.3%, mientras que la modalidad de temporal abarca el 25.8%.

En Colima también existen importantes yacimientos minerales, como los ferrosos, que representan una actividad económica de gran importancia en la entidad.

## LA GESTIÓN AMBIENTAL:

---

Las características geográficas del estado hacen a su sociedad particularmente sensible a los ciclones tropicales y a la sequía. Es por ello que el interés en materia de cambio climático está principalmente en estimar cuáles serán los cambios en la actividad de estos meteoros. La sequía es la segunda condición climática considerada un peligro natural importante, dadas las actividades agrícolas en la región y el riesgo de incendios forestales. En cada caso, el aumento en la magnitud de los impactos en estos fenómenos, está en relación con la vulnerabilidad.

El rápido crecimiento demográfico, económico y social de Colima, en el último siglo, ha resultado en transformaciones en el ambiente. Al igual que en el resto del país, asentamientos irregulares, deforestación, falta de información sobre el riesgo climático, condiciones económicas desfavorables, son algunos de los factores que hacen a la población de Colima y a su economía altamente vulnerables a eventos meteorológicos extremos. La respuesta frente al riesgo climático ha sido, por lo general, crear condiciones para una rápida recuperación

del desastre, aprovechando fondos federales como los del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN). Por ello, es necesario inducir una cultura de prevención, pues la respuesta a la emergencia y la recuperación del desastre, siempre serán más caros que la prevención. En un mundo donde el clima está cambiando por causas antrópicas (IPCC-PNUD, 2012), los peligros se incrementan y con ello el riesgo de afectaciones a la sociedad y el medio ambiente, razón por la que se hace necesario trabajar desde ahora, en acciones de reducción de vulnerabilidad (*v.gr.*, la adaptación) como forma de prevenir desastres.

Las políticas de respuesta al cambio climático dependen de un número de factores tales como la aceptación del problema por parte de tomadores de decisiones, la capacidad institucional y humana para actuar, así como la voluntad para incluir la evaluación y la gestión del riesgo ante cambio climático en la planeación y el modelo de desarrollo. Estas condiciones aun no existen en forma generalizada, ni en Colima, ni en el mundo. Por ende, un enfoque que deja de lado la creación de capacidades y la construcción de resiliencia como requisitos para la gestión del riesgo ante cambio climático, con toda probabilidad, tendrá poco éxito. Asimismo, se requiere un nuevo enfoque de los riesgos del cambio climático y un cambio en las estructuras institucionales; un enfoque más útil en el desarrollo debe mejorar la gobernanza y la resiliencia, como un requisito para la gestión del riesgo ante cambio climático. Para ello, la construcción de un Programa Estatal de Acción ante Cambio Climático es un paso fundamental para lograr una sociedad mejor preparada a los retos ambientales presentes y futuros.

En Colima se entiende la necesidad de trabajar para disminuir el riesgo ante cambio climático, partiendo de un entendimiento del problema, analizando las consecuencias que puede tener en sus regiones, sectores y sociedad. La mitigación es un problema global que requiere la participación de cada uno de los habitantes de este planeta, y la sociedad colimense está consciente de su responsabilidad. La adaptación por otra parte, es un problema regional o local, y es por ello que requiere de analizar el modelo de desarrollo seguido hasta ahora, para corregir muchos de los factores de vulnerabilidad. El proceso de análisis de riesgo climático ofrece la oportunidad de actuar en forma preventiva, reduciendo las posibilidades de desastres ante un clima siempre cambiante. Es en este sentido que el PEACC de Colima se constituye como un elemento de trabajo que debe ser considerado en el diseño de Planes de Desarrollo, Políticas Públicas y apoyo en la generación de una cultura ambiental entre la sociedad colimense.

## EL NEXO AGUA-ENERGÍA Y ALIMENTOS:

Agua, energía y alimentos son esenciales para el bienestar humano, para la reducción de la pobreza y para el desarrollo sostenible. Las proyecciones mundiales indican que la demanda de agua dulce, energía y alimentos aumentará significativamente en las próximas décadas debido a la presión del crecimiento demográfico y la movilidad de las personas, el desarrollo económico, el comercio internacional, la urbanización, la diversificación de las dietas, los cambios culturales y tecnológicos, y el cambio climático (Hoff, 2011). La agricultura representa el 70% del total de las extracciones mundiales de agua

dulce, por lo que es el mayor usuario de agua. El agua se utiliza para la producción agrícola, la silvicultura y la pesca, a lo largo de toda la cadena de suministro agroalimentario, y se utiliza para producir energía o para el transporte en diferentes formas (FAO, 2011a). Por otra parte, la producción de alimentos y la cadena de suministro consume alrededor de 30 % de la energía total consumida a nivel mundial (FAO, 2011b). La energía es necesaria para producir, transportar y distribuir los alimentos, así como para extraer, bombear, recolectar, transportar y tratar el agua. Las ciudades, la industria y otros usuarios tratan de asegurar cada vez más los recursos hídricos, la energía y los otros bienes, enfrentando problemas de degradación ambiental y en algunos casos, la escasez de recursos. Se espera que esta situación se agrave en el futuro cercano ya que se necesitará alrededor de un 60% más de alimentos con el fin de alimentar a la población mundial para el año 2050. Se espera además, que esa población consuma hasta un 50% más de energía para el año 2035 y que el total de extracciones de agua para riego aumente en un 10% para el 2050 (FAO 2011a).

Conforme la demanda de recursos crece, cada vez hay más competencia por el agua y la energía entre sectores como la agricultura, la pesca, la ganadería, la silvicultura, la minería, el transporte y otros sectores, con impactos impredecibles para la vida de la gente y el medio ambiente (FAO, 2011b). Los proyectos de infraestructura hídrica a gran escala, por ejemplo, pueden tener efectos sinérgicos para la producción de energía hidroeléctrica y el servicio de agua, gracias al almacenamiento del recurso para riego y usos urbanos. Sin embargo, esto podría ocurrir a expensas de los sistemas agro-ecológicos de

aguas abajo, y con implicaciones sociales para los nuevos asentamientos humanos. Del mismo modo, la producción de biocombustibles en un esquema de la agricultura de riego puede ayudar a mejorar la oferta energética y generar oportunidades de empleo, pero también puede dar lugar a una mayor competencia por los recursos de tierras de cultivo y agua, con impactos sobre la seguridad alimentaria local.

En este contexto, el nexo Agua-Energía-Alimentos se ha convertido en un concepto útil para describir y abordar la naturaleza compleja e interrelacionada de nuestros sistemas de recursos mundiales, de los que dependemos para conseguir diferentes objetivos sociales, económicos y ambientales. En términos prácticos, se comienzan a desarrollar enfoques conceptuales para comprender mejor y analizar sistemáticamente las interacciones entre el medio natural y las actividades humanas, y para trabajar a favor de una gestión más coordinada y un mejor uso de los recursos naturales en todos los sectores y escalas. Esto puede ayudar a identificar y gestionar las compensaciones y la construcción de sinergias para una planificación más integrada y rentable, para la toma de decisiones, su implementación, monitoreo y evaluación.

Las interacciones entre estos elementos son complejas y dinámicas, y las cuestiones sectoriales no pueden ser consideradas de manera aislada. Por ello es importante destacar que existen elementos de un contexto más amplio en los procesos de adaptación, que deben ser tomados en cuenta reconociendo que existen diferentes conceptualizaciones del nexo agua-energía-alimentos, y que éstos varían en su alcance, objetivos y la comprensión de los forzantes que los

dirigen. En Colima, el planteamiento del nexo está presente y cualquier propuesta de desarrollo debe tomarse en cuenta, cuando se trata de prepararse frente a un peligro como lo es el cambio climático. En este sentido, el estado de Colima podría convertirse en un ejemplo de cómo avanzar en soluciones de adaptación y mitigación, que conlleven respuestas a problemas más profundos del desarrollo. Hasta la fecha, son pocos los planteamientos que los PEACC han hecho en este sentido, pero reconociendo el carácter dinámico de los programas, se espera que en una segunda fase, las acciones de adaptación y mitigación, contemplen de manera más amplia las relaciones que aquí se plantean entre agua, energía y alimentos.

---

## POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES:

---

En términos generales, los episodios y acciones más significativos que se pueden identificar en la historia ambiental reciente del estado de Colima se clasifican en tres rubros o categorías principales: instituciones y políticas públicas, acciones sociales, y articulación de algunos servicios de carácter ambiental (Plan de Educación Ambiental, 2003).

A partir de la creación a nivel federal de la Subsecretaría de Ecología en 1982 – como parte de la SEDUE-, en Colima se inició la operación de la Dirección de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano. En el mismo periodo y a nivel municipal, se dieron los primeros esfuerzos por definir e implementar programas de carácter ambiental, siendo los más significativos los

llevados a cabo en Colima, Villa de Álvarez y Manzanillo. Las acciones más relevantes se refirieron a la realización constante de cursos de capacitación ambiental para servidores públicos y miembros de organizaciones civiles.

A partir de la década de 1990, los diferentes ayuntamientos del estado fueron creando e incluyendo en sus estructuras, unidades de gestión ambiental que centraron sus labores en la producción de información ambiental, la realización de algunos diagnósticos sectoriales y en nuevas acciones de sensibilización y capacitación para la población. Hacia el año 2003, cinco de los diez ayuntamientos colimenses ya contaban con estructuras amplias de gestión ambiental. Sus funciones se concentraron a partir de entonces en el manejo de los residuos sólidos urbanos y en la identificación de problemas ambientales (contaminación de ríos y cuerpos de agua, principalmente).

A nivel estatal, las principales acciones se concentraron en el desarrollo de las funciones técnicas y jurídicas que los procesos de descentralización trajeron consigo, implementando leyes generales de equilibrio ecológico, desarrollo sustentable, desarrollo rural sustentable, control de emisiones, de aguas nacionales y de preservación de especies y hábitat. En conjunto, las acciones y programas se han centrado en la adopción de definiciones técnicas y legales que no siempre han estado acompañadas por intervenciones de supervisión, corrección y mejora de los aspectos ambientales y sociales. No obstante, su valor y utilidad son incuestionables, pues establecieron parámetros y mediciones que han servido para la adopción de nuevas estrategias y proyectos de protección, restauración y mitigación de daños ambientales. El campo en el

que estas mediciones han resultado de mayor utilidad, fue en el de la protección civil y la adopción de medidas para prevenir daños por el efecto de eventos climatológicos y naturales extremos, como se relata en el apartado de estimación de la vulnerabilidad de este informe.

Por lo que toca al estado actual de las capacidades sociales e institucionales de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático y, en general, a la situación ambiental de la entidad, se puede afirmar que existe un número importante de instituciones y esfuerzos que ya incorporan parcial o integralmente objetivos en la materia. En 2012, fue creado el Instituto para el Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (IMADES), cuya principal responsabilidad es la definición y conducción de la política ambiental a nivel estatal, en coordinación y colaboración con instancias federales y municipales. Para el desarrollo de las facultades y capacidades, el IMADES cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima que sirve como marco general de referencia. Este instrumento es complementado con los Programas parciales de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca de la Laguna de Cuyutlán, y del Municipio de Manzanillo.

Contando con la concurrencia de las dependencias federales y con los diez Ayuntamientos, todos representados en el Consejo Consultivo Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, la política ambiental del estado se plantea la aplicación de instrumentos específicos de Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento Sustentable (POETEC, 2013); contemplando una clasificación de los usos del territorio como compatibles, condicionados e incompatibles según la vocación ya diagnosticada.



En el ámbito municipal, destacan las capacidades desarrolladas por los Institutos Municipales de Planeación de Colima y de Manzanillo. El plan de manejo integral de los cauces urbanos de la Zona Metropolitana de Colima-Villa de Álvarez, avalado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, establece líneas de acción que promueven una gestión adecuada de los recursos hídricos.

En resumen, en Colima se han construido capacidades para abordar el reto de un Programa Estatal para la Adaptación al Cambio Climático, aunque se reconoce que es mucho lo que falta por hacer. En esta primera etapa, se han sentado las bases para un diagnóstico general del significado del cambio climático en el estado, analizando no sólo sus aspectos científicos, sino considerando las primeras propuestas para la mitigación y la adaptación. Es claro que al ir avanzando, la profundidad y detalle con que se consideren los proyectos específicos tendrá que aumentar e involucrar de forma más importante a diversos actores, tanto públicos como sociales, para una verdadera apropiación de cada una de las acciones. Al igual que en el resto del país, las acciones en materia de Política Pública Ambiental requieren de un esfuerzo de las instituciones por varios años. Pero trabajar en un problema de interés nacional y mundial genera una condición propicia para esperar el éxito.

## INTRODUCCIÓN:

---

Colima tiene solo el 0.3% de la superficie total del país (5,627 km<sup>2</sup>), y cuenta con 650,555 habitantes y 177,672 viviendas con base en los datos del INEGI (2010). Estas cifras colocan al estado como el número 31 en cuanto a población, y las principales actividades económicas que representan la mayor parte del PIB del estado son las actividades terciarias es decir referentes a los servicios con el 70.44%. A todos los sectores al igual que al industrial y minero se les brinda el servicio de energía eléctrica, que aun representando menos del 1% del total de los 267,388 usuarios demandan más del 63% de la energía eléctrica total consumida en el estado de Colima.

## GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

---

En 2012 la capacidad instalada en la región Centro Occidente fue de 8,130 MW, 1.0% inferior que el 2011, esto se debió principalmente a los trabajos para conversión de las Plantas 1 y 2 de la central termoeléctrica de Manzanillo I. La electricidad que se genera en el estado, la abastece actualmente la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante 2 plantas generadoras; La planta Central Termoeléctrica Gral. Manuel Álvarez Moreno (planta Manzanillo I) donde se genera un promedio de 1,200 MW y la planta Central Termoeléctrica Manzanillo II, con una capacidad instalada de 700 MW, y 5 subestaciones de potencia, que en suma arrojan una capacidad instalada de 1,900 MW. Colima, no cuenta con el apoyo externo de otro estado o planta generadora de energía eléctrica para abastecerse, es autosuficiente en su abastecimiento y produce un excedente importante, suficiente para enviar energía a nueve estados de la república. Es decir Colima es un estado que supera en índices de eficiencia a estados como: Jalisco, Guanajuato, Nuevo León, y el estado de México aunque cuenten con regiones mayormente pobladas y el número de usuarios de algunos

de ellos nos supere por nueve. Por consiguiente el estado de Colima también debe asumir las consecuente generación de gases de efecto invernadero (GEI) de las cuentas nacionales de esta sobreproducción de energía en su territorio.

El principal combustible utilizado para producir la electricidad en las plantas generadoras de Manzanillo, era el combustóleo, un derivado del petróleo, que tiene un rendimiento menor del 35% y su combustión implica la generación de gases contaminantes y contribuyentes al efecto de invernadero, como los llamados NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno y de azufre) y CO<sub>2</sub>. A partir del año 2012, en la Termoeléctrica de Manzanillo es posible la utilización de Gas Natural, porque se hicieron modificaciones en sus instalaciones y procesos, para poder realizar un “ciclo combinado”, es decir donde se pueden utilizar 2 tipos diferentes de combustible en sus turbinas (no mezclados). Aun cuando se arguye que el gas natural produce menos impactos al medio ambiente, se debe recordar que es un combustible fósil, y tiene un potencial de calentamiento global en relación al CO<sub>2</sub> de 25 a 33 veces mayor, debido a su capacidad de absorber la radiación infrarroja. En comparación con el combustóleo, este compuesto reduce en un 40% las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Con las dos plantas antes descritas se tiene una capacidad instalada de 1,900 MW. También el estado cuenta con subestaciones de potencia, con una capacidad instalada de 1,450 MVA en las siguientes subestaciones:

- Colomo (Colima), 230/115 kV, que son 200MVA.
- Colima II (Colima), 230/115 kV, que son 200 MVA.
- Tapeixtles (Manzanillo), 440/230/115kV, que son 825 MVA.
- Manzanillo I y II (440/230/115kV) que en total su capacidad es de 225MVA.

Además, dentro de la infraestructura con la que se cuenta en la Red Eléctrica de Colima están 569km de líneas de transmisión de 400-230Kv (kilovoltios).

La categoría Energía, es la más importante emisora de GEI, se subdivide en consumo de combustibles fósiles y en emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles y transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, principalmente. El consumo de energía por sector en el Estado, se da de la siguiente manera: en la generación de electricidad con el 78.20%, seguido de la

subcategoría de transporte terrestre o autotransporte con el 10.33%, la industria manufacturera con el 4.57%, las embarcaciones (navegación) con el 4.14% y el residencial con el 2.34%. El sector agropecuario representa solo el 0.14%, la aviación el 0.01% y finalmente los ferrocarriles solo consumen el 0.003%.

El estado de Colima cuenta con dos aeropuertos: uno ubicado en el municipio de Colima que realiza vuelos domésticos principalmente a la ciudad de México con una afluencia de aproximadamente 42 mil pasajeros al año; y otro, ubicado en el municipio de Manzanillo, realiza vuelos de cabotaje y algunos vuelos internacionales, principalmente a Estados Unidos y Canadá, maneja alrededor de 157 mil pasajeros al año.

De acuerdo a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, a nivel nacional durante 2005, los trenes de carga consumieron 641.7 millones de litros de diesel para dar servicio al comercio; en Colima, los municipios de Manzanillo y Cuauhtémoc son los que cuentan con mayor número de vías por lo que se asume que presentan el mayor dinamismo de esta fuente.

Colima cuenta con uno de los puertos mexicanos con intercambio comercial internacional más importante del Pacífico. Se encuentra en Manzanillo, a donde arriban buques de carga y de pasajeros. El consumo de combustible por este sector reportado en el Balance Nacional de Energía 2005 (SENER, 2006) se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1. Consumo energético por embarcaciones en TJ/año

Municipio	Tipo de embarcación	Número de arribos	Tipo de Combustible	Consumo de combustible (TJ)
Manzanillo	Cruceros	50	Diesel marino	514.23
Manzanillo	Buques de carga	1,558	Combustóleo	4,387.89

La subcategoría residencial demanda el uso de gas L.P., queroseno y leña como combustible, dando como resultado en consumo energético por municipio lo que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Consumo energético del subsector residencial por municipio

Municipio	Consumo energético Gas LP (TJ)	Consumo energético Queroseno (TJ)	Consumo energético Leña (TJ)
Armería	96	0.36	11
Colima	53	1.92	166
Cómala	7	0.28	83
Coquimatlán	7	0.25	74
Cuauhtémoc	100	0.37	12
Ixtlahuacán	19	0.07	20
Manzanillo	555	2.00	585
Minatitlán	28	0.11	12
Tecomán	362	1.43	45
Villa de Álvarez	404	1.45	125
<b>Estatal</b>	<b>1,631</b>	<b>8.25</b>	<b>1,133</b>

\* Queroseno incluye tanto residencial como comercial pues así se reporta agrupado en las Prospectivas

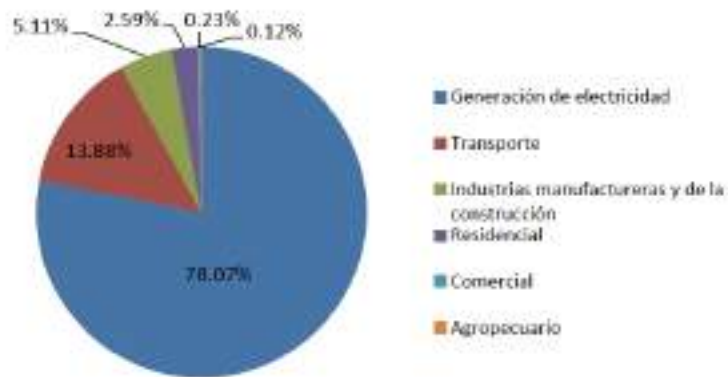
Para el Estado de Colima se estimó una emisión de 9,218.94 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2e</sub>) derivado de las fuentes de combustión en el año 2005. En la Tabla 3 y la Figura 1 se presentan las emisiones de GEI y CO<sub>2e</sub> por subcategoría del sector energía; donde se observa que la generación de energía eléctrica es la más importante en emisiones de CO<sub>2e</sub> a la atmósfera con el 78.07%, seguido del transporte con el 13.88%.

Tabla 3. Emisiones de GEI en Gg/año por subcategoría

Subcategoría	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2e</sub>
Generación de electricidad	7,174.10	0.28	0.06	7,197.18
Transporte	1,236.59	0.29	0.12	1,279.92
Industrias manufactureras y de la construcción	466.70	0.06	0.01	470.69
Residencial	230.37	0.35	0.00	239.13
Comercial	21.10	0.00	0.00	21.16
Agropecuario	10.79	0.00	0.00	10.85
<b>Estatal</b>	<b>9,139.66</b>	<b>0.98</b>	<b>0.19</b>	<b>9,218.94</b>

## EL TRANSPORTE

Figura 1. Contribución de las emisiones de CO<sub>2</sub>e por subcategoría



La generación de electricidad es la fuente más importante de emisiones en el estado con una emisión de CO<sub>2</sub>e de 7,197.18 Gg durante 2005, mientras que la industria manufacturera y de la construcción emitió 470.69 Gg de CO<sub>2</sub>e. Asimismo, de los diversos medios de transporte, el autotransporte o transporte terrestre es el que mayores emisiones de GEI genera a la atmósfera en la mayoría de los municipios, a excepción del municipio de Manzanillo donde las emisiones por embarcaciones son muy importantes. Destacan, las emisiones generadas por el autotransporte que utiliza gasolina como combustible con el 60.4% de las emisiones; seguido del consumo de combustóleo en la navegación básicamente en los buques de carga, con el 26.8 %; después el diesel del sector autotransporte con el 9.4% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e. La gasolina es el principal combustible utilizado en las fuentes móviles terrestres, y el que contribuye con el 86% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e de este tipo de fuentes.

En el estado de Colima, del año 2001 a 2012 el número de vehículos registrados (automóviles, camiones para pasajeros, camiones de carga y motocicletas) en circulación incrementó de 112, 672 unidades a 273, 036 unidades, equivalente a 142% (INEGI, 2012). Sin embargo, un reciente estudio llevado a cabo por de Álvarez (2014), en los diez municipios del estado de Colima, detectó que en la entidad circulan 19.47% más automóviles a los registrados en el padrón estatal. Se trata de vehículos principalmente de Jalisco, Michoacán, extranjeros y sin placas. Esto lleva a que en realidad en el estado circulen alrededor de 327,643 vehículos.

En los últimos diez años la población del estado creció 3.6 por ciento, mientras que la cantidad de vehículos registrados incrementó 14% de acuerdo al Plan de Manejo de la Zona Centro de la Ciudad de Colima (IPCO, 2013).

El estado de Colima crece de forma periférica, bajo un enfoque que privilegia el automóvil particular, demeritando el uso de los espacios públicos para otro tipo de transporte, recordemos que una bicicleta ocupa el 5% del espacio de un coche en movimiento, mientras que un autobús articulado puede sustituir a 100 coches utilizando mucho menos espacio (Delgado, 2012) (Figura 2).

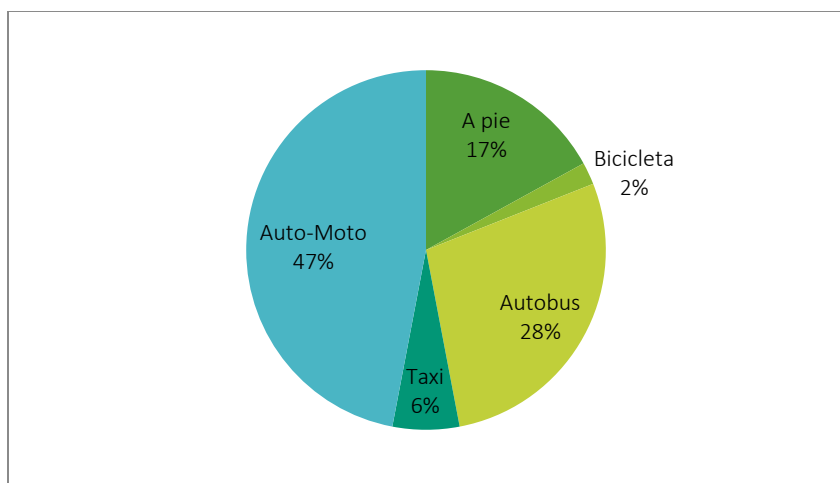


Figura 2: Movilidad en Colima Fuente: Encuesta de Movilidad Sustentable, IPCo, 2011

En la zona centro de Colima, el vehículo que los ciudadanos tienen más es el coche (67%) ya sea personal o familiar, mientras que 36.5% tiene bicicleta (IPCO, 2011). Es decir que existe un uso y tendencia hacia el automóvil privado, lo que genera mayores problemas al ambiente ya que el aumento de la densidad de vehicular incrementa las emisiones a la atmósfera GEI.

La movilidad es una de las principales necesidades colectivas de cualquier ciudad y a su vez, es una condición inherente para el desarrollo urbano de las ciudades. Según datos del IPCO (2011), en la zona centro de Colima, el menor tiempo de traslado se da a pie y en bicicleta con 12.1 y 14.7 minutos respectivamente, mientras en automóvil el tiempo muerto es 15.3 minutos y 27.1 minutos. En ese sentido, el Instituto de Planeación de Colima (IPCO) considera que *“la configuración actual del transporte privilegia a los usuarios de altos ingresos sobre los usuarios de bajos ingresos (porque) la diferencia en precios revela el costo que tiene que pagar la gente de la ciudad por no existir una infraestructura adecuada para la movilidad ciclista, ni una organización eficiente del transporte público”*. Es decir, la gente que tiene la opción busca y prefiere moverse en automóvil particular y taxis, y la que no tiene opción se debe conformar con el uso del ineficiente transporte público. (IPCO, 2011).

El sistema de transporte público debe permitir la diversificación y la accesibilidad de todos los sectores de la población a los distintos destinos de servicios de la ciudad. Este sistema debe ser eficaz y eficiente, disminuyendo el impacto ambiental tanto de contaminantes a la atmósfera, como de los niveles de ruido. En ese sentido, debe reducirse el actual número de autos particulares *per cápita* en la Zona Metropolitana (ZM) debido a las consecuencias de salud y ambientales, relacionadas principalmente con la calidad del aire y el estrés.

La flota de camiones que brindan actualmente el servicio de transporte público en la ZM de Colima tiene aproximadamente 20 años sin renovarse, por lo que no solamente no son confortables para el pasajero, sino que también emiten una gran cantidad de gases contaminantes (IPCO, 2010). Es necesaria la adquisición de nuevas unidades de transporte que brinden mayor confianza, comodidad y seguridad al pasajero, una mejor imagen al paisaje urbano, aunado a una mejor calidad del aire y menores niveles de ruido.

El transporte público debe tener prioridad sobre el automóvil privado, por lo que se plantea la necesidad de establecer un carril exclusivo para su circulación en las principales avenidas, haciendo más eficientes sus trayectos y por lo tanto más rápidos. El IPCO (2010) propone además, mayor capacitación a los conductores del transporte público, *“quienes han sido estigmatizados por la sociedad civil, como poco profesionales y mal educados con los pasajeros, peatones y demás conductores”*. En este tenor se sugieren cursos de capacitación y talleres, así como exámenes de manejo periódicos para evaluar su desempeño, así como revisar si cuentan con las condiciones laborales óptimas para la actividad que realizan. También es necesario modificar la señalización vial que especifica la ubicación de las paradas de autobuses y colocar en éstos, información sobre los destinos y horarios de las rutas.

Según el estudio de Orozco Fuentes (2011), la ZM de Colima no cumple con los tres principios que sirven como indicadores para la sustentabilidad urbana: la peatonalización, la conectividad urbana y la planeación territorial. Bajo el principio de peatonalización de las ciudades se destaca que en la ZM de Colima no existen suficientes calles exclusivas para el peatón, el diseño vial está completamente orientado al automóvil y no se da prioridad, ni promueve un respeto al tránsito peatonal, lo que hace insegura la movilidad en la ciudad.



Para lograr un modelo de movilidad y transporte sustentable es necesario planear a detalle el crecimiento y la expansión de la ZM con base en indicadores que muestren la transversalidad ambiental. Por consiguiente, las autoridades de la ZM de Colima deben planear cuidadosamente la urbanización, respetar los límites planteados y no permitir el cambio de uso de suelo para la construcción de fraccionamientos o condominios alejados de los centros de trabajo, comercio y/o entretenimiento ya existentes. Asimismo, debe promoverse la densificación urbana que permita la mezcla y combinación de usos de suelo, sobre todo en los corredores de transporte o avenidas de la ZM de Colima.

Una de las consideraciones relevantes en ejercicios de planeación como el que se sugiere, es considerar que las ciudades y sus diseños deben ser planteados como puntos de encuentro, de contacto entre humanos. Esto, además de permitir mejoras ambientales, conduce también a condiciones de mejor civilidad, al ofrecer condiciones urbanas para el esparcimiento y la convivencia humana.

## PROPUESTAS HACIA EL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN LOS SECTORES DE ENERGÍA Y TRANSPORTE

---

### A) ENERGÍA ELÉCTRICA:

---

Como resultado del Inventario en GEI, el mayor sector emisor en el estado es el eléctrico, debido a la Planta Termoeléctrica Manzanillo. Sin embargo, para fines de implementación del PEACC, poca influencia puede tener el gobierno estatal ante un proyecto federal. Asimismo, poco puede intervenir en este proyecto, en cuanto a reducción de GEI por ser un abastecedor de electricidad de 10 estados de la región.

Por lo anterior, el presente análisis diagnóstico, propone la generación de energía eléctrica alternativa, que además de integrarse a la red eléctrica, podrían ser recursos energéticos endógenos que provean enteramente a la región centro occidental de electricidad. Por ello, el PEACC deberá enfocarse en el sector eléctrico, construyendo un estado que promueva el uso de energías renovables que han sido ya evaluadas en su potencial (eólico y solar) y que presentan la oportunidad de sustituir el uso de combustibles fósiles en la región, promoviendo la reducción paulatina de GEI. Los siguientes argumentos, respaldan lo anterior y a su vez, proponen:

- 1) El estado de Colima es uno de los mayores contribuyentes de GEI en la República Mexicana, debido a la generación de energía eléctrica y al sector transporte (planta termoeléctrica, puerto, aeropuertos, sector autotransporte). Por ello, ha sido de interés del Gobierno estatal, el uso de Fuentes de Energía Renovables. Considerando esto, debe cumplirse una etapa intermedia para la creación y diseño de una estrategia de uso eficiente de energía, que incluya la identificación y el diagnóstico de los consumidores mayores, intermedios y menores, así como de los sectores provenientes. En la Agenda Estratégica de proyectos CONACYT-Gobierno del Estado se ha posicionado la generación de una fuente alternativa de energía para el estado como el proyecto que encabeza el listado de los propuestos.

A la par de ese desarrollo, debe iniciarse un programa estatal de educación y comunicación ambiental, que modifique los comportamientos actuales sobre el consumo de energía eléctrica, promoviendo un uso responsable que disminuya el uso de combustibles fósiles, y el costo de compra de dicho servicio, además de convertir al estado en líder en el uso de energías limpias y reducción de emisiones de GEI.

- 2) El Gobierno del Estado ha mostrado el deseo y la intención de promover proyectos de energías renovables (*v.gr.* solares, eólicos y de biomasa). Los datos resultantes de la evaluación de los recursos

energéticos solares muestran que existe un potencial en rango de promedios anuales, que van desde 256 hasta 269  $\text{Wm}^{-2}$ . El promedio anual más alto corresponde al sitio de la subestación CFE-Colima II; los promedios mensuales llegan a sus máximos durante el mes de abril. El estudio de evaluación del potencial eólico y solar llevado a cabo por Arfeuille (2014), ha propuesto combinar lo fotovoltaico (termosolar) y lo eólico, de manera que este sistema híbrido pueda permitir una producción eléctrica las 24 horas de manera sostenible.

- 3) Con un promedio anual de 263  $\text{Wm}^{-2}$ , Colima llega a tener un promedio equivalente de radiación solar de 6.31  $\text{kWhm}^{-2}$  por día. Este valor es superior al promedio nacional, que está cerca de los 5  $\text{kWhm}^{-2}$  por día; con base en los estudios llevados a cabo por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Como referencia, el valor de la radiación solar global en la superficie en Colima corresponde a 64.6 MWh por hectárea por día.
- 4) El promedio nacional de insolación es 5 5.2  $\text{kWhm}^{-2}$  por día, y el hecho de haber monitoreado en series anuales, nos muestra que existe un promedio de insolación de 6.4  $\text{kWhm}^{-2}$  por día en Colima, lo cual hace muy atractiva la idea de implementar proyectos de generación solar en el estado y de poder ser conectados de manera muy accesible a la red eléctrica; esto representa un total de insolación de 64 GWh por hectárea por día.
- 5) Asimismo, los datos resultantes de la evaluación del recurso energético eólico, con base en el estudio llevado a cabo por Arfeuille (2014), muestran que éste varía desde los 5 hasta los 9 m/s; pudiendo llegar a ser hasta de más de 13m/s por arriba de los 100 metros de altura, en ciertos sitios.

El deseo e intención de generar electricidad mediante el uso de energías renovables (*v.gr.* solar, eólica, biomasa) que ha demostrado tener el Gobierno del Estado de Colima, requiere una fase de transición hacia el uso de éstas, que implica el Diseño Participativo Multisectorial de una estrategia de Uso Eficiente de la energía eléctrica, hacia la transición en el uso de Energías Renovables y mitigación de GEI en Colima, México. La creación e implementación de un Programa Estatal de Uso Eficiente de la energía, incluirá un diagnóstico por sector y por consumo, haciendo énfasis en disminuir costos económicos a los usuarios y mitigar los impactos ambientales de emisión de GEI, debido al alto nivel que mantiene el estado en el país. Asimismo, éste permitirá ser la transición hacia el uso de energías renovables que están planteándose como áreas de oportunidad para diferentes sectores: eólica, solar y biomasa. Los resultados incluirán no solo el análisis diagnóstico, sino aquellas acciones estratégicas que como estado deberá articular para convertir a Colima, en un estado líder en el uso racional de la energía, llegando a convertirse en un “Estado de Energías Limpias”

## B) TRANSPORTE:

---

En cuanto a las propuestas que genera el presente análisis, el sector de transporte es un tema que se debe de analizar y en el que hay que trabajar de forma integral. No es posible trabajar en el combate contra el cambio climático sin pensar en el transporte. Se trata del sector más grande y de mayor crecimiento en el mundo en términos de consumo de energía y emisiones de GEI. En México, el uso de energía por parte de este sector se cuadruplicó entre 1973 y 2006. Asimismo, es necesario que los gobiernos locales se hagan de recursos para proyectos de transporte urbano, en ese sentido, la Conferencia Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en su edición número 16 (mejor conocida como COP 16) mencionó la necesidad de explorar esquemas para que las ciudades inviertan en planes adecuados de transporte y movilidad urbana.

En el estado de Colima, con base en el Inventario de GEI, el sector transporte es el segundo sector responsable de GEI, y en este sector, el Gobierno del Estado sí

puede incidir. Para tal fin se hizo un análisis exhaustivo; considerando resultados de estudios previos y, los obtenidos de tres talleres multisectoriales (gobierno, academia, sector transporte, entre otros) que identificaron la problemática y diseñaron propuestas para una política de transporte y movilidad urbana responsable con el medio ambiente.

En el estado, del año 2001 al 2012, el crecimiento de vehículos (automóviles, camiones para pasajeros, camiones de carga y motocicletas) en circulación fue de 142% p. Este incremento resulta preocupante, ya que Colima es el segundo estado con menor territorio de la República Mexicana lo que implica una alta densidad vehicular.

De acuerdo con el reciente Plan de Manejo de la Zona Centro de la Ciudad de Colima, la población percibe una reducción paulatina de la vegetación en las calles con el objetivo de dotar a las vialidades de mayor capacidad para el tránsito de vehículos, lo que ha incentivado su uso (IPCo, 2013). Este proceso, no sólo incrementa la cantidad de emisiones de GEI a la atmósfera, sino también otras externalidades negativas como: accidentes de tránsito, obesidad, uso de espacio y aumento en los tiempos de recorrido.

La zona conurbada de Colima-Villa de Álvarez se sitúa en el tercer sitio mundial (detrás de Londres y Los Ángeles) al registrar 2.4 habitantes por cada vehículo en el año 2011. En febrero de 2014 José Ramón Valdovinos Anguiano, director de Tránsito y Vialidad de la capital, declaró que al cierre de 2013 el municipio de Colima tenía un registro de 1.8 habitantes por cada vehículo. Es importante mencionar que el estado de Colima cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de 2.8 % anual, 1 punto por arriba de la media nacional que es de 1.8% (INEGI, 2011). De 2000 a 2010, el crecimiento poblacional de la entidad fue de 3.6 % (de 542,000 habitantes a 650,000); un enorme contraste con el crecimiento vehicular que fue de 142% entre 2001 y 2012.

Tomando en cuenta esta condición en los tres talleres que se realizaron, se elaboraron un conjunto de soluciones posibles que se presentan en la tabla XX. Así también se generó un análisis diagnóstico del sector transporte en el estado y los organismos que deberán involucrarse para la resolución de la compleja problemática.

Tabla 4. Diagnóstico del Sector Transporte, Alternativas de Solución y Organismos de Implementación.

PROBLEMÁTICA	OBSERVACIONES
a) No existen sistemas de transporte que respondan a la dinámica de origen y destino.	<p><b>DIAGNÓSTICO</b></p> <p>Existe una “Ley de Movilidad” que no considera los medios alternativos de transporte (Aplicación del marco jurídico-legal para normar a que los desarrolladores urbanos dispongan o consideren espacios, equipamiento para el fortalecimiento del transporte alternativo, no recibir desarrollos urbanos si no cumplen los requisitos).</p> <p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación a la legislación en materia de asentamientos humanos incluyendo al transporte como parte de la política de desarrollo urbano.</li> <li>2. Modificación a la legislación en materia de transporte que incluye la movilidad integral y la promoción de concesiones a personas morales (Nota: modificar el esquema hombre camión)</li> <li>3. Creación de Organismos especializados en la planeación, gestión, creación, operación y monitoreo del transporte.</li> </ol> <p><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b></p> <p>Congreso del Estado, Secretaría de Desarrollo Urbano, La Dirección General de Transporte y Seguridad Vial, Direcciones Municipales de Desarrollo Urbano</p> <p>(Como referencia está el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018)</p>
b) El servicio de transporte público es deficiente, tardado y no planificado.	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renovar el parque vehicular de las unidades de transporte público. Uno de los pilares de la sustentabilidad es el factor social, y el no brindar un transporte de calidad implica no poder alcanzar sustentabilidad en el sector.</li> <li>2. Identificación y gestión de Fondos Federales e Internacionales para inversión en el Transporte Público.</li> <li>3. Dar seguimiento mediante GPS a las unidades para contar con tiempos precisos de llegada y salida.</li> <li>4. Capacitar y certificar a los choferes del transporte público sobre atención al público y conducción con respecto a normas establecidas y al peatón y al ciclista como nuevo protagonista de las vialidades.</li> </ol>

	<p><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>  Dirección de Transporte del Estado.  Secretaría de Finanzas, Dirección de Transporte  Fondos: FONADIN, POTRAN, CAF- Andino, BID, Banco Mundial,  Cooperaciones internacionales alemana y japonesa.</p>
<b>c) Falta de un sistema de movilidad con transporte alternativo.</b>	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Promover entre la ciudadanía el uso de transporte alternativo como medida para incentivar la diversificación.</li> <li>Creación de Infraestructura que sostenga este tipo de movilidad.</li> <li>Crear incentivos económicos para la compra de bicicletas.</li> <li>Crear capacidades en el personal de tránsito del estado para que ofrezcan y defiendan garantías del peatón y del ciclista.</li> </ol> <p><b>ORGANISMO E INSTITUCIONES</b>  Gobierno del Estado, (Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Desarrollo Urbano), Gobiernos Municipales (Desarrollo Urbano e Institutos de Planeación).</p>
<b>d) El volumen de transporte de carga enviado por puerto y carreteras saturadas.</b>	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Regular el número de transporte de carga que circula del puerto hacia el norte, obligarlos a viajar carril derecho y a transitar por la carretera de cuota.</li> <li>Establecer horarios particulares para el transporte de carga que no irrumpa con la dinámica del transporte de personas.</li> <li>Incentivar el uso del ferrocarril para el transporte de carga que llega o sale del Puerto de Manzanillo.</li> <li><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>  Gobierno del Estado, Federal de Caminos, Secretaría de Comunicaciones y Transporte. (Como referencia está el Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018)</li> </ol>
<b>e) Deficiencia del marco institucional.</b>	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Modificar el marco institucional para considerar a los municipios en materia de transporte (facultades – responsabilidades).</li> <li>Delimitar los alcances en materia de verificación vehicular, entre el estado y municipios.</li> </ol> <p><b>DIAGNÓSTICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El marco actual, no le da facultades a los municipios en materia de transporte.</li> <li>Los planes se aplican de manera parcial o no existe el marco legal para hacerlo cumplir.</li> </ul>

	<p><b>ORGANISMO E INSTITUCIONES</b>  Congreso del Estado, Dirección de Transporte, Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Gobiernos Municipales.</p>
<b>f) Crecimiento Disperso y desconectado de la ciudad, Estructura vial urbana inconclusa, deteriorada y con falta de capacidad vial.</b>	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Análisis y replanteamiento del modelo de desarrollo urbano, a partir de los retos que plantean la condición actual de las ciudades del estado de Colima, con el criterio de accesibilidad universal (incluir en el proceso la participación social). Nota: actualmente en la ZM de Colima y Villa de Álvarez se cuenta con Estudio de Movilidad y Plan Estratégico de Ciudad. Apoyarse en sus propuestas para este replanteamiento.</li> <li>Desarrollos habitacionales que no consideran circuitos viales para los sistemas de transporte (pasajeros, carga, servicios públicos).</li> </ol> <p><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>  Secretaría de Desarrollo Urbano, Municipios, Institutos de Planeación, Sociedad Organizada.  Gobiernos Municipales, Desarrollo Urbano, Institutos de Planeación.</p>
<b>g) Falta de infraestructura adecuada para el transporte no motorizado.</b>	<p><b>DIAGNÓSTICO</b>  Desinterés, incertidumbre, resistencia de los desarrolladores urbanos para invertir en acciones u obras que no tendrán continuidad al mediano o largo plazo.</p> <p><b>PROPUESTA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Promover la planeación, gestión, diseño y construcción de redes peatonales y ciclistas.</li> </ol> <p><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>  Gobiernos Municipales, Desarrollo Urbano, Institutos de Planeación.</p>
<b>h) Emisión de GEI's</b>	<p><b>PROPUESTAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Creación de un Observatorio Ambiental, con la capacidad para evaluar y emitir observaciones, que permitan el control, creación y aplicación de políticas públicas por la institución correspondiente.</li> <li>Creación de un Sistema de Monitoreo Estatal de los GEI.</li> <li>Generar un sistema de verificación vehicular estatal que obliguen a los automotores a realizar sus respectivas afinaciones para mejorar la calidad del aire.</li> </ol> <p><b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>  Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Transporte</p>

i) Inversión baja en tecnologías de bajos contaminantes	<b>PROPUESTAS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear incentivos para la adquisición de vehículos bajos en emisiones de GEI.</li> <li>2. Promoción al uso de tecnologías limpias en los sistemas de movilidad (uso de gas natural, sistemas públicos de bicicletas, etc.)</li> </ol>
	<b>ORGANISMOS E INSTITUCIONES</b>
	Gobierno del Estado (Secretaría de Finanzas, Secretaría de Fomento Económico, Secretaría de Desarrollo Urbano), Gobiernos Municipales, instituciones académicas e iniciativa privada.

Lo anterior requerirá de los esfuerzos multisectoriales, del diseño y actualización de las políticas públicas, del apoyo de fondos nacionales e internacionales, en vías de diseñar de manera participativa una estrategia enfocada a crear un Programa Estatal de Transporte Sustentable.

La reciente aprobación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) obliga a gobierno, sector privado, academia y sociedad civil a trabajar de manera conjunta para hacer frente a este problema global que, de no atenderse, implicará para México severos costos ambientales, sociales y económicos. Para que México, y en este caso particular, el estado de Colima, contribuya a lograr el 30% de reducción de emisiones de GEI en 2030, debe reorientar una gran parte del gasto público hacia la implementación de Sistemas Integrados de Transporte, considerando al peatón y a la bicicleta como parte fundamental de la cadena de movilidad. Igualmente, debe considerarse la implementación de sistemas de parquímetros, políticas de tarificación vial, fomento al uso de automóvil compartido, etc. Asimismo, seguir destinando en promedio sólo el 3% de los recursos federales en movilidad para la seguridad peatonal, y menos del 1% en infraestructura ciclista, es, sin duda, un camino que nos conduce a la inequidad y a ciudades poco sostenibles en el futuro.

La generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles es – considerando el Cambio Climático, o sin que existiera el mismo— un tema que es urgente replantearnos, hacia el uso de tecnologías con menor impacto en el ambiente. Asimismo, es conveniente el crear e implementar una política de uso eficiente de la energía, en Colima. Las experiencias internacionales nos muestran las grandes ventajas que se han obtenido con ello, no sólo en la disminución de GEI, sino en la conservación de nuestros ecosistemas.

Dar marcha atrás en la degradación de los ecosistemas al mismo tiempo que se satisface la demanda creciente de sus servicios es un gran reto, pero es un reto factible. Tres de los cuatro escenarios muestran que cambios en las políticas, instituciones y prácticas pueden mitigar algunas de las consecuencias negativas derivadas de las presiones crecientes sobre los ecosistemas. No obstante, las acciones que se requerirían para invertir la degradación son mucho más amplias que las que se están llevando hoy a cabo. Entre otras, se requieren las siguientes acciones:

- o más inversión en tecnologías que respeten el Medio Ambiente;
- o una gestión activa de adaptación;
- o una acción activa para afrontar los problemas medioambientales antes de que se hagan realidad todas sus consecuencias;
- o grandes inversiones en bienes públicos (por ejemplo educación y sanidad); y
- o una fuerte acción para reducir las disparidades económicas y eliminar la pobreza.



# RESUMEN DEL INVENTARIO DE G.E.I. EN COLIMA<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN:

El calentamiento global se ha planteado como un fenómeno que consiste en el aumento de la temperatura superficial del planeta debido al aumento en la concentración de ciertos gases atmosféricos; llamados “Gases de Efecto Invernadero” (GEI), tales como el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC’s), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Este desequilibrio atmosférico se ha asumido que tiene su origen en los impactos antropogénicos, tales como el uso y la generación de electricidad mediante el uso de combustibles fósiles.

En respuesta a esta situación, en 1988 se constituyó el Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) por medio del *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* y la *Organización Meteorológica Mundial*. Entre sus actividades más importantes está el promover la realización de inventarios de emisiones que permitan evaluar la situación actual y proponer alternativas para su mitigación. México, por su parte, ha realizado el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) conforme a lo establecido dentro del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

<sup>1</sup> El Inventario de GEI del estado de Colima fue realizado por la Consultoría en Ingeniería de Proyectos S. de R.L., la cual se crea a partir de la oportunidad de participar en el mercado de servicios orientado al cumplimiento de la regulación ambiental a nivel local y federal; a partir de la amplia experiencia de un equipo de personas en materia de medio ambiente. Las principales actividades de CINPRO están orientadas a establecer e implementar sistemas para el análisis, evaluación y difusión de información derivada de la aplicación de las políticas e instrumentos de la regulación ambiental a nivel estatal y federal, haciendo uso de modelos, sistema y herramientas estadísticas de uso nacional e internacional. En el caso particular de los estudios integrales de calidad del aire son especialistas en el desarrollo de inventarios de emisiones de contaminantes criterio, tóxicos y de gases de efecto invernadero

(CMNUCC), que comprende estimaciones de las emisiones por fuente y sumidero para el período 1990 al 2010.

## METODOLOGÍA Y RESULTADOS:

La principal herramienta o la base de los PEACC (Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático) es el inventario estatal de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), por lo cual el estado de Colima desarrolló el propio, considerando como año base el 2005.

El inventario de emisiones de GEI está desarrollado mediante las directrices de IPCC (2006), para los sectores de energía, procesos industriales y AFOLU (uso de productos, ganadería, agricultura, cambio de uso de suelo) y desechos; e IPCC (1996) para los precursores de ozono en la categoría de procesos industriales.

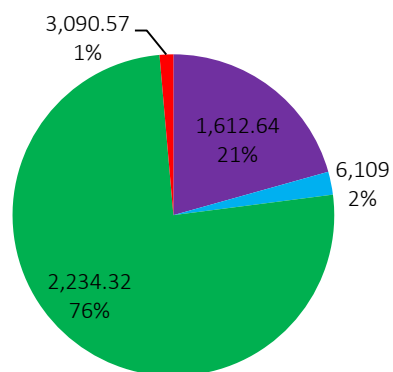
Cada sector está desagregado por subsector para los cuales y de acuerdo a la información obtenida del Estado se calcula mediante el nivel 1, 2 o 3 de la metodología IPCC (2006 y 1996).

Los resultados fueron obtenidos dependiendo de cada sector y subsector para gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) y para algunos contaminantes criterio (NO<sub>x</sub>, CO, COVDM); los resultados a continuación se presentan como CO<sub>2</sub> equivalente en el caso de los GEI. La Figura 1 muestra los porcentajes de contribución de cada uno de los sectores en el inventario de emisión de GEI para

correspondientes a las fuentes móviles, área, biogénicas y fijas; tanto a nivel estatal como federal. Como parte de los proyectos desarrollados por CINPRO se encuentran los Inventarios de Emisiones a nivel Nacional para todas las fuentes de contaminantes criterio (2005 y 2008), así como el desarrollo de inventarios de emisiones de GEI para ciudades de Latinoamérica como Barranquilla en Colombia y Mar del Plata en Argentina.

Colima. Las emisiones totales fueron 46,639.12 Gg/año de CO<sub>2</sub> equivalente para 2005 en el Estado de Colima.

Figura 1. Porcentajes de contribución para CO<sub>2e</sub> en el estado de Colima



Fuente: Inventario de GEI Colima 2014 (ver anexo respectivo)

Los resultados del Inventario de GEI muestran los sectores con mayor contribución de GEI, en los cuales se pueden implementar acciones de mitigación a mediano y largo plazo. El sector de AFOLU es el que aporta la mayor cantidad de CO<sub>2e</sub>, con un 76%, seguido del sector de energía con un 21%.

Debido a que el inventario de emisiones fue calculado con año base en el año 2005, y éste se utilizó como herramienta para la creación del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), se requirió conocer las emisiones en 2010, y para ello, cual se realizó una proyección mediante el crecimiento del producto interno bruto (PIB), para algunos sectores, obteniéndose la tasa promedio de crecimiento (INEGI, Cuentas Nacionales, 2012). Asimismo, se utilizó la información reportada en 2010 por INEGI del crecimiento de la población y la

vivienda, y el número de vehículos para el estado de Colima. Los resultados obtenidos para 2010 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Emisiones de CO<sub>2e</sub> en Gg/año para 2005 y 2010, por sector para el Estado de Colima

Fuente	2005	2010
Energía	9,218.94	19,544.25
Procesos Industriales	1,031.95	1,131.41
AFOLU	33,772.03	35,610.51
Desechos	616.2	780.47
<b>Total Estatal</b>	<b>44,639.12</b>	<b>57,066.64</b>

Fuente: Inventario de GEI Colima 2014 (ver anexo respectivo)

La tabla muestra que para el sector AFOLU, las emisiones proyectadas no aumentan, esto es debido al comportamiento del PIB, que se vio reducido en los años posteriores a 2005. El PIB del sector primario (agricultura, explotación forestal, ganadería y pesca) para el Estado de Colima, se incrementó de 2, 922,110 a 2, 943,625 miles de pesos, del 2005 a 2010; con tendencias decrecientes a partir de 2009. Lo anterior no sucedió así con los otros sectores que presentan una tendencia creciente en el periodo 2005 a 2010.

Una de las consideraciones realizadas para el presente inventario, fue el cálculo de la incertidumbre para cada subsector y sector involucrado, el cual fue realizado mediante el Método 1 que se describe en las directrices de IPCC (2006); la mayor incertidumbre encontrada fue para los sectores de cambio de usos de suelo y desechos, con más del 40%.

Para el desarrollo del Inventario de GEI del Estado de Colima, se utilizó el *software* de IPCC (2006). Cabe mencionar que este cálculo solo fue comparativo, ya que el *software* sólo determina a Nivel 1, y en muchos de los sectores evaluados se alcanzó el nivel 2 y 3, de la metodología utilizada (para mayor información, ver el Inventario de GEI en extenso)

Las bases de datos que se consultaron, son las siguientes:

1. Gobierno del Estado de Colima

2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
3. Secretaría de Energía (SENER)
4. Comisión Federal de Electricidad (CFE)
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
6. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
7. Comisión Nacional para la Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
8. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
9. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
10. Secretaría de Economía (SE)
11. Servicio Geológico Mexicano

---

#### LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES:

---

Como parte del desarrollo del Inventario de GEI, para el Estado de Colima, se identificaron diversas limitaciones en forma general, que con la intención de poder mejorarlas en los futuros inventarios, se enuncian a continuación:

**No existe un vínculo permanente con las diferentes áreas que proporcionan información, lo que conlleva a tiempos más largos de ejecución, o en el peor de los casos, no existe información.**

**El cálculo de la incertidumbre se hace inherente en el desarrollo de cualquier inventario ya que muestra las fuentes con la mayor incertidumbre o sesgo.**

En forma específica se tienen las siguientes recomendaciones por sector con el fin de obtener una estimación futura con mayor exactitud y confiabilidad:

---

#### Sector energía:

---

- Realizar un balance de energía del estado que se actualice anualmente, con el fin de obtener una mayor precisión de la cuantificación de emisiones.
- Reunir los esfuerzos de las instancias nacionales y estatales que regulan estas actividades, para obtener información congruente y precisa del consumo de combustibles en el estado.
- Contar con un inventario de la industria estatal y federal con el tipo de combustibles empleados así como sus principales productos.
- Generar factores de emisión locales a través de la participación del área científica del estado y el país.

---

#### Sector procesos industriales y uso de productos:

---

- Se recomienda que para futuros inventarios se desarrollen factores de emisión propios de los procesos industriales en el estado.
- De igual forma, es de suma importancia generar información local para poder estimar las emisiones generadas por los distintos usos de productos que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera.

---

#### Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra:

---

---

- Es necesario que se desarrollen factores nacionales y/o locales que permitan realizar estimaciones más precisas

- Otro punto de mejora es en las subcategorías de aplicación de fertilizantes sintéticos, si bien se utilizaron datos locales para los cultivos disponibles es necesario incrementar la información para mayor número de especies en la entidad, sobre todo las de mayor importancia en cuanto a superficie de siembra.

- En el caso del cambio de uso de suelo (CUS), las emisiones son integradas para la entidad y se requiere la selección de factores de cálculo más detallados para mayor cantidad de tipos de vegetación, con lo cual se podrían evaluar las absorciones/emisiones con mayor precisión y a nivel municipal.

---

#### **Sector desechos:**

---

- En este sector, la ventana de oportunidad para mejorar el procedimiento de estimación es grande, no solo por el método de cálculo, sino por la disponibilidad de la información de composición de la basura, volúmenes de efluentes de aguas tratadas, etcétera; información que actualmente monitorean instituciones como INEGI, SEMARNAT y SEDESOL.

---

---

- Para mayor información y detalle sobre el inventario de GEI, consulte el documento en extenso.

---

## EL CONTEXTO DEL SECTOR

### FUENTES ECONÓMICAS DEL SECTOR

La información estadística presentada a continuación se refiere al segmento particular de la industria manufacturera, es así que conforme los datos proporcionados por el INEGI, en el Universo de los Censos Económicos 2009, Unidades económicas y personal ocupado según año de inicio de operaciones, método de captación y tipo de propiedad en Colima.

El total de empresas en el Estado son 2,492, específicamente ubicadas en: Armería 131, Colima 803, Comala 126, Coquimatlán 76, Cuauhtémoc 80, Ixtlahuacán 0, Manzanillo 436, Minatitlán 0, Tecomán 451 y Villa de Álvarez 389

Por otro lado, hablando especialmente del personal ocupado dependiente de la razón social de las empresas manufactureras, la base de datos proporcionado por el INEGI nos arroja que para el año 2009 existen 11,352 trabajadores.

### PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

El sector de procesos industriales en el Estado de Colima, se integra como ya se mencionó antes con solo algunos de los giros industriales que de conformidad con la guía del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC 2006) están en posibilidad de ser evaluadas respecto de su contribución de gases de efecto invernadero (GEI) debido a las características de sus procesos y/o disponibilidad del dato de actividad. En la figura siguiente podemos observar cada una de las subcategorías clasificadas para Colima conforme a la información reportada en las cédulas de operación anual (COA).



DIAGRAMA 1. Subcategorías del sector procesos industriales y uso de productos. FUENTE: Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre, Julio de 2013, Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL.

26

## LOS PELIGROS CLIMÁTICOS A TRAVÉS DE LAS EMISIONES DE LA INDUSTRIA COLIMENSE

Para el caso de las empresas de jurisdicción estatal, la información determinada en este apartado es parte fundamental del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre, Julio de 2013, ya que en él se muestra, de manera detallada, los niveles de contaminantes, tomando como base el 2005, comparado con las

estadísticas aplicadas a los COA's del 2009 al 2012, en donde se tiene la información concentrada más detallada y completa. Con base en lo anterior y conforme a la información adquirida, en Colima se estimó una emisión total de 1,031,955 ton/año de Dióxido de Carbono, 1,033.48 Gg/año de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2e</sub>)<sup>1</sup> derivado de las fuentes de procesos industriales y uso de productos; 0.90 toneladas de Hidroclorofluorocarbonos (HCFC-22) que son usados en la fabricación de dispositivos semiconductores, como refrigerantes, agentes espumantes, disolventes, propelentes en sprays, agentes extintores y reactivos químicos y 1.625 toneladas de Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) derivado de los procesos de combustión para la generación de energía, del uso de disolventes, pinturas y aerosoles, generándose en mayor proporción por la producción de azúcar así como por el uso de solventes por la industria alimenticia (Véase tabla 1, Emisiones por municipio y tipo contaminante).

Municipio	CO <sub>2</sub> (ton/año)	HCFC-22* (ton/año)	CO <sub>2e</sub> (Gg/año)	COVDM (ton/año)
Armeria		0.02	0.01	29
Colima	8	0.28	0.48	150
Cómala		0.02	0.03	22
Coquimatlán		0.01	0.02	20
Cuauhtémoc	53,122	0.03	53.17	1,010
Ixtlahuacán	20,522	0.00	20.53	6
Manzanillo	121,989	0.21	122.35	155
Minatitlán		0.01	0.01	9
Tecoman	896,313	0.08	896.46	112
Villa de Álvarez		0.23	0.40	112
<b>Total Estatal</b>	<b>1,031,955</b>	<b>0.90</b>	<b>1,033.48</b>	<b>1,625</b>

\* Potencial de calentamiento global del HCFC-22 de n = 1,700 ([http://ciencias.gva.ecn.com/D4FC\\_Global.htm](http://ciencias.gva.ecn.com/D4FC_Global.htm))

TABLA 1. Emisiones por municipio y tipo de contaminante. FUENTE: Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre, Julio de 2013, Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL.

En cuanto a COVDM el municipio de Cuauhtémoc es el que más emisiones tiene debido a la producción de azúcar.

La producción de cemento es la subcategoría que más contribuye a las emisiones de CO<sub>2e</sub> (80.3%) por el sector de procesos industriales y uso de productos, seguido de la producción de hierro con el 16.8%, y la producción de cal con el 2%.

## EMISIONES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria establecida en el estado de Colima varía desde química, cemento y cal, metalurgia, alimenticia, y otras. En concreto para el estado de Colima se estimó una emisión total de 578.41 Gg de CO<sub>2</sub>, 0.06 Gg de CH<sub>4</sub>, 0.01 Gg de N<sub>2</sub>O y 582.73 Gg de CO<sub>2e</sub> derivado en particular por las fuentes de las industrias manufactureras y de la construcción en el año 2005. Se aprecia que el CO<sub>2</sub> es sin lugar a dudas la sustancia más presente sobre todo en los municipios de Tecoman, Manzanillo y Cuauhtémoc.

<sup>1</sup> El dióxido de carbono equivalente (Carbon Dioxide Equivalent (CO<sub>2e</sub>)) es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero. La "posibilidad de calentamiento global", de los tres gases con efecto invernadero asociados con la silvicultura son los siguientes: dióxido de carbono, que persiste en la atmósfera entre 200 a 450 años, es definido como un potencial 1 del calentamiento mundial; el metano, persiste en la atmósfera entre 9 a 15 años y tiene un potencial de calentamiento global 22 (tiene 22 veces la capacidad de calentamiento del dióxido de carbono); y el óxido nitroso, que persiste por unos 120 años y tiene un potencial de calentamiento global 310. La concentración actual de gases con efecto invernadero tiene una capacidad de calentamiento equivalente a una concentración cercana a 472 partes por millón, lo cual es lo suficientemente caliente para incrementar la temperatura más de 2° C.

Fuente: The World Bank. Tópico: vocabulario y metodología para la estimación general del carbono.



Por su parte, en relación a los combustibles que se usan en este sector, Colima contamina con los siguientes: combustóleo, diesel, gas LP, bagazo de caña y coque de petróleo.

### RESIDUOS PELIGROSOS

Con relación a la disposición de residuos peligrosos se observa que no existe una cultura de control dentro del sector; los registros de la SEMARNAT marcan que durante el periodo 2004 al 2012 las industrias consolidadas dentro de Colima han generado a lo largo del periodo un total de 4,624.47 toneladas de residuos peligrosos. En cuanto a este punto, con el propósito de dar a conocer de manera detallada, plasmamos particularmente las toneladas anuales que ha generado cada tipo de industria en el estado, es así que según los registros: la Acuicultura a generado 0.39 toneladas de residuos peligrosos, la Agrícola 159.76 ton, la Alimenticia 82.88 ton, la industria de los artículos y productos de diferentes materiales 0.58 ton, los Artículos y productos metálicos 2.08 ton, la Automotriz 4.8 ton, el Cemento y Cal 355.04 ton, la Congelación, Hielo y Productos 5.74 ton, la Construcción 106.31 ton, la Explotación de bancos de materiales 0.14 ton, las Exploraciones y explotaciones mineras 1.46 ton, la Generación de energía eléctrica 1.2 ton, la Madera y productos 0.34 ton, la industria marítima 234 ton, la Metalúrgica 689.97 ton, la Minería 10.84 ton, el Petróleo y Petroquímica 2.71 ton, la Química 7.53 ton, los enmarcados como servicios mercantiles que generan residuos peligrosos 380.17 ton, los servicios en manejo de residuos peligrosos 573.69 ton, los prestadores de servicios que generan residuos peligrosos 2,000.86 ton y la Siderúrgica 3.98 toneladas

## ANÁLISIS/CONCLUSIÓN

### LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD MÁS IMPORTANTES

Con base en la información obtenida y en el análisis de sus indicadores, podemos considerar los más críticos a los siguientes:

1. GEI, principalmente hidrofluorocarbonos, dióxido de carbono y plomo compuesto, materiales que son referidos como los potencialmente de mayor impacto, así mismo, según el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) solo 3 tipos de sustancias transfieren contaminantes: el Cadmio con 0.081 ton., el Mercurio (compuestos) con 0.098 ton. y el Plomo (compuestos) con 10.271 ton., no dejando fuera otras 19 sustancias que aunque registradas con indicadores muy bajos, no se tiene suficiente evidencia tácita por una tercera que haga válida estos registros (es importante considerar la opción de la implementación de la figura de un perito ambiental).
2. En el reporte de emisiones y transferencias de sustancias emitidas por el estado de Colima, los elementos mencionados cobran mayor relevancia cuando de cada una de las 19 sustancias reportadas, nos encontramos que el generador clave de ellas es la industria manufacturera, industria que se ha identificando sobre todo en los municipios de Tecomán, Manzanillo, Colima y Villa de Álvarez. Es así que en Colima existen sobre todo 5 sustancias con los niveles más altos de emisión. En primer lugar en grado de toneladas se encuentra el bióxido de carbono, le sigue el óxido nitroso, el bióxido de nitrógeno, el plomo y el benceno, de manera específica los 3 elementos más altos son el bióxido de carbono con 6, 671,961.63 ton., seguido del óxido nitroso con 98,641.77 ton., y el bióxido de nitrógeno con 15,840.5 ton.

### LAS POTENCIALES ADAPTACIONES

Atendiendo la información anterior, se confirma necesario un **programa de prevención de la contaminación en Colima, con un estudio que detalle las operaciones** de la industria con la finalidad de minimizar todo tipo de residuos, incluyendo:

1. **Reducir el riesgo de responsabilidad civil.**
2. **Disminuir los costos de operación.**
3. **Mejorar la motivación y participación del trabajador, así como acciones directas con los actores indirectos (sociedad y comunidad vecinal) con el**

fin de mejorar la imagen de responsabilidad social de la empresa con su entorno.

4. **Desarrollar programas periódicos de sanidad y salud industrial con el fin de proteger la salud pública y el medio ambiente, principalmente en la región aledaña a los procesos productivos.**

En el mismo sentido, las regiones donde se identificaron los mayores afluentes industriales de GEI, así como vertederos contaminantes sin control son los municipios de: Manzanillo, Tecomán y Cuauhtémoc. Lugares en los que existe industria de registros federales y locales, de los cuales se pudo obtener información de sus emisiones y vertederos industriales a través de sus COA's.

En este sentido, es sustancial señalar que el municipio con mayores emisiones de CO<sub>2e</sub> es Tecomán, esto por la presencia de la industria cementera, seguido del municipio de Manzanillo por la producción de hierro principalmente. Después el municipio de Cuauhtémoc con las emisiones derivadas de la producción de hierro, a quien le sigue Ixtlahuacán, municipio que se distingue por la producción de cal. En cuanto a COVDM el municipio de Cuauhtémoc es el que más emisiones tiene debido a la producción de azúcar.

#### RIESGO ESPECÍFICOS Y SU MATERIALIZACIÓN EN DESASTRE POTENCIALES A CORTO PLAZO POR FALTA DE PERITAJE AMBIENTAL

Es importante mencionar que existen empresas significativas que presentan sus informes con indicadores poco consistentes y contradictorios, ya que en casos como emisión de mercurio se presenta información relacionada con una microempresa orientada más a servicios que a la industria, lo cual nos lleva a considerar que en indicadores críticos los informes no son confiables, pudiendo representar un riesgo de salud a corto plazo

Con respecto a los informes de las cédulas COAs es necesario su regulación y verificación para evitar omisiones críticas en su declaración, por lo que debe ser regulado este informe por tercerías especializadas de peritaje ambiental.

Con respecto a las prácticas de agroindustria, se encontró un gran riesgo en todo el sistema de producción cañera a lo largo de toda la cadena de suministro,

desde la quema de más del 80% de los plantíos, el transporte en vehículo pesado viejo, el proceso industrial en los ingenios con grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y procesos industriales que generan vertederos de aceites y grasas en zonas poblacionales cercanas. Lo anterior nos lleva a recomendar un estudio para la reconversión de este proceso en industria limpia. Aunado a este problema, muchos de los cultivos tradicionales de la zona de Tecomán se estaban reconviertiendo a zonas cañeras para la producción de biogás derivado de este cultivo.

**Con relación a Manzanillo, es necesario definir políticas públicas que generen una estrategia de interacción entre la industria del sector turístico y las demandas sociales y comerciales de la población, con el fin de evitar impactos ambientales que afecten la vitalidad de la región, así como la salud de las personas (problemas respiratorios y de cáncer como los más importantes) , por emisiones de gases tóxicos derivados de la planta generadora de luz y la planta peletizadora ubicadas dentro de la zona habitacional de este municipio.**

Aludiendo a la producción de cemento, ésta es la subcategoría que más contribuye a las emisiones de CO<sub>2e</sub> (80.3%) por el sector de procesos industriales y uso de productos, seguido de la producción de hierro con el 16.8%, y la producción de cal con el 2%.

Se concluye que la contaminación en la atmósfera por las sustancias registradas ante la SEMARNAT es originada por algunos metales y sus derivados, estos metales presentan valores suficientemente altos de presión de vapor y, por lo tanto, pueden existir como gases en la atmósfera. También pueden encontrarse en forma de aerosol metales contaminantes, el plomo, producido por los aditivos añadidos a las gasolinas que utilizan los motores de los automóviles, ya que es uno de los más característicos. Otros metales como cromo, cadmio, hierro, zinc, etc., también han sido determinados, así como diferentes aniones: cloruros, bromuros, nitratos, etc.

En la contaminación del Agua por algunas de las sustancias reportadas en nuestro estado se dice que las aguas procedentes de las industrias como la minera, la de recubrimientos metálicos y las fundidoras, contaminan el agua con diversos metales, como las sales de plomo, de zinc, de mercurio, de plata, del níquel, de cadmio y de arsénico, las cuales son muy tóxicas para la flora y la fauna terrestres y acuáticas. Al ser ingeridos por el hombre en el agua y

alimentos contaminados, provocan ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte.

En este contexto, los suelos están expuestos a ser contaminados a través de las lluvias que arrastran metales pesados como el plomo, cadmio, mercurio y molibdeno, así como, sulfatos y nitratos producidos por la lluvia ácida.

Dentro de las emisiones y transferencias realizadas durante el 2011 por las empresas de jurisdicción federal por medio de las COA, se tienen identificadas 13 empresas divididas conforme al sector: Cemento y Cal, Generación de energía eléctrica, Química, Metalúrgica (incluye la siderúrgica), Alimenticio y/o de consumo humano, Bebidas y tabaco, Tratamiento de residuos peligrosos, Petróleo y petroquímica, identificando, con los datos específicos que más adelante se señalan, que los grupos predominantes en la generación de contaminantes atmosféricos son, la industria del petróleo y petroquímica y la del cemento y cal.

En esta acepción se tienen identificadas 2 grandes empresas, reconocidas por la mayoría de la población colimense, una ubicada en Tecomán, la cual produce aproximadamente 1,865,008 toneladas anuales de cemento y la otra en el municipio de Ixtlahuacán, la cual produce aproximadamente 27,363 toneladas de cal al año. La primera tiene reportados para el 2011 emisiones únicamente al aire, registrando las siguientes sustancias contaminantes: benceno (5,685.2 kg), bióxido de carbono (977,497 ton), bióxido de nitrógeno (1, 623,000 kg), mercurio (72.2 kg), plomo (compuestos) (166.2 kg), cadmio (3.1 kg), dioxinas (0.000,037 g), cromo (compuestos) (43.8 kg) y arsénico (7.4 kg). La otra gran empresa anualmente registra: al aire emite 12,041.37 de toneladas de bióxido de carbono, así mismo emite las siguientes sustancias al suelo: mercurio (compuestos) (0.001 kg), níquel (compuestos) (0.133 kg), plomo (compuestos) (0.133 kg), bióxido de carbono (12,041.37 ton) cianuro inorgánico/orgánico (0.031 kg), arsénico (0.003 kg), cadmio (0.067 kg) y cromo (compuestos) (0.334 kg).

La Comisión Federal de Electricidad, Central Termoeléctrica Manzanillo es considerada como una empresa gran emisora de contaminantes al aire, abordando particularmente que según los datos proporcionados por la SEMARNAT esta produce un total de 14.217500 ton. de bióxido de nitrógeno y 5,444,531.98 ton. de bióxido de carbono

Es importante aludir que otro riesgo ambiental se deriva de las emisiones generadas por el sector industrial químico, de esta manera hacemos referencia a que estadísticamente Colima tiene una gran empresa procesadora de productos derivados del limón que genera gran cantidad de bióxido de carbono, esta empresa se ubica en el municipio de Tecomán y emite las siguientes sustancias: bióxido de carbono (5,184,000 kg), cianuro inorg/org (0.000054999 kg), arsénico (0.0000016499 kg), cadmio (0.00027499 kg), cromo (comp) (0.000054999 kg), mercurio (comp) (0.0000055 kg), níquel (comp) (0.00054999 kg), plomo (comp) (0.00054999 kg).

Una de las grandes representantes del sector minero-metalúrgico se encuentra ubicada en los municipios de Minatitlán y Manzanillo, la cual propaga contaminantes al ambiente en general, es decir al aire, agua y suelo, registrando ante la SEMARNAT los siguientes contaminantes: 76.17 kg/año de Cadmio (compuesto) al suelo, 256.88 kg/año de clorodifluorometano (hcf-22) al aire, 37,574,000.534 kg/año de bióxido de carbono al aire, 38.007 y 80.708 de kg/año de níquel (compuesto) al aire y al agua respectivamente y 8,858.172 de kg/año de plomo (compuesto) al suelo.

Otra gran empresa dedicada a la exploración y extracción de hierro y gran contaminadora, cuenta con dos minas a cielo abierto: Aquila, en el estado de Michoacán y Cerro Náhuatl en Cuahtémoc, Colima, así como una mina subterránea en el municipio de Pihuamo, Jalisco. Una planta peletizadora en el poblado de Alzada, en Cuahtémoc y una estación de Transferencia en Tecomán., Esta empresa, al igual que la anterior, reporta sustancias que indican que es una gran emisora de gases de efecto invernadero, pues aporta altos niveles de dióxido de carbono (141,015 toneladas anuales por parte de la Planta Peletizadora), así como los siguientes contaminantes: 0.65 kg. de fenol emitido al agua, 0.049 kg. de cianuro inorg/org emitido al agua, 141,015,000 kg. de bióxido de carbono emitidas al agua y 0.022 kg de cianuro inorg/org, 0.003 kg de cromo, 0.023 kg. de níquel emitidas al suelo por la estación de transferencia Tecomán. otro factor importante es que registra transferencias de contaminantes, inventariando 44.5 kg anuales de plomo (Mina Cerro Náhuatl) como reciclaje, 5.5 kg de Mercurio (Planta Peletizadora) como dispersión final, y 129.5 kg de plomo (Planta Peletizadora) y 657.65 kg de plomo (Estación de Transferencia Tecomán) como reciclaje.

De acuerdo con el sector industrial de tratamiento de residuos peligrosos, una de las empresas de jurisdicción federal a la cual investigamos, es una empresa recicladora cuyo establecimiento se encuentra ubicado en el municipio de Tecomán y que se encarga directamente del tratamiento y transferencia de contaminantes. Sus niveles de transferencia anual son: 85.5 kg de Mercurio (compuestos) como disposición final, 8,800 kg. de plomo (compuestos) como reciclado, 330 kg de plomo (compuestos) como disposición final y 309 kg. de plomo (compuestos) como otro tipo de transferencia.

Por el sector industrial petróleo y petroquímica de la empresa Pemex Refinación, se puede observar que los niveles de emisión de GEI son muy visibles sobre todo por los kilogramos emitidos por el dióxido de carbono, pues de manera conjunta los niveles de CO<sub>2</sub> emitidos por esta empresa proyecta una cantidad total de 24.353 toneladas al año, cuestión que denota que las afectaciones que Colima tiene por esta compañía puede estar generando repercusiones al impacto ambiental.

#### LAS OPORTUNIDADES: LAS POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS

Para lograr mejoras en este contexto de prevención de la contaminación en la industria pueden emplearse dos métodos de minimización de residuos en la fuente: cambios en el producto y cambios en los procesos de producción. Los cambios en el producto incluyen modificaciones en la composición de éste para reducir el volumen y la toxicidad de los residuos durante su ciclo de vida. Los cambios en el proceso incluyen un análisis detallado de la ruta de producción, así como eventuales modificaciones del producto para minimizar la cantidad de residuos que se generan en la producción.

La prevención de la contaminación implica el uso de materiales, procesos o prácticas que mitiguen la generación de contaminantes o residuos en la fuente, es decir, en la misma industria. Al evitar los residuos, las empresas eliminan los problemas de su tratamiento y disposición, lo que les ahorra dinero y les permite concentrarse en sus objetivos principales de brindar bienes o servicios. La prevención de la contaminación incluye prácticas que reducen el uso de

materiales peligrosos y no peligrosos, energía, agua y otros recursos, así como estrategias para proteger los recursos naturales a través de su conservación o uso más eficiente.

## SÍNTESIS DE PROPUESTAS:

---

- Diseño y ejecución de un **programa de prevención** de la contaminación en el estado a partir de un estudio que detalle las operaciones de la industria en la región.
  - **Responsables:** Secretaría de Fomento Económico, Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, instituciones académicas relacionadas con el tema de la industria y la contaminación.
- 

- Fortalecer o desarrollar las capacidades entre los trabajadores de la industria que permitan un **adecuado desempeño en sus tareas** para disminuir riesgos y conductas que incrementan problemas de contaminación.
  - **Responsables:** Secretaría de Fomento Económico, Secretaría de Educación, Instituto Estatal para la Educación de los Adultos.
-

- 
- Definir **políticas públicas** particulares para el caso de Manzanillo que permitan ordenar la interacción entre sector turismo e industrial, particularmente en cuanto a transporte y vialidad.

- **Responsables:** Gobierno del Estado, Ayuntamiento de Manzanillo.
- 

- 
- Diseñar y realizar un estudio sobre los **impactos en la salud** de la comunidad de manzanillo de la industria de la zona.

- **Responsables:** Secretaría de Salud y Bienestar Social, Universidad de Colima.
-

## INTRODUCCIÓN

---

El conocimiento y manejo sustentable del patrimonio forestal del estado de Colima constituye uno de los principales objetivos de la agenda Ambiental en el país. Por ello, las acciones de mitigación y *adaptación* se deben orientar hacia la conservación de la biomasa forestal existente a través del control de la tasa de deforestación, la reducción de los factores de riesgo, las medidas de regeneración natural y el cumplimiento de la legislación y normatividad ambiental vigente, así como al aprovechamiento sustentable de las zonas agrícolas existentes .

Esta propuesta pretende ser un instrumento de apoyo en este sentido, con el objetivo de enfocar geográficamente las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y superar las condiciones del actuales de las zonas forestales del estado de Colima.

### SITUACIÓN DE LOS BOSQUES EN COLIMA

---

#### GENERALIDADES

El Estado de Colima tiene una superficie total de 5,636.80 km<sup>2</sup> y presenta 13 tipos de vegetación natural que abarcan un amplio gradiente altitudinal que va de 0 a los 3,820 msnm.

La superficie forestal que existía en el año 2000 (y que denominaremos como actual) corresponde a una superficie de 2,916.12 km<sup>2</sup> (51.73% de la superficie

estatal), distribuyéndose de forma muy heterogénea en los municipios que componen el estado (Cuadro 6 y Figura 13 del Anexo Técnico).

#### PROCESOS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN COLIMA.

---

Se calcula que en 1976 la superficie forestal en el estado de Colima era de 3,633.26 km<sup>2</sup> y en el año 2000 quedaban alrededor de 2,916.12 km<sup>2</sup>, perdiendo en este período de tiempo 717.13 km<sup>2</sup> de bosques (manglares, palmares, selvas bajas y medianas, los bosques de galería, mesófilo de montaña, encino, pino, pino-encino), además de otros 95.71 km<sup>2</sup> de otros tipos de vegetación (Cuadro 5 del Anexo Técnico). Estos datos se traducen en una tasa promedio de deforestación anual de 0.58% de la superficie total del estado. Las coberturas que se incrementaron en superficie fueron principalmente la agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes (TP), la agricultura de riego (R), los pastizales inducidos (I) y cultivados (C) y los asentamientos humanos (Ah). Las que disminuyeron en mayor medida fueron las selvas bajas (Bcs) y medianas (Mcs). Sin embargo la tasa de cambio anual (% de pérdida de área con respecto a su área total), fue mayor en la vegetación de galería (VG).

El 73% de la deforestación ha ocurrido principalmente en los municipios de Manzanillo, Coquimatlán, Minatitlán, Colima e Ixtlahuacán y está asociada a la expansión de la frontera agropecuaria (Figura 14 del Anexo Técnico).

La topografía también ha jugado un papel relevante para este proceso de deforestación en los grandes valles de Colima y Tecomán (Figura 5 del Anexo Técnico), que corresponden a las zonas de infiltración hacia los acuíferos, que han sido históricamente los de mayor presencia humana y con una fuerte vocación agrícola; de ahí que su apertura se remonta a un periodo anterior al que aquí se contempla. En los últimos 25 años los cambios de uso del suelo se han dado principalmente en las zonas planas y de laderas, como efecto de la expansión de la frontera agropecuaria y en menor porcentaje a los asentamientos humanos.



De la superficie forestal que existe en la actualidad (la mayoría en las zonas de recarga), el 53.56% se ubica en pendientes menores al 20%, por lo que se les podría considerar con una mayor posibilidad de ser deforestadas, en especial si se encuentran cercanos a los frentes de deforestación ya detectados, aunado a que se encuentran cerca de localidades y vías de acceso (Figura 16 del Anexo Técnico). La mitad de esos bosques en pendientes menos abruptas se ubican en Coquimatlán, Manzanillo y Tecmán, que son aquellos municipios con los valores más altos en cuanto a porcentaje de deforestación.

## ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCION

Derivado del análisis de la dinámica y los procesos de cambio de uso del suelo en el territorio de Colima, se han definido las siguientes estrategias de mitigación y de adaptación ante el cambio climático:

### ➤ MITIGACIÓN

Restaurar y conservar los bosques y coberturas vegetales naturales como áreas de captura de carbono.

### ➤ ADAPTACIÓN

Disminuir la deforestación y detener la expansión de la frontera agrícola a través de la intensificación de las áreas actualmente destinadas a cultivos.

Para definir líneas de acción se construyó el árbol de causas y efectos del problema central de los bosques y el uso del territorio en Colima (Figura 1).

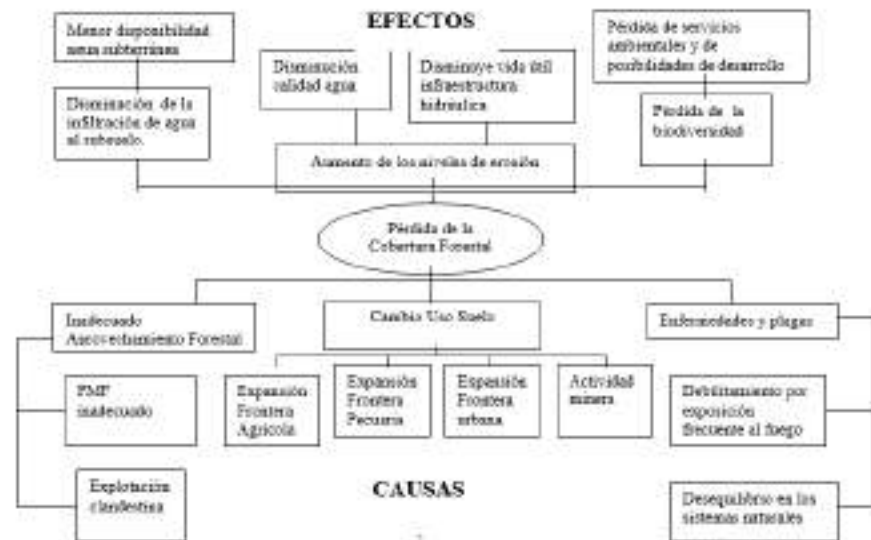


Figura 1. Árbol de causas y efectos de la problemática de las áreas forestales del Estado de Colima.

## LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS.

A partir del planteamiento anterior se plantean una serie de acciones de mitigación y adaptación del territorio a las condiciones del cambio climático (Cuadro2).

**Cuadro 2. Acciones de mitigación y adaptación del territorio a las condiciones del cambio climático en Colima.**

CAUSAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
<b>1. Cambio de uso del suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartir información diagnóstica.</li> </ul>	Corto plazo
1.1. Avance de la frontera agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir criterios ambientales para apoyar en el dictamen de los proyectos, con el fin de que se consideren desde los términos de referencia o reglas de operación de los programas de SAGARPA.</li> </ul>	Corto plazo
1.2. Avance de la frontera pecuaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar y sensibilizar al personal de SAGARPA y técnicos de campo (incluidos los prestadores de servicios agropecuarios) en temas diversos: evaluación de impacto ambiental (EIA), problemática ambiental relacionada con el uso inapropiado de agroquímicos, enfoque agroecosistémico, manejo de residuos, deforestación, presentación de prácticas agropecuarias sustentables.</li> </ul>	Corto plazo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar en el diseño de unidades demostrativas agrosilvopastoriles.</li> </ul>	Corto plazo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar en el diseño de unidades demostrativas de agricultura no convencional (orgánica, permacultura, de conservación de</li> </ul>	Mediano plazo

CAUSAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
	<p>suelos, entre otras).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vincular las necesidades del sector productivo con los productos forestales.</li> <li>Fortalecer el trabajo técnico del Programa Estatal de microcuencas con el fin de que se convierta en la unidad operativa en que converjan las acciones institucionales.</li> </ul> <p><b>Líneas de Investigación a fortalecer o desarrollar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucesión ecológica en acahuales: Para definir criterios permisos relimpia.</li> <li>Listados florísticos y faunísticos: Conocer biodiversidad en el estado y así buscar alternativas de aprovechamiento e indicadores de estado.</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p><b>Foros:</b></p> <p>Consejos para el desarrollo rural sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Agenda del Acuerdo para el campo.</li> <li>Agenda de la Comisión Intersecretarial</li> </ul>
1.3. Crecimiento de los centros de población humana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar e incluir dentro de los Programas de Desarrollo Urbano los criterios ambientales.</li> <li>Trabajar un enfoque alternativo para la planeación y desarrollo del paisaje rural.</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Mediano plazo</p>

CAUSAS	LINEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilización y búsqueda de esquemas para el pago por servicios ambientales (conservación de zonas de recarga).</li> <li>Capacitación y sensibilización al área de desarrollo urbano, cabildos (comisiones de desarrollo urbano) municipales y estatales en materia ambiental (Impacto, OET, entre otros).</li> <li>Promover la incorporación de criterios ambientales en los ordenamientos jurídicos municipales y estatales en materia de desarrollo urbano (Ley de asentamientos humanos, Reglamento de zonificación, Reglamento desarrollo urbano o de construcción, entre otros).</li> </ul> <p><b>Líneas de Investigación a fortalecer o desarrollar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pertinencia de los Ordenamientos con la vocación futura del territorio.</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p><b>Foros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consejos municipales para el desarrollo rural sustentable.</li> <li>Comisiones de desarrollo urbano</li> </ul>

CAUSAS	LINEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
1.4. Actividades mineras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilar la adecuada regulación de los bancos de material y la aplicación de las medidas de mitigación de impactos ambientales. Planificar el uso de estos (apertura, vida útil, mantenimiento, clausura).</li> <li>Sensibilización al sector minero sobre aspectos ambientales.</li> </ul> <p><b>Líneas de Investigación a fortalecer o desarrollar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensionar la problemática estatal de esta actividad. Construcción de escenarios hipotéticos de impacto ambiental con distintos grados de expansión para contar con criterios técnicos ambientales más sólidos para la evaluación y autorización de proyectos mineros. Así como para imponer medidas de rehabilitación de zonas abandonadas.</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p><b>Foros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cámara Nacional de la Industria de la construcción.</li> <li>Consejo Consultivo Ambiental Estatal</li> </ul>
<b>2. Inadecuado aprovechamiento forestal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartir información</li> <li>Elaborar conjuntamente criterios para calificación de proyectos PRODEFOR, PRODEPLAN.</li> <li>Cumplir con los tiempos establecidos para la revisión, evaluación y emisión del dictamen de los proyectos.</li> <li>Reconocer que se requiere de estrategias diferentes para el manejo de los bosques tropicales y los</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p>
2.1. Planes de Manejo Forestal no adecuados		Corto plazo
2.2. Explotación sin control		Corto plazo

CAUSAS	LINEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
	<p>templados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar mecanismos financieros para fomentar el manejo del bosque con fines multiobjetivo.</li> <li>• Fomentar la creación de un bufete multidisciplinario para la prestación de servicios técnicos forestales.</li> <li>• Búsqueda y fomento de mercados legales para productos forestales maderables y no maderables (incluida la vida silvestre).</li> <li>• Diseñar una estrategia para producción de planta y/o semilla en el estado como alternativa productiva para comunidades con potencial, incluida el fomento de la conservación de áreas semilleras.</li> <li>• Diseño de estrategia para la reforestación y conservación de suelos como medidas de restauración de áreas degradadas en microcuencas prioritarias.</li> <li>• Diseñar esquema de capacitación a Prestadores de Servicios Forestales sobre temas no silvícolas pero relacionados con el manejo de zonas forestales.</li> <li>• Compartir información con el resto del sector sobre el resultado de las auditorías y los Hot Spots de ilícitos en materia forestal. Diseño estrategia conjunta seguimiento y vigilancia.</li> <li>• Explorar la estrategia de apoyos para</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Corto plazo</p>

CAUSAS	LINEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
	<p>la adecuada construcción de los caminos en zonas forestales (sean para aprovechamiento o no).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar el adecuado flujo de información al Sector Ambiental sobre los conflictos agrarios.</li> </ul> <p><b>Líneas de investigación a fortalecer o desarrollar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercadeo de los productos forestales para responder la pregunta en qué se ha fallado. El efecto de los bordos en las zonas forestales. Obtener las tablas de volúmenes por las distintas zonas del estado para las especies forestales más frecuentemente aprovechadas.</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p><b>Foros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consejo Estatal Forestal</li> </ul> <p>Reuniones especiales</p>
3. Enfermedades, Plagas y Siniestros Forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo adecuado del fuego en las actividades agropecuarias</li> <li>• Definición de zonas críticas por riesgo o alta incidencia de incendios forestales</li> <li>• Identificación y restauración de áreas forestales degradadas por incendios frecuentes provocados por</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p>Mediano plazo</p>

CAUSAS	LINEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
	actividades agropecuarias. <ul style="list-style-type: none"> <li>Afinar estrategia para los permisos de quemas agropecuarias.</li> <li>Fomentar un re-ordenamiento territorial a través de los PRPC (bien hechos).</li> <li>Mejorar la regulación fitosanitaria</li> <li>Dar seguimiento estrecho a las plagas y enfermedades forestales detectadas.</li> <li>Capacitación a productores agropecuarios sobre el tema de la agroecología para que conozcan por qué se origina una plaga o enfermedad.</li> </ul> <p><b>Línea de investigación a fortalecer o desarrollar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Factores que inciden en la presencia de las plagas y enfermedades forestales detectadas en el estado. Efecto del fuego sobre las selvas.</li> </ul>	Mediano plazo Mediano plazo Mediano plazo Mediano plazo Mediano plazo
		<p><b>Foros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consejo Forestal Estatal</li> </ul>

## ÁREAS PRIORITARIAS

Una vez definidas las líneas de acción, restaría definir las áreas prioritarias de atención conjunta para la conservación y manejo de las zonas forestales, tanto por el sector ambiental como por el productivo y de desarrollo social (entre otros), en el marco de las nuevas legislaciones y las condiciones previstas por las tendencias de cambio climático, siguiendo las estrategias de mitigación y de adaptación señaladas. Para ello, se proponen 13 áreas prioritarias (Cuadro 3) definidas en varias unidades territoriales (ver secciones 7.1 y 7.2 del Anexo Técnico: subcuencas y microcuencas) con el fin de que su delimitación sea útil para la mayor parte de las instancias involucradas y facilite el análisis de la información en diversos niveles, de manera que puedan ser aterrizadas con mayor precisión cada una de las líneas de acción que se proponen con el objetivo de aplicar cada acción a la escala del predio.

**Cuadro 3. Trece microcuencas prioritarias con base en su % de deforestación y sus valores bajos de Índice de Calidad Ambiental (ICA) y altos de Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) y/o erosión potencial hídrica (Eph).**

Microcuenca	Municipio	Posibles localidades asociadas al proceso de deforestación por su cercanía e influencia
La Tuna	Colima	Las Tunas
Emiliano Zapata	Manzanillo	Los Acida, El Astillero, El Centinela uno y dos, La Ciénega, El Coyul, Crucero Aeropuerto, El Chavarín, Escondido Rancho de López, El Guayabo, José Cárdenas, La Laguna, Ojo de Agua, La Palma, La papayera, Rancho de la Y, Los Rebajes, La Viga II, La Viga, Los Vishis.
Las Conchas	Ixtlahuacán	El Capire, Las Conchas, Los Chivos, El Galaje, Higueras de Santa Rosa y El Huilanche.
Don Tomás	Manzanillo	Colomitos, Don Tomás, Huiscolotila, Los Parajes.
El Arrayanal	Minatitlán	El Arrayanal y Paticajo.
Minatitlán	Minatitlán	Los Andrade, Benito Juárez de Peña Colorada, El Bonete, Campamento No. 1 (Consorcio), La Coconal, Francisco Contreras, La Joya de Afuera, Minatitlán, Peñitas, Las

Microcuenca	Municipio	Posibles localidades asociadas al proceso de deforestación por su cercanía e influencia
		Pesadas, Los Potros, Rancho Buenos Aires, El Rebaje, Unidad Lechera (Chelfi Campamento 2), El Valuarte.
Agua Salada	Minatitlán	Agua Salada, Las Agujas, La Loma, El Rincón, San Antonio, La Tuna.
El Trapiche	Cuauhtémoc	Aguinaldo (El Remolino), Chiapa, Gabriel de la Mora, Montitlán, Ocotillo, Rancho Viejo, Salida a San Joaquín, El Trapiche, Vivero Roberto Martínez.
Río Marabasco	Manzanillo	Crucero Río Marabasco, El Charco, Las Parotas, Rancho Alegre, Río Marabasco.
Agua de la Virgen	Ixtlahuacán	Agua de la Virgen, Las Anonas, El Camichín (26 de Julio), El Guamúchil, La Tabaquera, La Tepamera, La Tunita (La Tuna).
Algodonal	Coquimatlán	Agua Mucha (El Pochotón), Agua Zarca, El Algodonal, San Antonio.
Canoas	Manzanillo	Camichín, Canoas, La Hacienda del Cacao, Palo Blanco, Puertecito de Lajas y Tepehuajes.
Las Trancas	Ixtlahuacán	Cuastecomate, Jiliotupa, Rancho Quintero, El Tepehuaje Gordo y Las Trancas.

Este es un primer acercamiento para la adaptación y mitigación del territorio y sobre la situación de los bosques del estado de Colima, el cual nos muestra que la entidad ha tenido un proceso paulatino de cambio de uso del suelo, principalmente en la deforestación, debido a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria durante el período analizado (1976-2000). Las zonas de los valles de la entidad fueron deforestadas antes de esos 25 años, y para explicar su evolución hasta la actualidad, se requiere de un análisis más complejo y profundo.

Las selvas bajas y medianas del estado representan un reto importante para su aprovechamiento y conservación, ya que existe muy poca información local y es necesario generarla. Además requieren de una estrategia menos focalizada al terreno, debido a su amplia distribución, de ahí que se requiere trabajar conjuntamente en los procesos productivos agropecuarios que están incidiendo en el cambio de uso del suelo, de tal manera que se puedan hacer más eficientes y rentables las zonas ya abiertas y ofrecer alternativas para desincentivar el cambio de uso.

Para contar con una estrategia viable para la conservación de las zonas forestales del estado es necesario que se tenga un enfoque integrador y que maneje diversas escalas (estado, municipio, subcuenca, microcuencas) con base en el objetivo que se persiga. Hasta el momento se considera que el nivel microcuencas pudiera ser el nivel operativo en el cual se dé la convergencia institucional, en donde se establezcan criterios ambientales, sociales y económicos para enfocar programas institucionales y el esfuerzo social para incidir en procesos más que en problemáticas puntuales.

## SECTOR RESIDUOS SOLIDOS

En el presente documento, el término residuos urbanos (RSU) hace referencia a los residuos domésticos y asimilables de recolección pública ordinaria, realizada por las direcciones de servicios públicos de los municipios.

### GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN

En el estado de Colima se depositan en promedio **691.19 toneladas al día** en los sitios de disposición final existentes en su jurisdicción. El municipio de Manzanillo genera y deposita más residuos en un relleno propio. El Relleno Metropolitano recibe los residuos de Colima, Comala, Coquimatlán, Villa de Álvarez y el resto en tiraderos a cielo abierto.

Los municipios de Colima han evitado la existencia de tiraderos clandestinos, y el servicio de limpia llega a casi la totalidad de la población, lo que conlleva a que los sitios de disposición final (SDF) reciban los residuos que se generan en el Estado.

Si la cifra del total de residuos se divide entre la población estatal (650 555 habitantes), el promedio de generación per cápita (GPC) es **1.06 kg/hab**, cercano al promedio nacional: 0.98 kg/hab.

Con los datos de las proyecciones de la población estatal para el año 2035 y los de toneladas de residuos generados por día, se estimaron los residuos que se generarán a largo plazo. A los valores obtenidos se les aplicó una tasa de generación de residuos de 1% anual, que se aplica en los casos de poblaciones

<sup>1</sup> Fuente: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4).Working Group I Report "The

urbanas y turísticas en el ámbito nacional. De lo anterior se desprende que en 20 años la generación llegará a **1,375 ton/día**.

Con la información indagada en cada municipio respecto de la composición de los residuos que se vierten en los SDF por medio del servicio de limpia se obtuvieron los datos siguientes.

TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJE
<i>Residuos orgánicos</i>	47.28
<i>Plástico reciclable</i>	15.48
<i>Metal</i>	1.56
<i>Residuos de construcción</i>	0.52
<i>Vidrio</i>	2.87
<i>Textiles</i>	3.33
<i>Papel y cartón</i>	8.71
<i>Hule</i>	0.49
<i>Otros residuos inorgánicos (valorización térmica)</i>	2.66
<i>Sanitarios</i>	9.21
<i>Inertes</i>	5.37
<i>Otros</i>	0.98
<i>Total aproximado</i>	98.46

### APORTACIÓN ESTATAL

La gestión de RSU afecta al potencial de **calentamiento global** y, en consecuencia, al cambio climático. Los gases con efecto invernadero más relevantes en el ámbito de la gestión de RSU son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y, en mucha menor medida, el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).<sup>1</sup>

En relación con las operaciones de gestión de RSU, se identifican las emisiones directas, es decir las generadas por las actividades del sector de gestión de RSU y

Physical Science Basis" (tabla 2.14)



que, por tanto, el propio sector puede controlar; tales como las emisiones de metano en vertedero,<sup>2</sup> debidas a la descomposición de la materia orgánica biodegradable depositada y las emisiones de la quema a cielo abierto de RSU en un SSDF.

En la metodología utilizada para el cálculo, se parte del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el año base 2005 y las emisiones a 2010. El parámetro importante en referencia a los residuos sólidos es la masa de los desechos sólidos por tipo de tratamiento. El dato de actividad para la incineración e incineración a cielo abierto es la cantidad de residuos sólidos municipales en peso humedad incinerada o quemada por tipo. La población es la variable que permite calcular las emisiones asociadas a la disposición final de residuos en el futuro, dado que la generación per cápita y la composición de los residuos se mantiene constante para todos los casos.

Dentro del inventario integrado para este proyecto, la categoría de RSU incluye tres fuentes de emisión de metano y óxido nitroso, en donde las emisiones de metano provienen de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica que forma parte de los residuos sólidos, tanto si su disposición es controlada como si no lo es. No se consideraron las aplicaciones de residuos para generación energética, pues no se tiene registro de este tipo de instalaciones en la entidad.

Dentro de los resultados, la principal fuente de emisión en la categoría de desechos son las emisiones por quema a cielo abierto de residuos sólidos, las cuales generan en total 414 Gg de CO<sub>2</sub> al año. El municipio donde se generan las mayores emisiones es Manzanillo

En términos de CO<sub>2</sub>e se observa que en los municipios con áreas urbanas de

<sup>2</sup> Los RSU contienen materia orgánica biogénica como restos de comida, papel, madera o residuos de jardinería. Cuando este tipo de material se deposita en un vertedero controlado, los microorganismos presentes empiezan a descomponerla consumiendo el carbono que contiene. Bajo las condiciones anaeróbicas que prevalecen en un vertedero controlado, el resultado de esta biodegradación es la producción de un gas (biogás) que contiene metano y

importancia, los residuos sólidos representan la mayor fuente de emisiones, como se observa en la tabla anterior. Esto constituye una ventaja en términos de potencial de reducción de emisiones, pues existen numerosas alternativas para aumentar la recolección y disposición adecuada así como de separación de los residuos orgánicos.

MUNICIPIO	Emisiones de CH <sub>4</sub> por tratamiento de aguas residuales (Gg/año)	Emisiones de N <sub>2</sub> O por tratamiento de aguas residuales (Gg/año)	Emisiones de CH <sub>4</sub> por disposición de residuos sólidos	Emisiones quema de residuos a cielo abierto CO <sub>2</sub> Gg/año	Emisiones totales de CO <sub>2</sub> e
Armería	0.1183	0.0009	0.242	4	11.8
Colima	0.1053	0.0046	1.257	125	155.0
Cómala	0.1324	0.0007	0.185	3	9.8
Coquimatlán	0.0235	0.0006	0.165	2	6.1
Cuahtémoc	0.5750	0.0009	0.243	5	22.4
Ixtlahuacán	0.0312	0.0002	0.045	0	1.6
Manzanillo	0.5806	0.0048	1.310	135	176.2
Minatitlán	0.0000	0.0003	0.071	0.4	1.9
Tecomán	0.0000	0.0034	0.933	69	89.6
Villa de Álvarez	2.3688	0.0035	0.951	71	141.8
<b>Total Estatal</b>	<b>3.9350</b>	<b>0.0199</b>	<b>5.402</b>	<b>414</b>	<b>616.2</b>

Dado que el inventario de emisiones de GEI para el estado de Colima es con año base 2005, se realizó una proyección del mismo por sector para 2010, considerando el crecimiento de la población y vivienda a 2010, los cuales generarán en un escenario tendencial 780.48 Gg de CO<sub>2</sub>e.

CO<sub>2</sub> a partes iguales y trazas de otros gases como sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)

## PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA SU CONTRIBUCIÓN EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

---

El objetivo principal del marco legal en materia de generación y gestión de residuos es la protección del medio ambiente y de la salud humana. De esta forma, el sector busca reducir sus externalidades ambientales<sup>3</sup>.

De la revisión de la Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima (LRS) se percibe la intención de atender el tema del consumo y producción sustentable. Sin embargo, en diferentes partes del texto legal se regula sin articulación clara, ya que frente a las acciones de manejo directo de los residuos sólidos, que se denota como objetivo principal de la ley, quedan en segundo plano.

Al respecto se debe mejorar la ley para aportar un marco de atribuciones claras y de instrumentos de planeación y gestión suficientes, con el objetivo de incidir en la conducta de los productores y de sus asociaciones no gubernamentales, así como de los consumidores.

En la LRS se abordan estos temas de manera tangencial. Por ello se debe fortalecer este marco, mediante obligaciones claras y sanciones en casos de infracción, para lograr que se cumplan los objetivos de concientizar a la población acerca de mejores actitudes de consumo –sustentable–, inversión en tecnología y creación de mercados verdes e incentivos económicos viables para lograr el cambio en la producción y minimizar la generación de residuos.

Pero el sector de RSU puede ir más allá del cumplimiento legal y plantearse el objetivo adicional de aportar más **valor** a la sociedad en términos **socioeconómicos** (valor económico añadido y ocupación), a través de sus efectos multiplicadores de la economía, inducidos por la inversión y,

---

<sup>3</sup> Costos soportados por terceros como consecuencia de una gestión insuficiente de los RM

especialmente, los estratégicos a más largo plazo:

- Creación de **tejido industrial** tecnológico propio con capacidad de exportación en el ámbito del tratamiento de residuos. Menor dependencia tecnológica del exterior y creación de **empleo** adicional.
- Internacionalización de las empresas del sector de RSU y efecto de arrastre de **PyMEs** tecnológicas.
- **Contribuir en la reducción** de las **dependencias** de la economía mexicana en materias primas, energía primaria y reducción de los gases de efecto invernadero, favoreciendo la competitividad de otros sectores de actividad. Esta aportación es particularmente relevante en un contexto de alta volatilidad del precio de los combustibles fósiles importados.

La LRS contiene dos definiciones novedosas, quizá fallidas: a) conjunción de residuos de manejo especial y urbanos, previstos en la LGPGIR; b) generadores de alto volumen, contrastados con microgeneradores. Sin embargo, pese a tal notoriedad, se detectan algunas inconsistencias –y tal vez inconstitucionalidades– que impiden que la regulación sea suficientemente fuerte para lograr su cabal cumplimiento. Adicionalmente no se alude a si se autoriza a particulares la prestación de estas actividades. Así mismo se debe fortalecer la regulación acerca de inversión en desarrollo de tecnologías ambientales para reusar, reciclar, tratar y disponer los residuos.

Para afrontar este reto, es preciso desarrollar un sector de gestión de RSU innovador, más eficiente y competitivo, más diversificado y diferenciado, con planteamientos tecnológicos propios adaptados a los mercados objetivo, que sean una alternativa sólida.

Impulsar una aglomeración tipo *clúster* de administraciones públicas, empresas, universidades y agentes socioeconómicos expertos y experimentados en gestión de residuos, que pueden ejercer un liderazgo claro en áreas geográficas

(mercados). Incluso, si el sector de la gestión de RSU se potencia adecuadamente, podría llegar a ser un **referente nacional**, con grandes oportunidades.

En definitiva, se trata de obtener un mayor **beneficio** para la **economía** en su conjunto de las inversiones en gestión de RSU que todavía deben hacerse en México. Esto es especialmente importante en la situación actual de crisis económico-financiera y de falta de empleo estable.

## LAS ESTRATEGIAS, PROGRAMAS, ACCIONES Y METAS PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

---

El Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, publicado en julio de 2012, se identifica la siguiente política estatal en esta materia:

*“La Política Ambiental Estatal en materia de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial busca **transformar** el manejo tradicional a una **gestión integral de los residuos**, con cobertura en todos los municipios del Estado, **maximizando el aprovechamiento material o energético** de los mismos, **disminuyendo el envío a sitios de disposición final**, reduciendo el uso de recursos naturales vírgenes en la región, bajo criterios de autosuficiencia económica, mínimo impacto al ambiente, participación activa de la sociedad y optimización en uso de tecnologías e infraestructura, siempre acorde a las necesidades de crecimiento del Estado de Colima.”*

Este programa determina cuatro líneas estratégicas, que incluyen una serie de acciones, metas e indicadores, que permitirán el desarrollo de la infraestructura propuesta en este programa y de las acciones adicionales necesarias para su instauración. Las líneas estratégicas del programa son las siguientes:

- Línea Estratégica de Regionalidad (R)
- Línea Estratégica de Transformación (T)
- Línea del Máximo Aprovechamiento de los Residuos (A)
- Línea Estratégica de Fortalecimiento Institucional (F)

Sin duda este Programa es innovador y ambicioso y tiene como principal objetivo el cumplimiento de los objetivos legales de la gestión de RSU, considerando realizar esfuerzos económicos adicionales. Las inversiones se concentrarían en tecnologías óptimas para el tipo de residuos, fundamentalmente:

- Manejo de RSU por regiones operativas. Las administraciones públicas competentes se limitan a cumplir estrictamente los objetivos legales de la gestión de RM, sin realizar esfuerzos económicos adicionales. Las inversiones se concentrarían en tecnologías clásicas, fundamentalmente:
- Incremento tendencial de la recolección selectiva, con un esfuerzo algo mayor en el caso del plástico reciclable, papel y cartón.
- Digestión anaeróbica de la fracción orgánica con una recuperación de materiales reciclables y compostaje
- Rechazos al sitio de disposición final

Un escenario avanzado para la mitigación del cambio climático debe considerar inversiones necesarias para aumentar considerablemente las posibilidades de reciclado y de valorización material y energética, mediante la implantación de las tecnologías actuales más eficientes y de las que se encuentran en fase de desarrollo, teniendo en cuenta el objetivo de maximizar la mitigación de las emisiones de GEI en toda la economía y de crear el mayor **valor socioeconómico** y **empleo estable**.

Este escenario implica impulsar un programa de **inversiones** para crear empleo y valor agregado mediante el desarrollo e implantación de soluciones avanzadas tales como:

- Un alto nivel de recolección selectiva y reciclado, con atención especial a la fracción orgánica.

- Digestión anaerobia de la materia orgánica procedente de recogida selectiva para generar energía eléctrica.
- Producción de combustibles sólidos recuperados<sup>4</sup> (CSR) a partir de rechazos de plantas de tratamiento mecánico o valorización para aumentar de forma notable la eficiencia de la valorización energética (co-combustión directa en hornos industriales cementeros, gasificación, etc.).
- Incineración de combustible derivado de residuos<sup>5</sup> (CDR) para minimizar el vertido de RSU. Sólo se depositan en sitio de disposición final los residuos inertes o de baja reactividad procedentes del rechazo de plantas de tratamiento.

Por lo anterior, se concluye que se debe considerar y fortalecer el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial publicado, complementando cada una de las líneas estratégicas ya planteadas y proponer acciones y metas para la mitigación del cambio climático.

## R. Línea estratégica de regionalidad

### R1. Fortalecimiento del marco jurídico

#### Metas

- Reforma del marco jurídico estatal para permitir la gestión integral de los residuos sólidos urbanos considerando los aspectos de cambio climático Revisión y adecuación del marco jurídico estatal, de conformidad con lo expresado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y la ley General de Cambio Climático para evitar: a) Incertidumbre jurídica, b) problemas de

<sup>4</sup> Combustible sólido producido a partir de residuos no peligrosos, sometido a especificaciones y control de calidad.

<sup>5</sup> Combustible sólido derivado de residuos sin requerimientos de calidad específicos.

inconstitucionalidad entre las legislaciones estatal y federal y promover acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático .

- Responsables: Congreso del estado de Colima.

### R2. Regionalización operativa para la gestión integral de residuos

#### Metas

- Mediante los Organismos Regionales Operativos de Residuos integrar una serie de criterios bajos en carbono en la gestión de los RSU y residuos de manejo especial (RME) que se generan en el estado.
- Homologación cualitativa de servicios, infraestructura, derechos y obligaciones en la gestión integral de residuos en cada una de las Regiones Operativas para mejorar la recolección selectiva.
- Generación de instrumentos jurídicos para dictar y normar estrategias, acciones y recursos en la gestión de los residuos sólidos e infraestructura afín. Los objetivos son brindar un excelente servicio de limpia y recolección de residuos en cada municipio así como optimización de su manejo, aprovechamiento y disposición final, en todo el estado.

Responsables: Departamentos de limpia municipales, organismos regionales operativos de residuos, Congreso del estado de Colima.

## T. Línea estratégica de transformación

### T1. Separación de RSU en fuente

El establecimiento de la recolección selectiva de los residuos es el primer paso para lograr una transformación del manejo tradicional, a una gestión integral de los residuos. Para ello es imprescindible que toda la población, inicie separación de las fracciones orgánica e inorgánica. Cuando los habitantes se

hayan acostumbrado a este tipo de separación, se podrá implantar una separación más específica, que aportaría mayor eficacia en la valorización de los residuos. La aplicación de esta separación debe ser simultánea en todo el estado.

## Metas

- Renovación de todos los vehículos de recolección de cada región que hayan cumplido más de siete años de servicio.
- Capacitación de todo el personal del servicio de limpia y recolección de las regiones operativas en manejo de los residuos separados en fuente.
- Implantación del programa de separación de las fracciones orgánica e inorgánica.
- Fomento en los diferentes sectores de la sociedad de la participación en las prácticas de buen manejo al evitar mezclar los residuos desde su origen.
- Evaluación de costo-beneficio de la aplicación del tratamiento mecánico-biológico de la fracción orgánica en municipios con generación menos de 10 toneladas

Responsables: Ayuntamientos de cada uno de los municipios, Gobierno del estado de Colima.

## T2. Sitios de disposición final

### Metas

- Saneamiento y clausura de sitios de disposición final, en uso o abandonados, que no cumplan la normatividad ambiental e impliquen fuentes de contaminación del entorno.
- Todos los rellenos sanitarios del estado de Colima deben cumplir la NOM-083-SEMARNAT-2003, contar con el certificado de cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, emitido por una unidad verificadora acreditada ante la EMA, y contar con un manual y

programa operativo que coadyuve a la disposición de residuos no aprovechables.

- Realizar un estudio del potencial de mitigación de las emisiones de GEI considerando el escenario de saneamiento y compararlo con las correspondientes a la situación actual, representada por las soluciones de gestión de RM en funcionamiento en 2005, último año del que se dispone de estadísticas.

Responsables: Ayuntamientos de cada uno de los municipios, Gobierno del estado de Colima.

## T3. Comunicación y educación en materia de gestión integral de residuos sólidos y cambio climático

### Metas

- Disposición de un programa de difusión y comunicación para informar y orientar a la población sobre la gestión integral de los residuos y la importancia de su participación para el mejoramiento ambiental y su contribución a la mitigación del calentamiento global.

### A. Línea de máximo aprovechamiento de residuos

La aplicación de las líneas estratégicas de regionalidad y de transformación permite cumplir la política ambiental en materia de residuos sólidos y de manejo especial, principalmente en lo relacionado con organización del sistema actual de limpia que se brinda a la población.

Sin embargo esto no implica una reducción cuantitativa de los residuos que se disponen en el relleno sanitario, mucho menos cumplir con la reducción de los GEI. Para lograr lo anterior, es indispensable fortalecer las acciones que propicien aprovechamiento máximo de los materiales de los residuos y procurar autosuficiencia financiera del sistema en su conjunto.

Esta línea estratégica se centra primordialmente en fomento y desarrollo de la industria formal de reciclaje, no solamente en lo relacionado con recuperación y venta de residuos separados. Se procura incorporar el desarrollo de empresas que utilicen estos materiales y los conviertan en bienes de producción o servicios con valor agregado superior a la venta solo de residuos.

## A1. Aprovechamiento de residuos

### Metas

- Maximización del aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en el estado mediante fomento de su valorización, tratamiento y reciclaje.
- Implementar tecnología para aprovechamiento de residuos orgánicos generados en las actividades siguientes: agropecuaria, hostelera, plantas de tratamiento de aguas (lodos), residuos orgánicos domésticos, poda, procesamiento de alimentos, de abasto, entre otras.
- Fomentar la construcción de tres plantas de digestión anaerobia, distribuidas en las regiones para la generación de energía eléctrica.

La viabilidad económica de una gestión de RSU más avanzada y sostenible, si se quiere evitar un incremento excesivo de la tasa de residuos, depende fundamentalmente de que las entidades locales puedan progresar en tres direcciones:

- Implantar servicios e infraestructuras más baratos y eficientes que los actuales para la recuperación de recursos de los residuos
- Potenciar el valor financiero para la sociedad generado mediante la recuperación de recursos para la economía y lograr que este valor se reparta de forma equitativa entre las entidades locales y los sectores privados involucrados.
- Convertir en ingresos financieros la contribución del sector a la mitigación de GEI<sup>6</sup>.

Responsables: Ayuntamientos de cada uno de los municipios, Gobierno del estado de Colima.

---

<sup>6</sup> Téngase en cuenta que el sector de los residuos no puede monetizar este valor para la sociedad, puesto que no forma parte del ámbito de la Ley que regula el comercio de derechos

## F. Línea estratégica de fortalecimiento institucional

Las acciones y la instauración de las líneas estratégicas requieren de un gobierno cuya estructura organizativa, sus instrumentos de política y de administración sean acordes y estén alineados con lo propuesto en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos urbanos y de Manejo Especial y el presente Programa Estatal de Cambio Climático.

Por ello se incluye una línea estratégica destinada a fortalecimiento institucional, en la cual se asegura que la responsabilidad del gobierno establecida en la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos se cumpla; es decir, garantiza el derecho a la salud de la población mexicana. Así mismo que el gobierno estatal o el municipal cuenten con instituciones organizadas y personal capacitado, para coordinar sus acciones y fortalecer sus actividades.

### Metas

- Programa de capacitación de funcionarios estatales y municipales en temas de adaptación, mitigación y vulnerabilidad ante el cambio climático.
- Profesionalización del servicio de limpia y recolección de cada región.
- Suficiencia de recursos financieros necesarios para instaurar el Programa
- Disponibilidad de un plan de manejo de residuos ocasionados por desastres naturales.

Responsables: Ayuntamientos de cada uno de los municipios, Gobierno del estado de Colima.

de emisión de GEI.

## VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLIMA

---

### EL PELIGRO, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO

---

El problema del cambio climático puede ser analizado desde la perspectiva del riesgo, si se trata de establecer cómo afectará a la sociedad. Esto permite abandonar la explicación naturalista de los desastres, pasando a un análisis de riesgo en el que se considere la amenaza y la vulnerabilidad (INECC 2012). El manejo de riesgo ante cambio climático consiste esencialmente en manejar peligro y vulnerabilidad. Así, la adaptación al cambio climático es un problema regional o local de manejo de vulnerabilidad, que requiere analizar y entender los factores que hacen vulnerables a los socioecosistemas bajo un clima cambiante. Establecer estrategias de adaptación a partir de un análisis de la vulnerabilidad constituye un análisis del riesgo de “abajo hacia arriba”. En dicha aproximación, los factores de la vulnerabilidad son los elementos clave para construir adaptación (Roger Pielke Sr., 2012), ya que las proyecciones de cambio climático regional son altamente inciertas.

La gestión de riesgo climático debe comenzar por entender las condiciones que constituyen el peligro y que cambian como resultado de la variabilidad natural del clima o por factores antrópicos. No se trata sólo de estadísticas de los rangos o valores extremos de temperatura o precipitación, sino que requiere analizar las situaciones que llevan a condiciones críticas. El valor umbral crítico del peligro dependerá de la vulnerabilidad del sistema analizado y por ello, la cuantificación de este contexto es fundamental, si se desea actuar de forma preventiva. Saber qué combinación de medidas es la más eficiente frente a la variabilidad y el cambio climático, es parte del reto del diagnóstico de la vulnerabilidad.

La aproximación tradicional al estudio de los potenciales impactos por cambio climático es hacer proyecciones regionales del clima usando como base los

resultados de los modelos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Sin embargo, los escenarios de cambio climático son, con frecuencia, mal utilizados como el único factor de pronóstico del impacto que ocurrirá en el largo y muy largo plazo, sin considerar proyecciones de la vulnerabilidad. Los modelos del clima distan de ser capaces de hacer pronósticos útiles a más de un año, principalmente en relación con el ciclo hidrológico, por lo que pensar que pueden entregar esta información en plazos de décadas es equivocado (Pielke Sr. 2012; Rial *et. al.*, 2004). Es así que una aproximación “de arriba hacia abajo” en la construcción de escenarios de impacto por cambio climático, es cada vez menos usada, y cede espacio a una en la que se parta de un entendimiento de la vulnerabilidad. La identificación de los factores de vulnerabilidad, permite también identificar acciones de adaptación y estimar su impacto como medidas de reducción de riesgo ante cambio climático.

Gran parte del reto de un Programa Estatal de Cambio Climático, como el desarrollado para el estado de Colima, es construir un modelo de riesgo ante los fenómenos meteorológicos y climáticos con los que se asocian los mayores desastres, identificando los factores que hacen a la región y a su gente vulnerables. Muchas de las acciones de reducción de vulnerabilidad que se sugieren son de tipo correctivo, y consideran esencialmente un clima cambiante como el peligro. Se puede sin embargo, también pensar en medidas prospectivas frente a elementos del cambio climático, cuyas proyecciones sean menos inciertas, como puede ser el aumento del nivel del mar. En todo caso, tendrán prioridad las acciones de adaptación de tipo correctivo, pues tienen beneficios inmediatos y tangibles, aun y si los escenarios de cambio climático generados por los modelos, no resultan ciertos.

### LOS PELIGROS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EN COLIMA

---

Colima ha experimentado diversos tipos de desastres relacionados con fenómenos naturales como son los sismos, los ciclones tropicales, o las erupciones volcánicas. Sin embargo, son los de tipo meteorológico y climático, los que constituyen las amenazas más frecuentes. Como en el resto del país, los

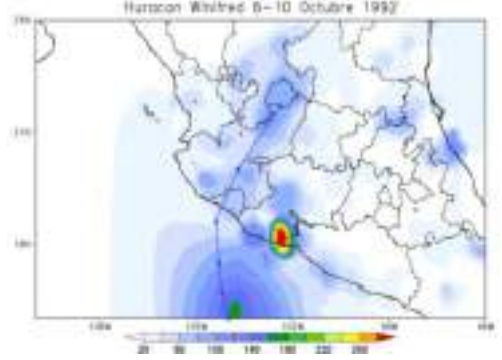
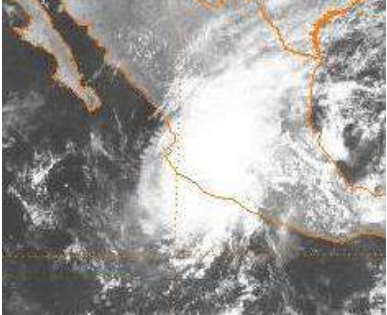
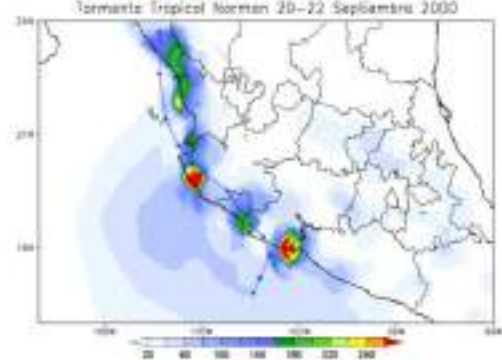



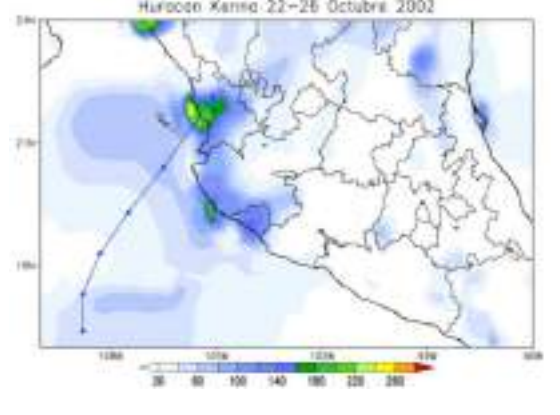

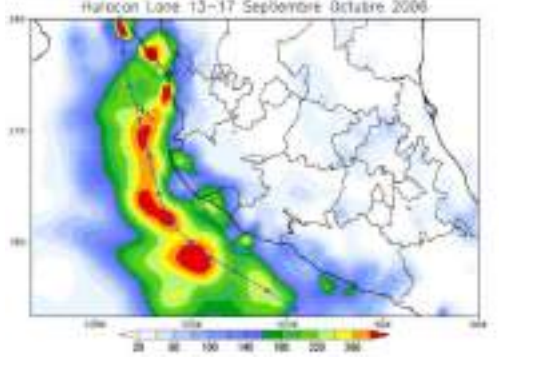
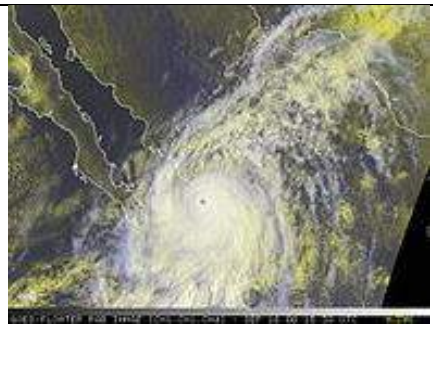
costos de los desastres van a la alza, principalmente en décadas recientes (INE, 2010), y sólo algunos esfuerzos en materia de gestión de riesgo parecen visualizarse. De acuerdo a instituciones como el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2011), la política en materia de reducción de desastres consiste en tres pasos fundamentales:

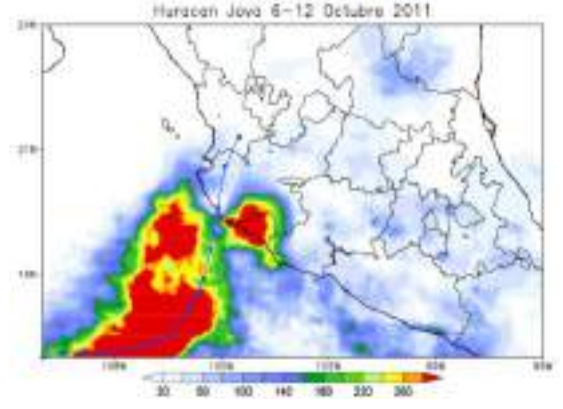

- 1) Conocer los peligros y amenazas a que estamos expuestos, estudiando y conociendo los fenómenos naturales correspondientes, y buscando establecer: dónde, cuándo y cómo nos afectan.
- 2) Identificar y establecer a nivel nacional, estatal, municipal y comunitario, las características y los niveles actuales de riesgo, entendido el riesgo como el producto del peligro (agente perturbador), por la exposición (sistema afectable) y por la vulnerabilidad (propensión a ser afectado).
- 3) Basado en los pasos anteriores, diseñar acciones y programas para mitigar y reducir estos riesgos antes de la ocurrencia de los fenómenos, a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura (medidas estructurales) y preparando a la población para que sepa qué hacer antes, durante y después de una contingencia (medidas no estructurales).

Es en este sentido que una estrategia de adaptación debe construirse y mostrar resultados cuantificables de reducción de riesgo, que se reflejen en disminución en la frecuencia e intensidad de los peligros climáticos. Históricamente, las mayores afectaciones en el estado de Colima por fenómenos hidrometeorológicos están relacionadas con ciclones tropicales (Tabla 1). Gracias a la puesta en marcha del Sistema de Alerta Temprana ante Ciclones Tropicales (SIAT-CT) en el año 2000, el número de muertos en relación al paso de huracanes se redujo significativamente. Pero falta aun mucho por hacer, para contar con una política de prevención, que incluya medidas estructurales ante ciclones tropicales, además de las medidas coyunturales como el SIAT-CT (Magaña, 2014).

Tabla 1 Ciclones tropicales y afectaciones en el estado de Colima entre 1992 y 2011 (fuente: Wikipedia)

Fenómeno	Daños	Trayectoria y lluvias	Imagen de Satélite
Huracán Winifred 6 – 10 Octubre 1992 CAT 3	3 muertos, pérdida de servicios agua y electricidad, daños extensos en agricultura  5 millones de dólares (1992) en pérdidas		
Tormenta Tropical Norman 20 – 22 Septiembre 2000 CAT TT	9 muertos, inundaciones  daños económicos 13.3 millones de dólares (2000)		

<p>Huracán Kenna 22 – 26 Octubre 2002 CAT 5</p>	<p>4 muertos, 101 millones de pesos (2002) en pérdidas económicas el la costa occidente de México</p>		
<p>Huracán Lane 13 – 17 Septiembre 2006 CAT TT</p>	<p>1 muerto, 30 millones de pesos* (2006) en pérdidas económicas, cientos de miles de afectados. Daños en carreteras y servicio de agua potable</p> <p>*United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (2006). "Mexico: Hurricane Lane, Situation Report No. 1". 2006-09-23.</p>		

<p>Huracán Jova</p> <p>6-12 Octubre 2011</p> <p>CAT 2</p>	<p>9 muertos,</p> <p>204 millones de dólares (2011) en pérdidas económicas.</p> <p>Daños en las vías de comunicación en Manzanillo</p>		
---	--	--	---

Los impactos de los ciclones tropicales dependen en buena medida de la vulnerabilidad, y por ello es que parece existir un crecimiento casi exponencial en los daños que estos meteoros generan. El incremento en el valor de los bienes expuestos hace que los costos de recuperación crezcan significativamente, aun y cuando la política oficial apunte hacia mayores esfuerzos de prevención. La Tabla 1 muestra que la intensidad del ciclón tropical, no es proporcional a los daños, y que si se habla de daños económicos, el municipio de Manzanillo es generalmente el más afectado.

Por otro lado, Colima también ha padecido los efectos de las sequías, que en ocasiones se traducen en incendios forestales (Galindo, *et. al.*, 2009). El número y severidad de éstos, parece verse incrementado cuando las condiciones de humedad del suelo son anómalamente bajas, ya sea por falta de lluvias o temperaturas anómalamente elevadas. Este último factor podría volverse más frecuente bajo condiciones de cambio climático. Sin embargo, aun con anomalías negativas de humedad del suelo y estrés hídrico en la vegetación, la actividad de incendios forestales puede ser disminuida. Por ejemplo, a mediados de los noventa, la disminución en el uso del fuego para la agricultura resultó en una reducción en la actividad de incendios forestales, aun bajo condiciones de estrés hídrico (Fig. 1.1). Esto muestra, con claridad, que la actividad de incendios forestales no depende solamente de la condición climática, sino también del contexto de vulnerabilidad existente. Es incorrecto afirmar que ante temperaturas más elevadas o déficit de lluvia, el número de incendios aumentará casi automáticamente, pues se caería al paradigma naturalista. Es necesario por tanto, hacer referencia al contexto en que una anomalía climática o un fenómeno meteorológico extremo se presenta, para poder pensar en un potencial desastre.

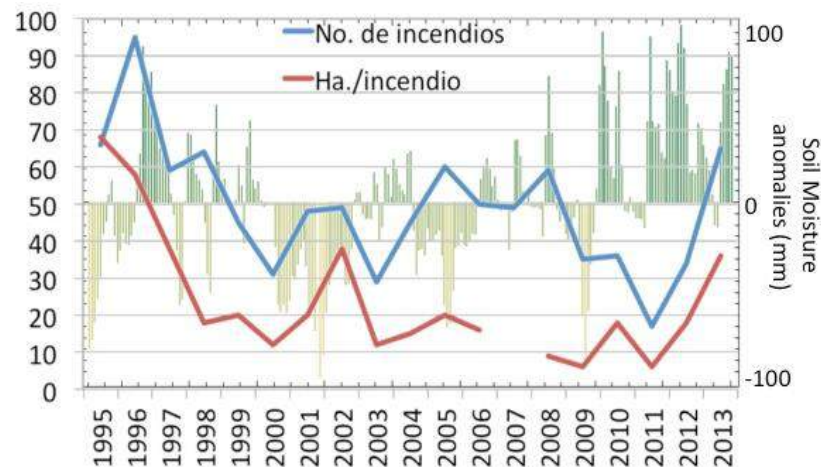


Figura 1.1 Número de incendios forestales por año (línea azul), promedio de hectáreas afectadas por incendio (línea roja) y estimación de anomalía de humedad del suelo (mm) sobre el estado de Colima. (Datos de incendios: CONAFOR y de humedad del suelo: IRI).

Existen otros peligros naturales relacionados al clima que hasta ahora han generado desastres menos conocidos (Tabla 2), pero que en el futuro pueden convertirse en factor de riesgo para la población de Colima. Las ondas de calor más prolongadas o intensas se comienzan a constituir en un peligro climático para la salud (González, 2010). El aumento del nivel del mar comienza a afectar poblaciones y acuíferos costeros. Y un aumento en las temperaturas mínimas podría generar pérdida de confort en las noches e inducir mayores consumos de energía por aire acondicionado.

El manejo del territorio es y será clave para entender muchos de los impactos que tiene el clima sobre diversos sectores y regiones vulnerables. Sin embargo, no es común que el aprovechamiento del mismo se gestione bajo consideraciones de riesgo climático. El modelo de desarrollo regional y nacional ha resultado así en condiciones de vulnerabilidad física, económica y social, que en conjunto con las amenazas naturales genera riesgo, muchas veces crítico.



## COSTOS ECONÓMICOS DEL DESASTRE

En el año 2000 el huracán Norman produjo daños en Colima por 16,199 millones de pesos (CENAPRED, 2001). El Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN) le otorgó 8,665 millones de pesos a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), y 3,180 millones de pesos a la Comisión Nacional del Agua (CNA) para la recuperación de Colima, añadiéndosele a estas cifras recursos estatales por 4,354 millones de pesos (CENAPRED, 2001b). En 2005, 60 incendios forestales provocaron daños por 1.2 millones de pesos (CENAPRED, 2006). En 2007 y 2008, los incendios forestales provocaron daños por cerca de un millón de pesos (CENAPRED, 2008 y 2009). En 2009 los daños provocados por 35 incendios forestales ascendieron a 0.2 millones de pesos (CENAPRED, 2010). En 2010, los daños provocados por 36 incendios forestales ascendieron a 0.64 millones de pesos (CENAPRED, 2011).

El año 2006 es un caso ejemplo en el que ocurrieron diversos desastres de origen meteorológico significativos. El huracán Lane provocó daños por 162.4 millones de pesos. Los daños en vivienda fueron por 680 mil pesos. En la red carretera estatal de Colima se estimó en poco más de 29 millones de pesos el impacto, mientras que los daños en caminos rurales fueron del orden de 62 millones de pesos. En ese año, los daños en el sector agropecuario fueron de alrededor de 55.7 millones de pesos. Los deterioros a la infraestructura hidráulica fueron de poco más de 12 millones de pesos. En 2006, el sector de carreteras estatales-municipales recibió 92 millones de pesos para reparación de los daños y en 2011, el gasto fue de 410 millones 154 mil pesos (CENAPRED, 2012). Los daños en vivienda en 2011 fueron de 6 millones 812,670 mil pesos mientras que, para casos de dengue se invirtieron 18.4 millones de pesos, de los cuales 4.8 millones fueron recursos federales y el resto fue aportado por el estado (CENAPRED, 2007). En el mismo 2006, los incendios forestales provocaron daños por 0.8 millones de pesos (CENAPRED, 2007). Los costos en la infraestructura hidráulica en 2011 ascendieron a 112 millones 796 mil pesos. El sector de carreteras estatales-municipales recibió en 2011 alrededor de 410 millones 154 mil pesos para reconstrucción (CENAPRED, 2012), lo que muestra el crecimiento en los costos del desastre (Fig. 1.2).



Figura 1.2. Total de recursos empleados en la recuperación de desastres (barra morada) en Colima, la parte proveniente del FONDEN (barra verde), de fondos estatales (barra roja) y de otras fuentes, como los Apoyos Parciales Inmediatos (barra azul). La escala es logarítmica lo que demuestra un crecimiento en órdenes de magnitud de los gastos para recuperación.

Los costos de recuperación otorgados por FONDEN a Colima no compensan las pérdidas monetarias estimadas por el impacto de fenómenos naturales (Tabla 1). Es por ello que resulta fundamental transitar de la respuesta al desastre a su prevención, ya que se estima que ello paga al menos al 6 X 1 (EIRD 2011) con respecto del costo del desastre. La tendencia de los costos de FONDEN muestra un crecimiento exponencial, mientras que FOPREDEN crece en mucho menor proporción (WB-SEGOB, 2012). Por ejemplo, entre 2004 y 2011 se asignaron a FONDEN 148,137.0 mdp y a FOPREDEN solamente 1,712.1 mdp. Dicha situación también se observa en el caso del estado de Colima (Fig. 3).

No sólo las lluvias intensas son causa de desastres y de apoyos de FONDEN. En 2013, la Secretaría de Gobernación declaró zona de emergencia por la sequía a los municipios de Coquimatlán, Armería, Tecomán y Manzanillo, pues afectó a productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas que no cuentan con seguro contras estas catástrofes, ya sea público o privado (DOF: 19/03/2013). La declaratoria de desastre natural, expedida a solicitud de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación permitió usar recursos del Fondo de Apoyo Rural para Contingencias Climatológicas.



Figura 1.3. Recursos destinados (millones de pesos) a la prevención de desastres en el Estado de Colima (barra azul), considerando los recursos federales (barras rojas), y la aportación complementaria.

Tabla 3 apoyos recibidos por Colima del Fopreden (fuente: Segob).

AÑO	PROYECTO
2005	INFRAESTRUCTURA DE SISTEMAS PARA PREVENIR Y EFICIENTAR LA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL DE COLIMA
2006	MÓDULOS PARA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN LAS UNIDADES MUNICIPALES Y EQUIPAMIENTO PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL DE COLIMA
2012	ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS PARA EL ESTADO DE COLIMA

## LA GESTIÓN DE RIESGO ANTE UN CLIMA CAMBIANTE

Para el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007; IPCC, 2012) la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo

la variabilidad climática y los extremos. Definir estrategias de reducción de riesgo en un clima cambiante implica un entendimiento de los factores que hacen vulnerable a una región, sector o grupo social. La vulnerabilidad da una idea de la sensibilidad de éstos de ser afectados y debe analizarse como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar, como factor dinámico. Un sistema estará en riesgo ante un peligro cada vez que éste se manifieste como amenaza, y alcanzando en ocasiones valores críticos y materialización del riesgo en impactos o desastres (INECC 2013). El peligro está cambiando en el tiempo, en lo que se conoce como cambio climático. Los cambios de condiciones medias, de variabilidad y de actividad de eventos extremos en el clima se presentan en contextos dinámicos de vulnerabilidad, por lo que ésta será distinta a la actual para cuando el peligro de cambio climático alcance niveles críticos. Podrá ser mayor o menor que la actual, dependiendo de las acciones que se pongan en marcha.

La gestión de riesgo tiene como fin identificar y corregir las causas que lo generan. Con el cambio climático, el peligro meteorológico está aumentando, y dado el crecimiento de la vulnerabilidad, la condición de riesgo está alcanzando niveles críticos con mayor frecuencia, lo que explica que algunas regiones y sectores sufran desastres climáticos y meteorológicos más frecuentemente. Los Programas Estatales de Acción Climática deben ser estrategias de Gestión Integral de Riesgo de Desastre (GIRD) a nivel regional. La adaptación, en el contexto de GIRD, puede incluir políticas públicas, medidas estructurales (obras u ordenamientos territoriales), programas de cultura ambiental, o sistemas de alertamiento temprano. AL igual que en el estudio de riesgo ante fenómenos de tiempo severo, el reconocimiento de la construcción social de la vulnerabilidad y del riesgo climático elimina el enfoque naturalista (Torrico Canaviri, 2008). Por ello, se debe reconocer que una adaptación robusta al cambio climático no se consigue en uno o dos años, sino que requiere de un trabajo continuo, con evaluación de resultados y rendición de cuentas en un marco de GIRD. El estimar el impacto que cada una de las medidas de adaptación propuestas, puede tener en la reducción de riesgo debe ser parte del proceso que defina las acciones a priorizar e impulsar, considerando no sólo costos/beneficio, sino criterios adicionales como equidad, aceptación o plazos.

## EL CLIMA DE COLIMA

### LAS CONDICIONES MEDIAS Y EL CICLO ANUAL DEL CLIMA REGIONAL

El clima del estado de Colima es de tipo monzónico, con un ciclo anual bien definido, es decir, una temporada seca y otra lluviosa. La estacionalidad del clima se refleja también en las temperaturas, con los valores más elevados de temperatura máxima o mínima durante los meses de primavera y verano respectivamente. Los contrastes temporales en la temperatura son en general menor que los contrastes espaciales (Fig. 2.1). Hacia las montañas las temperaturas disminuyen, siendo menores hacia la región del Nevado de Colima. El clima de Colima, descrito en términos de temperatura media anual y precipitación acumulada (Fig. 2.1), muestra la influencia que ejerce la orografía y la cercanía al mar. La temperatura media anual varía entre los 24°C, cerca de la costa del Pacífico, y los 14°C, hacia las partes altas del volcán de Colima. La precipitación varía entre los 700 y 1200 mm/año.

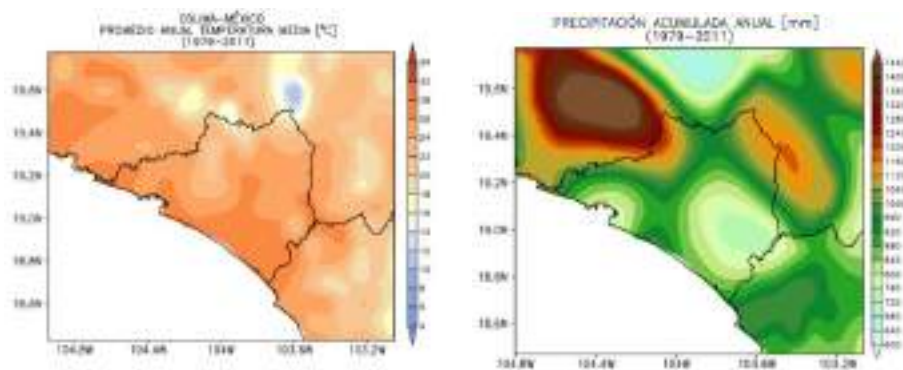


Figura 2.1. Promedio anual de temperatura (°C) y precipitación acumulada anual (mm) en el estado de Colima.

Los valores promedio más elevados de temperatura máxima en el estado pueden ser cercanos a los 35°C, pero en días particulares pueden llegar a los 40°C, lo que se considera una amenaza para la salud de la población. Las temperaturas mínimas por otro lado, exhiben un contraste estacional, entre invierno y verano, sobre todo en zonas relativamente alejadas del mar. En los meses de enero, febrero y marzo se tiene la condición más fría en el estado con valores alrededor de 18°C cerca de la costa y menores de 10°C en las partes altas de las montañas. En los meses de verano por el contrario, las temperaturas mínimas promedio son de alrededor de 20 a 22°C, con valores mayores cerca de la costa. La influencia de la humedad atmosférica en el verano es clave para reducir la amplitud del ciclo diario.

El ciclo anual de la precipitación muestra señales de canícula en la mayor parte del estado (Fig. 9). La canícula corresponde al mínimo relativo de precipitación de verano entre julio y agosto (Magaña et. al. 1999) y cobra importancia para algunas actividades agrícolas y para la dinámica de los ecosistemas (Pereyra et. al. 1994). En años con canícula intensa, la disminución en las lluvias de medio verano puede ser significativa, principalmente en años con condiciones El Niño.

### LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

El principal efecto modulador del clima en escalas en el estado está relacionado con el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), y puede explicar un alto porcentaje (hasta 30%) de la variabilidad interanual en las lluvias de verano en la región (Fig. 2.2). Las lluvias anuales pueden mostrar también grandes variaciones intraestacionales e interanuales por efecto de la actividad de ciclones tropicales. En ciertos meses, el paso cercano de un ciclón tropical puede traducirse en un mes con precipitación acumulada anómalamente alta. Por ello, en el clima de Colima cualquier proyección de las lluvias o del ciclo hidrológico, debe contemplar el efecto El Niño o los ciclones tropicales. Sin embargo, ninguno de estos fenómenos es simulado adecuadamente por los modelos existentes hasta ahora, sobre todo en simulaciones de cambio climático (IPCC, 2007).



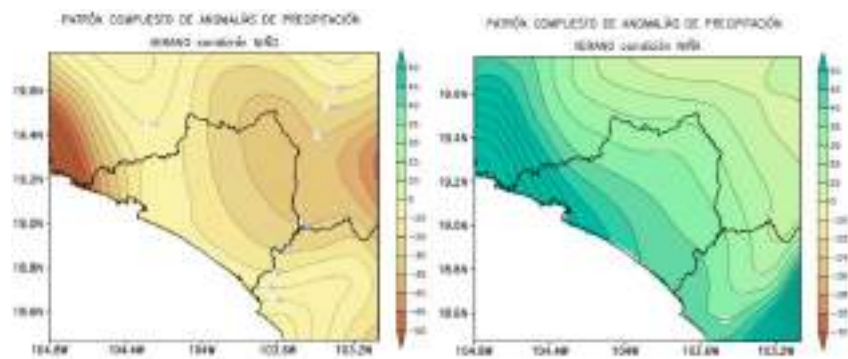


Figura 2.2 Anomalía promedio de precipitación (mm) para los meses de verano (JJAS) bajo condiciones a) El Niño y b) La Niña (promedio de cinco eventos entre 1979 y 2012).

Existen adicionalmente, formas de variabilidad del clima de mucha más baja frecuencia, con periodos decadales que modulan el ciclo hidrológico (Méndez y Magaña, 2010) o la temperatura (Pavía, *et. al.*, 2009). Entre éstas formas de variabilidad climática natural de largo periodo están las producidas por la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés). La variabilidad del clima de baja y muy baja frecuencia se debe considerar con respecto a las señales de cambios esperados por cambio climático. Los modelos usados para este fin en el IPCC (2007) no poseen esta habilidad y por ello, son sólo ejercicios de sensibilidad de la respuesta de la temperatura a cambios en las concentraciones de CO<sub>2</sub>. Esta es una de las principales razones por las que el uso de escenarios climáticos para estimar impactos en diversos sectores o regiones genera gran incertidumbre, y por lo cual una aproximación basada en la vulnerabilidad se considera más adecuada.

#### LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

La mayor parte de los peligros meteorológicos se asocian con condiciones meteorológicas extremas. El nombre extremo surge de los valores de los extremos en una distribución estadística de la información de los datos atmosféricos. En el caso de la temperatura, los valores extremos de temperatura

máxima son los que se pueden considerar de peligro. Si se considera el percentil 95% de la temperatura máxima, estos corresponden en gran parte del estado a aquellos mayores a los 38°C, principalmente hacia la zona sureste de la entidad, en las partes bajas (Fig. 2.3a). Si se considera el percentil 99% como condición extrema (probabilidad de ocurrir de sólo el 1%), los valores pueden ser cercanos a los 40°C (Fig. 2.3b).

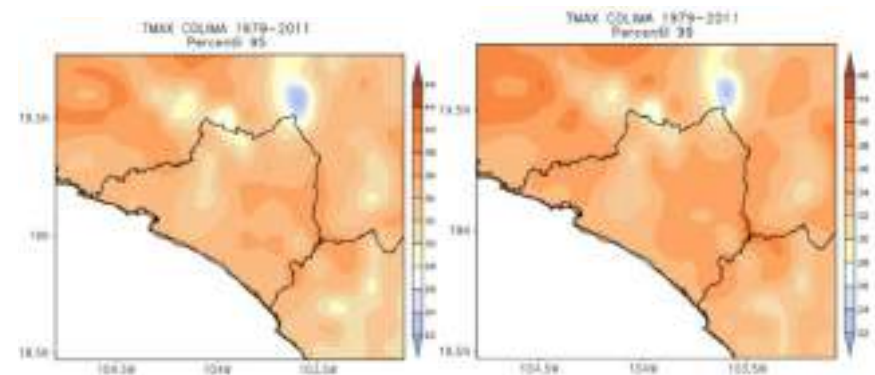


Figura 2.3 Condiciones extremas de temperatura máxima (°C) en Colima, determinadas por el percentil a) 95% y b) 99%.

En el caso de la precipitación, las lluvias intensas pueden estar asociadas a tormentas aisladas o a sistemas organizados como los ciclones tropicales. Un análisis de los valores extremos de la lluvia muestra con claridad la importancia de los huracanes en las condiciones de lluvia hacia la costa del estado de Colima (Fig. 2.4a), con más de 50 mm/día. Cuando se considera el percentil 99%, las lluvias hacia las zonas costeras alcanzan valores cercanos a los 100mm/día (Fig. 2.4b), lo que puede producir inundaciones. Tales valores se alcanzan principalmente bajo condiciones de afectación de un ciclón tropical.

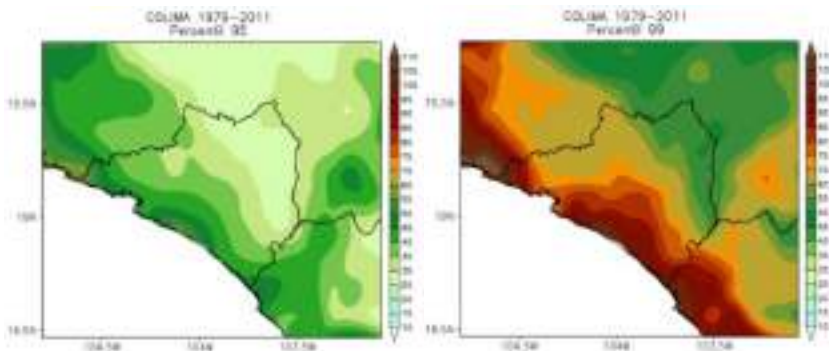


Figura 2.4. Condiciones extremas de precipitación diaria (mm/día) en Colima, determinadas por el percentil a) 95% y b) 99%.

Los ciclones tropicales constituyen por tanto un elemento esencial en la temporada de lluvias de verano en México. Por ejemplo, en el Océano Pacífico del Este, los ciclones tropicales contribuyen con el 20-60% de la lluvia total en algunos lugares de la costa (Englehart y Douglas 2001; 2002). Sin embargo, los vientos, las mareas de tormenta y las precipitaciones asociadas son un peligro importante. La actividad de ciclones tropicales en el Pacífico del Este muestra ciertas tendencias en décadas recientes. Usando la escala Saffir-Simpson (SS) es posible detectar un incremento en la actividad de ciclones tropicales intensos, con respecto a los considerados débiles. Esto se debe a que, al parecer, más ciclones tropicales alcanzan categorías SS superiores a 2 o 3 (Domínguez, 2012)

#### VARIACIONES DE BAJA FRECUENCIA Y TENDENCIAS DEL CLIMA EN COLIMA

Ya sean lluvias, temperaturas, vientos o humedad, cualquier condición fuera del rango considerado normal incrementa el riesgo. Para detectar tendencias en condiciones climáticas es posible analizar datos de estaciones o de análisis. Por ejemplo, es posible detectar la tendencia al calentamiento analizando la actividad (frecuencia) de días calurosos en décadas recientes o calculando la tendencia en la serie de temperatura. La temperatura máxima en la ciudad de

Colima fluctúa en un rango entre 20 y 43°C, pero además de las fluctuaciones diarias, existen oscilaciones de baja frecuencia. Las décadas de los 50 y 60 fueron relativamente calurosas mientras que las de los 70 y 80 fueron menos calurosas. A partir de los años 90 las temperaturas máximas se incrementan nuevamente declinando hacia los años más recientes (2012 y 2013). Dicho comportamiento muestra más como una oscilación de baja frecuencia que una tendencia, como lo sugieren Pavía *et. al.* (2009).

T máx diaria y no. de días/año con T máx >35 C por década

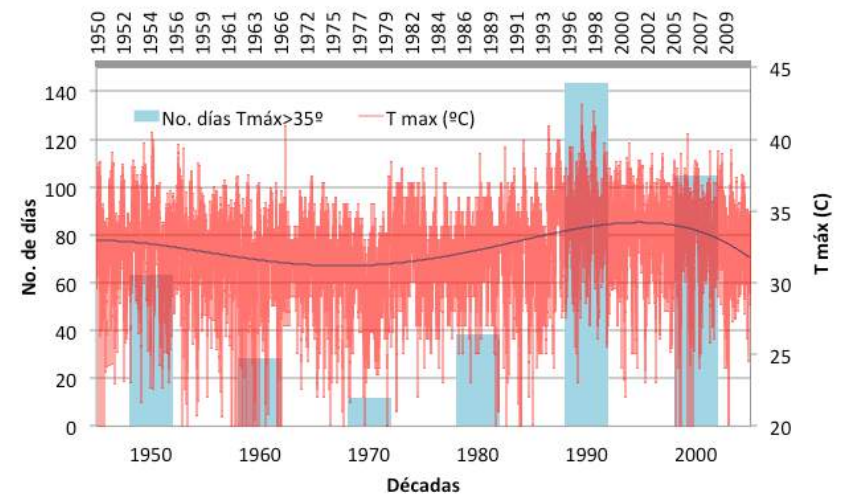


Figura 2.5 Temperatura máxima diaria (°C) entre 1950 y 2011, en Colima, Colima (línea roja) y su versión suavizada (línea púrpura). Las barras azules indican el número de días en un año promedio por década, en que se rebasan los 35°C.

Sin embargo, el número de días por década, en que en un año promedio se rebasan los 35°C de temperatura máxima diaria, muestra una tendencia positiva en décadas recientes (Fig. 2.5). El peligro por ondas de calor está aumentando en las décadas recientes en la ciudad de Colima y en otras ciudades del estado como por ejemplo en Tecomán, principalmente desde la década de los noventa (Fig. 2.6).



Figura 2.6. Número de días por año en que la temperatura máxima en Tecomán, Colima rebasa los 35°C.

En cuanto a la actividad de eventos de precipitación intensa, la ciudad de Colima no parece mostrar una tendencia clara, sino una variación de baja frecuencia, pero de poca amplitud. Tecomán sí parece mostrar una ligera tendencia a un mayor número de eventos de precipitación intensa ( $pcp > 30 \text{ mm/día}$ ) (Fig 2.7).



Figura 2.7. Número de días en que la precipitación es igual o mayor a 30mm/día en la ciudad de Tecomán, Colima entre 1955 y 2011.

Un análisis espacial de lluvias intensas para el estado de Colima, a partir del percentil 95% de la precipitación diaria indica que en la mayor parte del estado hay una ligera tendencia a que las lluvias fuertes sean de mayor intensidad (Fig. 2.8). Variaciones con contrastes espaciales regionales en el clima pueden deberse a forzantes diferentes que el radiativo por efecto de un aumento en los GEI. Las incertidumbres en los forzamientos y en las respuestas de los modelos climáticos de temperatura “a forzamientos individuales”, y la dificultad para distinguir los patrones de respuesta de la temperatura debido a los gases de efecto invernadero (GEI) y otros forzamientos antropogénicos impiden una cuantificación más precisa de los cambios de temperatura atribuibles a GEI (IPCC 2013).

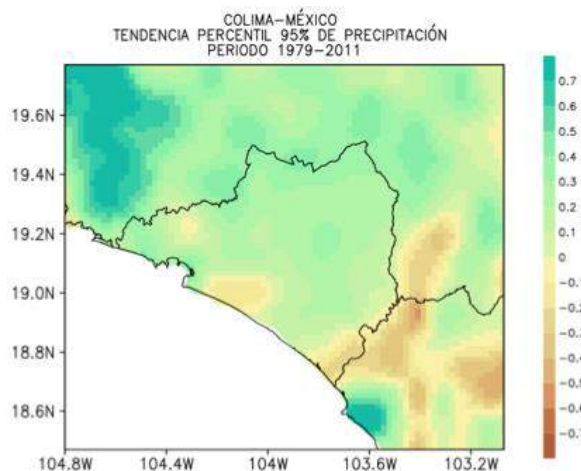


Figura 2.8. Tendencia del percentil 95% de la precipitación diaria en el estado de Colima entre 1979 y 2011.

La temperatura en Colima sin embargo, no muestra tendencias definidas en las décadas más recientes (entre 1979 y 2011). Las variaciones recientes parecen estar en mayor medida moduladas por la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) (Pavía et al 2009). La robustez de la atribución, dependerá de la capacidad de los modelos de reproducir el clima en escalas regionales. Por ello, es conveniente, en la caracterización del peligro climático, hablar en general de un clima cambiante, más que del cambio climático por GEI.

Una de las variables climáticas de especial importancia, pero pocas veces considerada, es la humedad atmosférica cerca de la superficie. La humedad puede determinar condiciones de confort humano y animal, así como condiciones para el desarrollo de ciertos tipos de vegetación. En el estado de Colima, la humedad específica del aire también muestra variaciones de baja frecuencia con un periodo menos húmedo entre los 80 y 90, pero con algunos de los periodos más húmedos en años recientes (Fig. 2.9). Como en los casos anteriores, la amplitud de las oscilaciones de baja frecuencia en el periodo 1979-2011 parece ser más clara que cualquier tendencia de largo plazo.

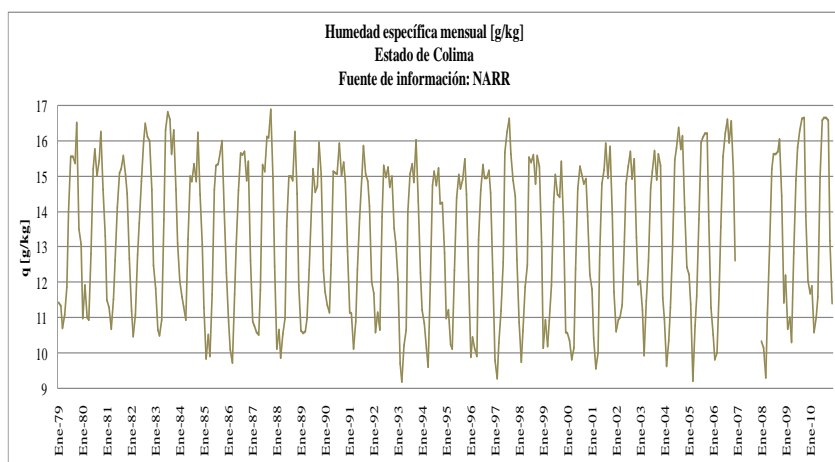


Figura 2.9. Comportamiento de la humedad específica (g/kg) promedio mensual y espacial sobre el estado de Colima entre 1979 y 2011



Figura 2.10 Variaciones y tendencia en el nivel medio del mar en el Puerto de Manzanillo, Colima. (Fuente: Servicio Mareográfico Nacional).

## NIVEL DEL MAR

La elevación del nivel del mar constituye un peligro importante en el contexto del cambio climático (Grinsted, *et al.*, 2009). Los factores que contribuyen a dicho proceso son, la expansión térmica y la fusión del hielo por el proceso de calentamiento global. Las estimaciones del siglo XX muestran que, el nivel medio mundial del mar, se elevó a una tasa de unos 1.7 mm/año (IPCC, 2007). Las proyecciones presentadas por el IPCC (2007) sugieren incrementos de nivel del mar de 18 a 59 cm hacia finales del siglo XXI.

Las mediciones del Servicio Mareográfico Nacional indican que en el caso de Manzanillo, Colima, el ascenso del nivel del mar se ha dado a una tasa de poco más de 3 mm/año durante la segunda mitad del s. XX (Fig. 26). Las variaciones interanuales e interdecadales son pronunciadas y están relacionadas con fenómenos como ENSO (Vázquez-Botello, 2008).

El incremento del nivel del mar aumenta la profundidad de la columna de agua, disminuyendo la fricción del fondo, induciendo un oleaje con mayor energía que se presenta en la línea de costa. Por ejemplo: sí se elevara 1 m el nivel del mar sobre una plataforma de 10 m de ancho y 10 m de profundidad, una ola aumenta su altura un 3%. Aún más, la velocidad de fase de la onda se incrementa y sus efectos por tanto pueden ser mayores en regiones costeras. Esta situación se vuelve particularmente importante en el caso de la marea de tormenta provocada por ciclones tropicales.

## EL RETO DE PROYECTAR EL CLIMA REGIONAL

En estudios de cambio climático ha sido práctica común recurrir a reducciones de escala de las salidas de modelos de clima, para darle una interpretación regional a las proyecciones de cambios en las condiciones de gran escala (Magaña *et al.*, 2012). La mayoría de las veces se recurre a métodos estadísticos para interpretar las salidas de los modelos como los usados por el IPCC (2007), aunque en ocasiones se pueden utilizar modelos dinámicos, con alta resolución espacial con la esperanza de que se capturen los fenómenos de mesoescala que determinan el clima a nivel regional. Dichas aproximaciones han sido

cuestionadas por las limitaciones que los modelos de baja y alta resolución tienen en simular los fenómenos que son clave para el clima (Pielke *et. al.*, 2012). Tal es el caso del clima de Colima, que depende de factores de mesoescala, así como de condiciones de gran escala que no son simulados adecuadamente por modelos climáticos. Vale la pena mencionar que el clima de Colima, como el de gran parte del país, exhibe ciertas tendencias positivas en la precipitación, por ejemplo en el s. XX, que van en dirección opuesta a lo que la mayoría de los modelos climáticos sugieren (ver por ejemplo IPCC, 2007). Parte de estas tendencias podría estar relacionada con forzantes del clima regional no considerados en la mayoría de los escenarios presentados hasta ahora.



## VULNERABILIDAD EN LA ZONA COSTERA DE COLIMA

### CONTEXTO DE LA VULNERABILIDAD COSTERA

Desde sus inicios y a lo largo de la historia, el hombre ha tratado de comprender los fenómenos de la naturaleza, principalmente aquellos que tienen gran impacto sobre el medio en donde se desarrollaban y que apostaban su vida. Uno de ellos son los fenómenos hidrometeorológicos como los huracanes y la marea de tormenta, entre otros, que afectan desmedidamente a las poblaciones humanas. Con el surgimiento de las ciudades, creció la importancia por estudiar a fondo estos procesos de la naturaleza que afectaban directamente a la población y su economía (Morss *et al.*, 2011; Corona-Morales y Ramírez-Herrera, 2012). Todo esto, aunado a las evidencias mundiales de cambios significativos en la dinámica marina debido al cambio climático global, motivó que la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC) requiriera a los estados miembros la implementación de medidas concretas para adaptarse al ascenso del nivel y demás efectos del cambio climático en la costa.

Las ciudades son el núcleo del desarrollo, principalmente aquellas que se localizan en áreas clave para la economía, como la costa, que por su ubicación y la disponibilidad de recursos, tienen una importante inyección de capitales en sectores como el turismo, la industria, la explotación de recursos, el comercio nacional e internacional, entre otros, lo que se traduce en un intenso y acelerado desarrollo urbano y poblacional. Sin embargo las ciudades costeras se encuentran sobre una región altamente dinámica, en donde interactúan el océano, el continente y la atmósfera, lo que se traduce en una alta incidencia de fenómenos hidrometeorológicos, que tienen importantes efectos sobre la población y su economía, ya que han llegado a causar grandes pérdidas humanas y materiales cuando se presentan. (Bowen y Riley, 2003; De Sherbinin *et al.*, 2007; McGranahan *et al.*, 2007).

La costa del Estado de Colima por su localización en el litoral del Océano Pacífico, está sujeta a una alta incidencia de huracanes, donde los Municipios costeros de Manzanillo, Armería y Tecomán son los más expuestos. Un claro ejemplo fue el Huracán Greg en 1999, Lane en el 2000, Kenna en el 2002 y más recientemente Jova en el 2011. Estos huracanes causaron severas inundaciones, el colapso de infraestructura urbana y la destrucción de viviendas y otras propiedades, dejando miles de damnificados y pérdidas humanas. Tales acontecimientos dejan en claro la gran importancia que tiene el conocer las zonas de peligro, las características de vulnerabilidad de la población y las áreas de riesgo, con el fin de mitigar el impacto y proponer medidas que permitan disminuir los efectos de estos fenómenos en la población. La Tabla 1 presenta algunos de los ciclones históricos cercanos a la costa de Colima (SEDESOL, 2012), además de las tormentas tropicales Olaf 2003, Dora 2005, Odile 2008, Andres 2009 y el Huracán Beatriz 2011 de categoría 1.

Se han analizado las tendencias, para toda la costa de Colima, de diversos parámetros representativos de los regímenes medio y extremal del clima marítimo. Estos parámetros son los que se han considerado fundamentales para analizar los forzamientos cuyas variaciones inducidas en el cambio climático pueden tener efectos reseñables en los diferentes elementos que configuran la zona costera.

Tabla 1: ciclones tropicales históricos en el océano pacífico con trayectorias cercanas a las costas de colima, fuente: Trani García *et al.* (2013).

No. de (Ciclo)	Nombre	Viento máximo (km/h)	Precip. máxima (mm)	Periodo	Categoría máxima de afectación	Viento máximo de afectación (km/h)	Precipitación máxima de afectación (mm)
23	H5 #15	250	958	del 25-28 OCT de 1959	H-5	250	50
24	TT LOBRANE	83	-	del 4 y 5 OCT de 1966	T-T	83	70
44	H2 BRIDGET	157	-	del 14-26 JUN de 1971	H-1	138	24
49	H1 AMYETTE	139	993	del 1 y 11 JUN de 1972	T-T	100	62
51	TT ALETTA	63	990	del 28-30 MAR de 1974	T-T	63	9
54	TT ELEANOR	65	-	del 10-12 JUN de 1975	T-T	65	66
57	H2 ANDRÉS	157	-	del 21 AGO a JUN de 1978	H-1	130	60
60	H4 WENZEL	213	948	del 1 y 5 OCT de 1992	H-3	185	62
61	H3 WINFRED	183	960	del 6-10 OCT de 1992	H-3	185	39
65	H1 BORDS	148	979	del 27 JUN-1 JUL de 1998	H-1	138	21
97	TT OLAF	111	968	del 26 SEPT-13 OCT de 1997	T-T	56	29
99	TT NORMAN	74	998	del 20-22 SEP del 2000	T-T	74	46
96	TT JULIO	65	-	del 25-26 SEP del 2002	T-T	65	47

El primer parámetro representativo es describir y analizar el clima regional y sus variaciones, identificando los fenómenos que como amenaza están más relacionados al desastre. De acuerdo con Magaña (2010), la forma tradicional de describir el clima se refiere a condiciones medias anuales en un marco de clasificaciones climáticas.

El clima del estado de Colima es de tipo monzónico, con un ciclo anual bien definido, es decir, una temporada seca y otra lluviosa. La estacionalidad del clima se refleja también en las temperaturas, con los valores más elevados de temperatura máxima o mínima durante los meses de primavera y verano. Los contrastes temporales en la temperatura son en general menor que los contrastes espaciales. El clima, descrito en términos de temperatura media anual y precipitación acumulada, muestra la influencia que ejerce la orografía y la cercanía al mar. La temperatura media anual varía entre los 24°C, cerca de la costa y los 14°C, hacia las partes altas del volcán de Colima. La precipitación varía entre los 700 y 1200 mm/año.

En general, es más conveniente hacer referencia a los valores de temperatura máxima y mínima para hablar de procesos de cambio, ya que sus tendencias son de mayor relevancia que la temperatura media. Regionalmente, las temperaturas medias máximas son mayores en las partes bajas del estado y durante los meses de verano. Los valores promedio más elevados de temperatura máxima en el estado pueden ser cercanos a los 35°C, pero en días particulares pueden llegar a los 40°C, lo que se considera una amenaza para la salud de la población.

Otro parámetro representativo del clima marítimo es el cambio en el nivel medio del mar. Según el Servicio Mareográfico Nacional (SMN) con datos de un mareógrafo ubicado en Manzanillo, la tendencia del nivel del mar es de  $3.3 \pm 2.5$  mm/año (Fig. 1), con 95% de confianza, lo que implicaría que para el 2100 se tendría un aumento de 0.33 m. Este aumento conduciría a una pérdida de zona costera y un incremento en el riesgo de inundación para millones de personas para finales de siglo (Zavala et al., 2010, Magaña, 2010).



Figura 1. Variaciones y tendencia en el nivel medio del mar en el Puerto de Manzanillo, Colima. (Fuente: Servicio Mareográfico Nacional).

El incremento del nivel del mar aumenta la profundidad de la columna de agua, disminuyendo la fricción del fondo, induciendo un oleaje con mayor energía que

se presenta en la línea de costa. Por ejemplo: si se elevara un metro el nivel del mar sobre una plataforma de 10 m de ancho y 10 m de profundidad, una ola aumenta su altura un 3%. Aún más, la velocidad de fase de la onda se incrementa y sus efectos, por tanto, pueden ser mayores en regiones costeras. Esta situación se vuelve particularmente importante en el caso de la marea de tormenta, provocada por ciclones tropicales (Magaña, 2010), Figuras 2, 3 y 4 al final del texto.

Otro factor que contribuye al incremento en el nivel del mar es el derretimiento de los glaciares, los casquetes polares y los mantos de hielo. El derretimiento de los glaciares y de los casquetes polares adicionó  $0.77 \pm 0.22$  mm año<sup>-1</sup> a la elevación del nivel del mar entre 1991 y 2004 (IPCC, 2007, citado por Magaña, 2010).

## FACTORES DE VULNERABILIDAD COSTERA PARA COLIMA.

---

La Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo: Fenómenos Hidrometeorológicos (CENAPRED, 2006b), establece la estimación de la vulnerabilidad por inundación de marea de tormenta, denominado vulnerabilidad física, solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus viviendas, ya que se considera que las inundaciones ocurren lentamente, habiendo tiempo suficiente para la evacuación, de tal modo que la vida de los habitantes no se exponga. Sin embargo, para la estimación de la vulnerabilidad es importante considerar los aspectos socio-económicos, de educación y salud. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO) realizaron una clasificación de las localidades rurales (<2,500 habitantes) y urbanas (área geoestadística básica – AGEB- urbana) (>2,500 habitantes), con base en aspectos socio-económicos, de educación y salud. Se denomina Índice o Grado de Marginación, y se utiliza para estimar la vulnerabilidad de las localidades rurales (<2,500 habitantes) y urbanas (>2,500 habitantes).

Un AGEB urbano está formada por un conjunto de Manzanas (viviendas), perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores, etc. y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial o comercial; las cuales solamente se denominan así al interior de una localidades urbana (INEGI, 2014). El grado de marginación (INEGI-CONAPO) considera características socio-económicas de educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios, los cuales están representados por los siguientes indicadores: Población de 15 años o más analfabeta, Población de 15 años o más sin primaria terminada, viviendas sin drenaje ni excusado, viviendas sin energía eléctrica, viviendas sin agua entubada, viviendas con algún nivel de hacinamiento, viviendas con piso de tierra, población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos (CONAPO, 2012).

En el Marco de Políticas de Adaptación las acciones propuestas se priorizarán no sólo por la razón de costo y beneficio, sino también por su aceptación entre la sociedad, su equidad, los plazos que tomarán para mostrar resultados y las capacidades existentes para implementarlas. Las medidas de adaptación propuestas son sugeridas de acuerdo con el sector afectado y el peligro bajo consideración y se busca aplicarlas de manera transversal tomando en cuenta las políticas e instituciones nacionales existentes, que abren la oportunidad de financiamiento y en donde se cuenta con capacidad para su puesta en marcha.

## RIESGO Y SU MATERIALIZACIÓN EN DESASTRE

---

Con base en las acciones y medidas de mitigación en materia de ordenamiento ecológico y urbano, protección civil, y reglamento de construcción, estos últimos con fundamento en el Marco Federal, Estatal y Municipal y con criterios de desarrollo sostenible que buscan el desarrollo económico, la mejora de la calidad de vida y la protección al ambiente, se propone lo siguiente:

- Delimitar correctamente la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) estableciendo con precisión los límites de las propiedades y edificaciones para los tres municipios costeros. Así como regular las concesiones en esta área para futuros desarrollos cumpliendo con la Ley General de Bienes



Nacionales y su Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar. En este sentido la ley General de Bienes Naturales establece que la ZOFEMAT estará constituida por la franja de 20 m de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas, la cual estará determinada por la cota máxima de marea. De ser así, se tendrá una mayor zona de playa y por ende una acumulación de sedimentos que amortiguan el impacto del oleaje y la marea de tormenta, sirviendo de protección natural ante los efectos de los ciclones tropicales.

- Dialogar con los actores pertinentes para reevaluar si la franja de 20 metros es suficiente para disminuir el riesgo de oleaje y fenómenos de marea.
- Permitir el flujo natural de sedimentos en los ríos y arroyos encauzados, cumpliendo con la Ley General de Bienes Naturales y su Reglamento, permitiendo el aporte natural y recuperación de los sedimentos en las playas, los cuales sirven para amortiguar los efectos del oleaje y la marea de tormenta.
- Agregar al Reglamento de Construcciones del Municipio de Manzanillo, Colima, un apartado referente a construcciones y propiedades próximas al mar, con características estructurales y muros de contención orientados a la disipación del oleaje y contención de la marea de tormenta.
- En materia de Protección civil, el diseño, creación y distribución de señales, avisos y espectaculares que cumplan con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. Colores, formas y símbolos a utilizar; que expliquen el fenómeno de oleaje y marea de tormenta, para la distribución y colocación en propiedades y edificaciones, accesos a la playa, zonas turísticas y de enramadas próximas al mar.
- Regular las actividades económicas y los desarrollos urbanos e industriales, en el sistema de dunas y evitar la pérdida de vegetación nativa. El desarrollo de actividades de alto impacto en este sistema, puede afectar severamente la dinámica y generar degradación, derivando en aumento del riesgo por los efectos del oleaje y la marea de tormenta sobre las localidades, desarrollos industriales y la carretera federal 200D. Cabe destacar que esta área es un

sitio importante de anidación de tortugas marinas, por lo que su protección es regida por las leyes antes mencionadas.

## LAS OPORTUNIDADES (PROGRAMAS DE GOBIERNO EN MARCHA)

---

Se cuenta con un marco legal y políticas asociadas que dictan las pautas para el desarrollo urbano y la protección de la población. Enmarcadas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que rige a México, de la cual se desprenden Leyes, Planes, Programas, Normas y Reglamentos a nivel Federal, Estatal y Municipal. Leyes Federales como la Ley General de Protección Civil, Ley de Planeación, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Asentamientos Humanos y Ley de Vivienda, de las cuales se desprenden los Planes y Programas Nacionales como el Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018, Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Programa de Ordenamiento General del Territorio, Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018, Programa de Vivienda Digna; Leyes Estatales encabezada por la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Colima, Ley de Protección Civil del Estado de Colima, Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Colima, Ley de Preservación Ambiental del Estado de Colima, Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima, Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Colima, de las cuales se desprenden los Planes, Programas y Reglamentos Estatales como Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015, Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima, Programa de Ordenamiento Territorial de la Costa del Estado de Colima, Reglamento de Zonificación del Estado de Colima; y a nivel Municipal los Planes y Programas como el Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2012-2015, Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local del Municipio de Manzanillo, Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Subcuenca Laguna de Cuyutlán, Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Manzanillo, Colima, Plan Municipal de Desarrollo de Armería 2012-2015, Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Armería, Colima, Plan Municipal de Desarrollo de Tecomán 2012-2015 y Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tecomán, Colima y los Reglamentos de Construcción de los Municipios.

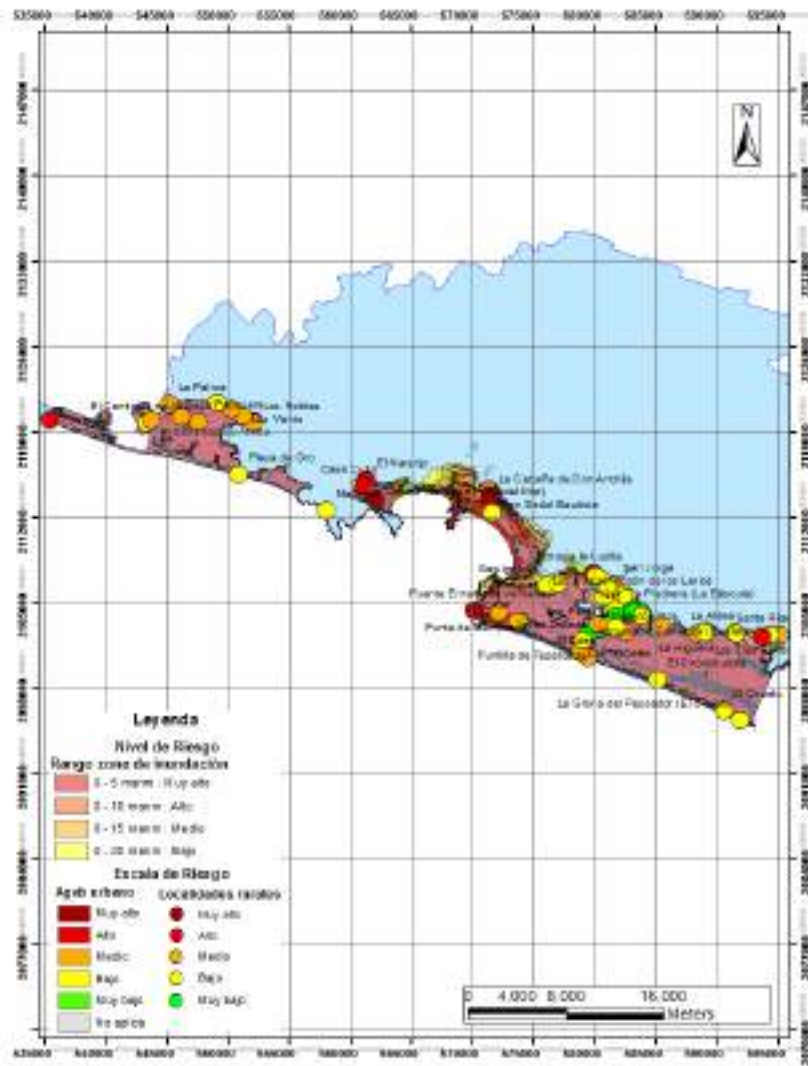


Figura 2. Zona de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Manzanillo.

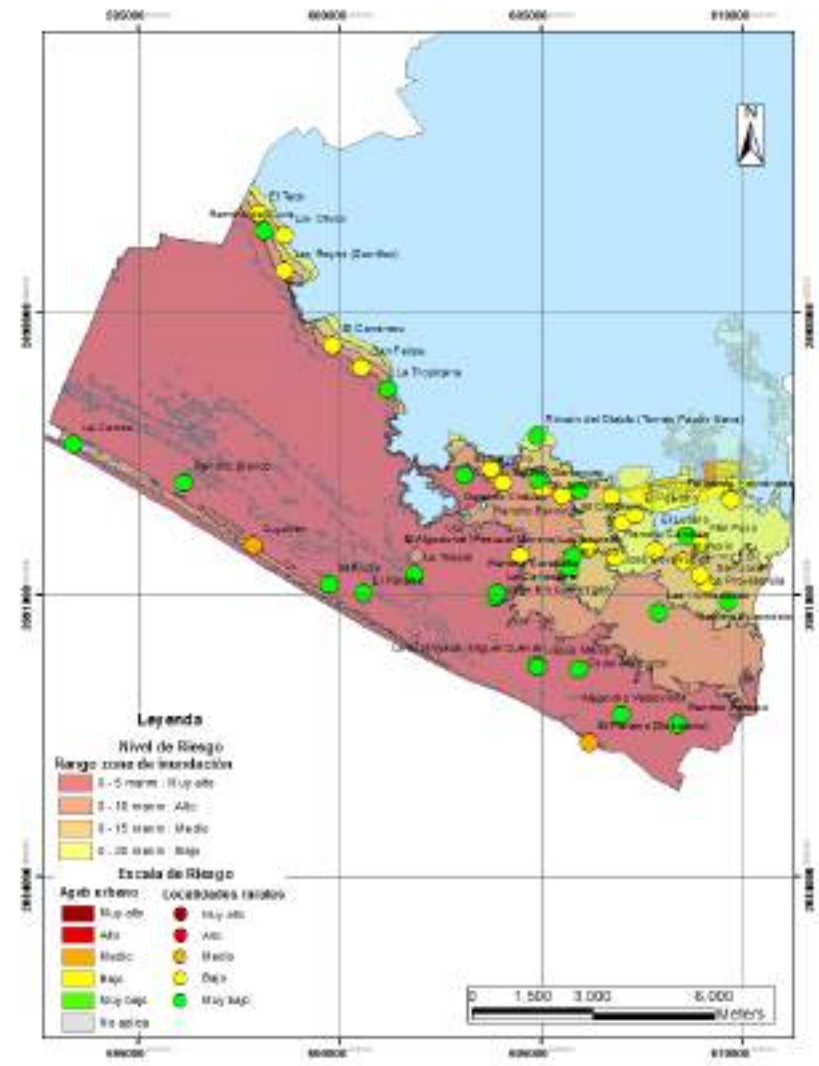


Figura 3. Zona de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Armería.

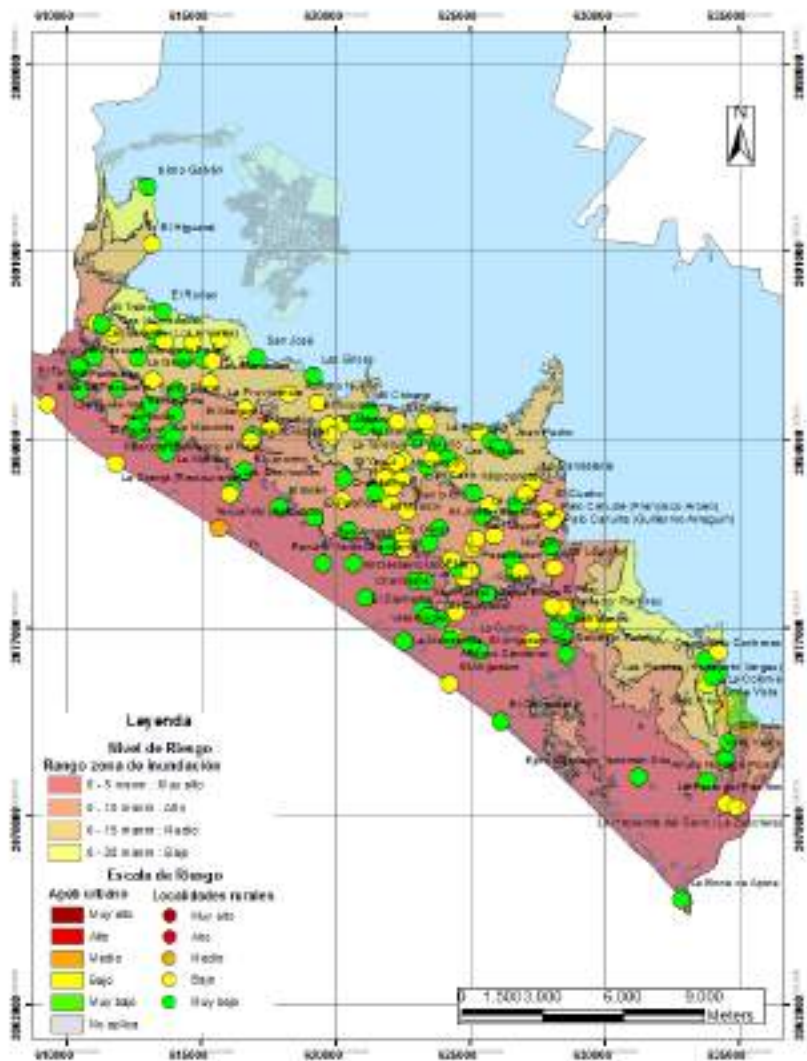


Figura 4. Zona de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Tecomán.

## ZONAS COSTERAS Y CICLONES TROPICALES



*Fig. 1.1 Asentamientos en Manzanillo y corte transversal de la pendiente de la costa hacia la calle, que la hace vulnerable a las mareas de tormenta por ciclón tropical (tomado de Google Earth).*

Por su ubicación geográfica (Fig. 1.1), las costas del estado de Colima están expuestas al impacto de ciclones tropicales. Entre 1981 y 2012, 59 ciclones tropicales afectaron las costas del estado, incluyendo tanto los casos en que el sistema tocó tierra, así como aquellos que por su cercanía (ojo del huracán a menos de 200 km de la costa) causaron daños por efecto de vientos intensos, marea de tormenta o lluvias fuertes. Los impactos de ciclones tropicales se relacionan esencialmente con pérdidas económicas y humanas (CENAPRED, 2012). Para generar escenarios del impacto potencial de ciclones tropicales, es

adecuado usar una aproximación de “abajo hacia arriba” es decir, estimar la vulnerabilidad en su carácter dinámico y multifactorial de forma cuantitativa (INECC, 2012). Los factores de vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos son esencialmente de tipo: social, físico y económico.

La vulnerabilidad social ante ciclones tropicales se relaciona con la densidad de población, es decir con el número de personas expuestas (Fig. 1.2). La exposición ha aumentado significativamente entre 1980 y 2010, debido al crecimiento demográfico y un aumento en el número de población flotante (turismo), sobre todo en el Municipio de Manzanillo y en la capital, Colima (Fig. 29). Armería y Tecmán mantienen el factor de vulnerabilidad por densidad de población, sin grandes variaciones en las tres décadas recientes. Es claro que no todos son vulnerables en estos sitios, por lo que la vulnerabilidad a ciclones tropicales se estima en combinación con otros factores.

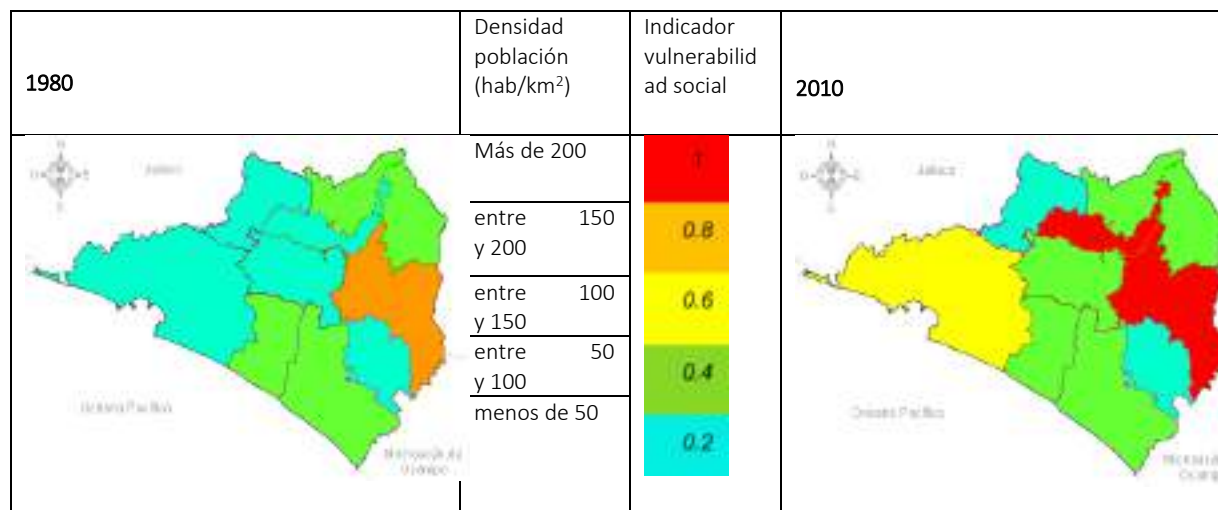


Figura 1.2. Indicador de vulnerabilidad por densidad de población en el estado de Colima, en 1980 (izq.) y 2010 (der). (Conapo, 2012)

La vulnerabilidad física se debe a las características de la costa y el tipo de asentamientos humanos (construcciones). Entre los factores físicos que hacen vulnerables ciertas regiones está la pendiente. Asignando valores entre 0 y 1 se tiene que los municipios de Armería y Tecmán son medianamente vulnerables por factores físicos a los efectos de la marea de tormenta, principalmente en relación con las características (materiales de construcción) de la vivienda. En años recientes, el número de viviendas con materiales considerados resistentes ha aumentado en los municipios costeros de Colima, principalmente en Manzanillo (Fig. 1.3). La comparación entre las condiciones de las viviendas en 1980 y 2010 indica que al contarse con un mayor porcentaje de viviendas resistentes, la vulnerabilidad por este factor ha disminuido.

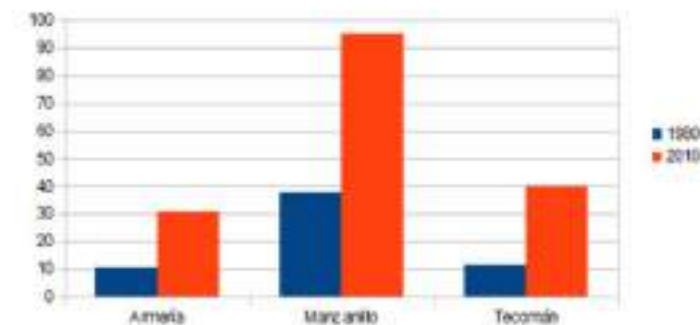


Fig. 1.3 Porcentajes de viviendas construidas con materiales resistentes (ladrillo, cemento) para 1980 (barras azules), y para 2010 (barras rojas) (Conapo, 2012).

La condición de la vivienda depende en buena medida de la condición económica de las personas que la habitan y por ello siguen siendo vulnerables los municipios de Tecmán y Armería. Parte de la estrategia de apoyos a familias de escasos recursos debe encaminarse a mejoras en la condición de la vivienda.



La infraestructura en Manzanillo es de mucho mayor valor que la existente en otros municipios costeros del estado; esto le genera una vulnerabilidad económica mayor (Fig. 1.4). La vulnerabilidad económica puede ser expresada en función del número de bienes expuestos, como hoteles, instalaciones de suministros de energía y puertos, que en caso de ser dañados por un ciclón tropical, podrían derivar en importantes costos para el estado y la economía estatal.



Figura 1.4. Niveles de vulnerabilidad en los municipios costeros de colima, en relación con el valor de los bienes expuestos 2010.

Un aspecto de vulnerabilidad física al que con frecuencia se le presta poca atención son las barreras naturales que forman los arrecifes de coral y manglares. Pero el servicio que prestan depende de su estado de conservación. Desafortunadamente, en colima muchos de estos ecosistemas se encuentran deteriorados por falta de programas de protección (ver cambio de uso de suelo INE, 2014). Una acción de adaptación, principalmente ante la marea de tormenta de los ciclones tropicales, sería conservar o recuperar estas barreras naturales.

En resumen, la vulnerabilidad ante ciclones tropicales en los municipios costeros de colima resulta de la combinación de los factores físicos, sociales y económicos, como los analizados aquí. El peso que se dé a cada uno de ellos para obtener un índice de vulnerabilidad compuesto depende del aspecto de interés. Así por ejemplo, el sector de la protección civil estará más interesado en la vida de las personas y su seguridad, que en la resistencia misma de la infraestructura. En tal caso se daría mayor importancia a los factores relacionados con densidad de población, ubicación del asentamiento (sobre el nivel del mar) y características de la vivienda. El trabajo debe entonces centrarse en los municipios de Armería y Tecomán, más que en manzanillo. Sin embargo, cuando se trate de reducir riesgo de pérdidas de infraestructura, manzanillo tendrá prioridad, pues en el caso de las instituciones encargadas del aseguramiento o la recuperación del desastre, los factores de vulnerabilidad económica son los que pueden adquirir mayor peso en el valor final de la vulnerabilidad.

Como en cualquier análisis de riesgo, se debe considerar si los efectos de marea de tormenta o vientos (peligro) varían de municipio en municipio, o de lugar en lugar, para así determinar el nivel de riesgo que han enfrentado, enfrentan y enfrentarán. Por lo general, el peligro por marea de tormenta o vientos intensos en la zona costera de colima, es relativamente uniforme, por lo que los contrastes de riesgo estarán dados esencialmente por la vulnerabilidad. Un análisis más detallado de las diferencias en el oleaje y los vientos por factores locales, deberá ser realizado si se desea definir acciones puntuales de adaptación ante cambio climático, por ejemplo, para la bahía de manzanillo.

Con base en las acciones y medidas de mitigación en materia de ordenamiento ecológico y urbano, protección civil, y reglamento de construcción, estos últimos con fundamento en el marco federal, estatal y municipal y con criterios de desarrollo sostenible que buscan el desarrollo económico, la mejora de la calidad de vida y la protección al ambiente, se pueden explorar acciones de adaptación que consideren:

- Delimitar correctamente la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) estableciendo con precisión los límites de las propiedades y edificaciones para los tres municipios costeros. La ley general de bienes naturales establece que la ZOFEMAT estará constituida por la faja de 20 m de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas, la cual estará determinada por la cota máxima de marea. De cumplirse esta reglamentación, o incluso aumentarse, se tendrá una mayor zona de playa y por ende una acumulación de sedimentos que amortiguan el impacto del oleaje y la marea de tormenta, sirviendo de protección natural ante los efectos de los ciclones tropicales.
- Regular las concesiones en esta área para futuros desarrollos, cumpliendo con la ley general de bienes nacionales y su reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.
- Permitir el flujo natural de sedimentos en los ríos y arroyos encauzados, cumpliendo con la ley general de bienes nacionales y su reglamento. Esto permitirá el aporte natural y recuperación de los sedimentos en las playas, que sirven para amortiguar los efectos del oleaje y la marea de tormenta.
- Agregar al reglamento de construcciones del municipio de manzanillo, colima, un apartado referente a construcciones y propiedades próximas al mar, con características estructurales

y muros de contención orientados a la disipación del oleaje y contención de la marea de tormenta.

- En materia de protección civil, el diseño, creación y distribución de señales, avisos y espectaculares deberán cumplir con la norma oficial mexicana nom-003-segob-2011, señales y avisos para protección civil, con colores, formas y símbolos a utilizar, que expliquen el fenómeno de oleaje y marea de tormenta, para la distribución y colocación en propiedades y edificaciones, accesos a la playa, zonas turísticas y de enramadas próximas al mar.
- Regular las actividades económicas y los desarrollos urbanos e industriales, en el sistema de dunas, evitando también la pérdida de vegetación nativa. El desarrollo de actividades de alto impacto ambiental en este sistema, puede afectar severamente la dinámica costera y generar degradación, derivando en aumento del riesgo por los efectos del oleaje y la marea de tormenta sobre las localidades, desarrollos industriales y la carretera federal 200d. Cabe destacar que esta área es un sitio importante de anidación de tortugas marinas, por lo que su protección es regida por las leyes antes mencionadas.

### LA GESTIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS.

Los peligros más importantes están relacionados con el paso de ciclones tropicales por el Pacífico del este y las condiciones de viento y marea de tormenta que generan. Bajo cambio climático, el aumento del nivel del mar inducirá mayor amplitud y velocidad en las ondas que lleguen a la costa.

Los más vulnerables son los que habitan en zonas cercanas a la costa y los asentamientos al nivel del mar, a alturas menores a 5 msnm, en casas frágiles a vientos intensos, y en zonas donde se ha perdido la cobertura de manglar. Tal es el caso de los municipios de Armería y Tecomán. El limitado o inapropiado uso de la información meteorológica y climática en la toma de acciones preventivas hace vulnerables a estas zonas, por lo que adicionalmente al sistema de alerta temprana ante ciclones tropicales, es conveniente diseñar acciones específicas de prevención a nivel local. El conocimiento de la zona por los habitantes resulta un elemento de gran valor. Pero dicha ventaja sólo puede aprovecharse cuando la gente tiene una adecuada percepción del riesgo y su vulnerabilidad. El apoyo de fondos para la prevención puede estar enfocado a mejorar las condiciones de las viviendas, la percepción del riesgo y el diseño de acciones preventivas específicas de la región. Por ello una acción central de la gestión del riesgo es:

- Desarrollo y/o fortalecimiento de una cultura de la gestión del riesgo entre la población en general.

Estructuralmente se debe trabajar en:

Considerar medidas en las normas de construcción para hacer más resistente la infraestructura de alto valor económico, principalmente en el municipio de Manzanillo (hoteles, restaurantes, CFE).

---

EN EL MEDIANO Y LARGO PLAZO SE DEBEN CONSIDERAR ACCIONES DE ADAPTACIÓN QUE IMPLEMENTEN:

---

- I) reordenamiento territorial y planeación del crecimiento en las ciudades costeras, siguiendo los lineamientos de atlas de riesgo dinámicos mejorando el modelo de ocupación del territorio bajo diversos escenarios.
- 

---

II) Normas de construcción costera (en hoteles y grandes edificaciones) que consideren el efecto de vientos de ciclones tropicales (en infraestructura turística), además de nuevos diseños y materiales.

III) Desarrollo de atlas de riesgo dinámicos a nivel municipal que sean comunicados a la población para que conozcan su nivel de vulnerabilidad y diseñen acciones que puedan resultar en disminución de riesgo.

IV) Diseño de sistemas de alerta temprana ante ciclones tropicales que tomen en cuenta las características de los municipios costeros de colima, con una clara definición de PLAN A de acción antes, durante y después del paso de un ciclón. Adicionalmente, la construcción de un plan b local para el caso de la población flotante, especialmente del sector turismo.

---

---

EN UNA SEGUNDA FASE DE ACCIÓN ANTE CAMBIO CLIMÁTICO, ES NECESARIO PROFUNDIZAR EN ESTUDIOS RELACIONADOS CON:

---

I) Análisis del impacto de marea de tormenta a nivel municipal, que lleve al desarrollo de atlas de riesgo dinámico. Posible financiamiento de FOPREDEN o de PACCMUN. Fondos estatales.

II) Estudios de comunicación de riesgo con la sociedad para generar un nivel de percepción entre actores involucrados. Revisión de las acciones recomendadas en el sistema de alerta temprana ante huracanes.

---



---

III) Actualización de los planes de ordenamiento ecológico (ya existente) con consideración especial de las zonas costeras, incluyendo los planes de conservación de manglares.

IV) Escenarios de impacto de marea de tormenta bajo diversos modelos de desarrollo de infraestructura urbana.

---

---

LOS ACTORES CLAVE INVOLUCRADOS SON:

---

I) Autoridades de Protección Civil de los municipios costeros de Colima.

II) Sociedad civil.

III) Secretaría de Comunicaciones y Transportes (sector carretero y portuario).

IV) Sector Académico.

V) Medios de comunicación.

---

## COMPONENTES PESQUERO Y ACUICOLA

---

### CONTEXTO DEL SECTOR ACUÍCOLA Y PESQUERO

---

La información relacionada con el registro de la actividad pesquera en el estado de Colima dio inicio a partir de 1955, en la cual sólo consideraba al Puerto de Manzanillo en dicho sector, con apenas 273 pescadores. No obstante, estadísticas más recientes reportan una población pesquera no inscrita oficialmente que es de 2,209 individuos (SAGARPA 2011). En los últimos diez años, el crecimiento del sector acuícola ha experimentado un crecimiento muy significativo, actualmente está conformado por 106 unidades de producción acuícola (UPAs), que genera alrededor de 200 empleos directos y 500 indirectos.

La actividad acuícola-pesquera contribuye de forma relevante a la generación de empleos y alimentos ricos en proteína y de bajo costo, que se refleja en las estadísticas oficiales del 2012 donde la producción en el estado alcanzó las 31,893 toneladas y contribuyó con el 1.88 % de la producción pesquera nacional (SAGARPA, 2013). Sin embargo, desde un punto de vista ambiental, el sector está atravesando graves problemas que repercuten en una notable y continua reducción de las poblaciones de peces y en la destrucción de los fondos marinos. Como consecuencia de todo ello, se observa una clara disminución de las capturas, una importante reducción del número de empleos y un empeoramiento de las condiciones de vida de las personas que viven de la pesca, especialmente las que trabajan en la pesca artesanal. Por su parte, la producción acuícola durante 2010 en el estado de Colima fue de 1,628.5 toneladas. Destaca por su importancia, el cultivo de camarón que representó el 85% (1,384 toneladas) del total, mientras que el cultivo de tilapia contribuyó con el 15% restante (244 toneladas).

### LOS PELIGROS CLIMÁTICOS (EVIDENCIA DE QUE SON PELIGROS Y TENDENCIAS)

---

El ejercicio de la pesca en el estado de Colima es considerado como uno de los trabajos con alto riesgo por enfrentar condiciones de peligro al estar a expensas a fenómenos hidrometeorológicos (ciclones tropicales, pérdida de la línea costera, intensas lluvias), así como a cambios ambientales y/o de influencia antropogénica (cambios en abundancia pesquera por efecto de El Niño/Oscilación del Sur –ENSO-, mareas rojas, desecación de cuerpos lagunares, aumento del riesgo de episodios contaminantes asociados al incremento del transporte marino, especies invasivas, sobreexplotación de ciertos recursos pesqueros, entre otros), que irrumpen con el ejercicio de la pesca (Cano-Gonzales 2006). En general, existen insuficiencias en la aplicación de medidas de seguridad en el mar (equipos de comunicación y navegación tales como GPS y/o radio VHF), lo que incrementa el riesgo de accidentes y siniestros, que ocurren, según nuestra información de campo, al menos 2-3 por año. Esto en gran medida como consecuencia del escaso mantenimiento y/o la modernización de las embarcaciones usadas.

Existen antecedentes sobre la alta ocurrencia de huracanes en el estado de Colima, y sus respectivos efectos sobre la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia, incluso en zonas distantes a la playa (Padilla-Lozoya, 2007). Esto se asocia al creciente incremento de la infraestructura acuícola asociada, mucha de ella, a los alrededores de cauces de ríos y/o sistemas lagunares. En octubre de 2011, por ejemplo, las costas de Colima fueron afectadas por el paso del huracán Jova. Los daños en el sector acuícola ascendieron a varios millones de pesos, relacionados con pérdida de infraestructura, insumos y equipos operativos, así como el deterioro en caminos/accesos, redes eléctricas.

### VULNERABILIDAD DEL SECTOR ACUÍCOLA Y PESQUERO Y SU DINÁMICA

---

En general en el ejercicio de la pesca en Colima, existen insuficiencias en la aplicación de medidas de seguridad en el mar, lo que incrementa el grado de vulnerabilidad del sector ante los principales fenómenos como ciclones tropicales, inundaciones, mareas rojas. Este estado de susceptibilidad se potencializa al considerar las condiciones precarias, sobre todo de la pesca

riverña y aquella asociada a cuerpos costeros (no contar con contrato de trabajo, asistencia médica, pensión, o carencias de seguros de vida y/o médicos).

Con base en el cálculo de la vulnerabilidad por municipios del estado de Colima, se observaron mayores valores en Manzanillo, Colima y Tecomán, le siguen Villa de Álvarez, Armería y Coquimatlán. Por el contrario, los menores valores se encontraron en Comala, Ixtlahuacán y Minatitlán. En general los valores más altos en los componentes de sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación corresponde a los mismos municipios de Manzanillo, Colima y Tecomán (Tabla 1). Adicionalmente, y respecto a la información de campo recabada, se reconoce que dicho sector fue más vulnerable a lluvias intensas e inundaciones y en el caso específico del sector tilapia, el escaso nivel de desarrollo tecnológico, le confiere mayor vulnerabilidad ante posibles eventos de orden sanitarios.

Municipio	E	S	CA	V
Armería	0.13	0.03	0.03	0.13
Colima	0.26	0.16	0.13	0.28
Comala	0.09	0.02	0.02	0.09
Coquimatlán	0.12	0.02	0.02	0.12
Cuauhtémoc	0.11	0.03	0.02	0.11
Ixtlahuacán	0.09	0.01	0.00	0.09
Manzanillo	0.34	0.18	0.14	0.38
Minatitlán	0.09	0.01	0.01	0.09
Tecomán	0.23	0.13	0.10	0.26
Villa de Álvarez	0.15	0.13	0.11	0.17

E= Exposición; S = Sensibilidad; CA = Capacidad de adaptación; V = Vulnerabilidad

Al analizar la relación sensibilidad (S) y capacidad de adaptación (CA), se observa que los municipios de Manzanillo, Colima, Tecomán y Villa de Álvarez se ubican en un grupo con mayor vulnerabilidad, separándose del resto, que presenta menores valores. Así, los municipios mencionados ante una contingencia tendrían una mínima capacidad de respuesta, particularmente Minatitlán e Ixtlahuacán.

Al respecto, Padilla-Lozoya (2007) reporta para Armería, Coquimatlán y Minatitlán registros históricos de daños ocasionado por lluvias intensas y huracanes. Bajo este contexto, el mismo autor señala que Minatitlán aun presenta altas condiciones de vulnerabilidad y riesgo, producto de grandes eventos de deslave ocasionados por el huracán del 27 de octubre de 1959 y confirmados por nuestra investigación, respecto a los daños ocasionados por Jova en 2011.

## RIESGO Y SU MATERIALIZACIÓN EN DESASTRE (EJEMPLOS)

Existen antecedentes sobre la alta ocurrencia de huracanes en el estado de Colima, y su respectivos efectos sobre la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia, incluso en zonas distantes a la playa. Uno de las evidencias sobre los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos lo representa las diversas afectaciones del huracán Jova (2012). Los daños en el sector acuícola causados por éste huracán ascendieron a \$6, 042,200. Particularmente en las unidades acuícolas se presentaron daños tanto en infraestructura interna; relacionados con la erosión de bordos, pérdida o fuga de organismos, y pérdidas totales/parciales en insumos y equipos operativos, mientras que los daños en la infraestructura externa consideran principalmente deterioro en caminos/accesos, redes eléctricas etc. (Secretaría de Desarrollo Rural de Colima). De acuerdo a esta información los principales daños se presentaron en el municipio de Colima seguido de Tecomán y Manzanillo.

Otro problema derivado del impacto del huracán Jova, fue la liberación o fuga de organismos de cultivo al medio ambiente. Se estima que casi ocho millones de organismos se escaparon al medio, lo que representó una pérdida económica de 3,4 millones de pesos. Tecomán fue el municipio con el mayor registro de organismos liberados al medio, con casi un 76% del total de pérdidas.

En el caso de la pesca, la materialización de los desastres ante eventuales fenómenos hidrometeorológicos, puede tener una dualidad de escenarios: pérdidas totales de infraestructura pesquera, embarcaciones y vidas dentro del mar, y un segundo escenario de pérdidas en el cual, durante la temporalidad de la contingencia ambiental, el pescador deja de tener ingresos. En este sentido, considerando la población pesquera y los ingresos promedio, se considera que diariamente el sector deja de aportar 2,8 millones de pesos; sin considerar que las contingencias pueden prolongarse por varios días. Así, durante un solo evento promedio de un ciclón tropical (5 días), las pérdidas del sector pueden llegar a representar los 14 millones de pesos/contingencia, sin considerar los posibles daños a artes de pesca y embarcaciones.

### ADAPTACIONES Y/O ESTUDIOS Y POLÍTICAS NECESARIAS: PESCA EN COLIMA

	Tipo de impacto asociado a CC	Medidas de adecuación	Estudios necesarios y/o Políticas Públicas requeridas
<b>Lagunas Costeras</b>	Inundaciones	Creación de un fondo de contingencias	Implementar un programa de investigación encaminado a reconocer los cambios puntuales en la circulación, fisiografía y ecología costera del estado de Colima.
	Huracanes	meteorológicas para el sector pesquero.	
	Sequia meteorológica	Implementar un plan de manejo acción para el manejo de especies exóticas Invasivas.  Promover estudios sobre los impactos del cambio climático (aumento del nivel del mar y estrés	Plan de reordenamiento para el uso y delimitación de actividades alternativas a la pesca como la acuicultura y turismo.

		hídrico) sobre las especies pesqueras.  Determinar y divulgar lugares más vulnerables ante el cambio climático.	
	Florecimientos algales	Modernizar las técnicas actuales de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento secundario y terciario.	Implementación de un programa para minimizar la descarga de contaminantes y nutrientes.  Diseñan un esquema de monitoreo para detectar toxinas en especies centinelas como bioindicadores de cambios ambientales asociados a mareas rojas
	Sedimentación excesiva	Implementar procesos de forestación y de captura de sedimentos y favorecer los procesos de acreción y dispersión en humedales costeros	Implementar y ejecutar un programa de ordenamiento para la protección de humedales costeros.
<b>Pesca Rivereña y de altura</b>	Huracanes  Lluvias Intensas	Reducir la mortalidad por pesca de stocks que se encuentran en un nivel	Implementar políticas de ordenamiento y manejo de recursos pesqueros desde una perspectiva

	Efecto Oscilación Sur de El Niño (ENSO)	máximo de explotación y/o sobreexplotados.  Desarrollar un sistema funcional para el aprisionamiento de hielo en centros de desembarque y captura viva.	ecosistémica y adaptativa.  Crear un fondo de compensación post desastres, encaminado a recuperar infraestructura dañada por efecto de eventos extraordinarios asociados a CC.
<b>Pesa turística</b>	Huracanes  Lluvias Intensas	En zonas críticas como embarcaderos de usuarios se deben de readaptar para eventos y/o dinámicas potencialmente existentes.	Creación de un fondo de contingencias meteorológicas.

ADAPTACIONES Y/O ESTUDIOS Y POLÍTICAS NECESARIAS:  
SECTOR ACUÍCOLA

Modalidad de cultivo	Factor	Medidas de adaptación	Estudios necesarios y/o Políticas Públicas requeridas
<b>Maricultura</b>	Mayor incidencia de huracanes y /o lluvias intensas	Implementación de planes para disminuir descargas excesivas de contaminantes orgánicos derivados de	Realizar estudios básicos orientados a evaluar mapas de vulnerabilidad de cuerpos costeros y marinos donde se realizan proyectos de cultivo, a fin de delimitar

		centros de procesamiento pesqueros, desarrollos urbanos.  Los permisos otorgados para la práctica de proyectos en cuerpos de agua expuestos a dinámica oceánica, deben tener restricciones condicionados con la temporalidad de mayor riesgo.	zonas de potencial de riesgo y en su caso proyectar obras ingenieriles de protección.  Creación de un fondo de contingencias para eventos hidrometeorológicos extraordinarios que afecten instalaciones de maricultura.
	Afloramientos de algas nocivas	Diseñar un esquema de monitoreo para detectar el riesgo derivado de muestreo, detección y cuantificación de toxinas en especies centinelas como bioindicadores de cambios ambientales asociados a mareas rojas.	•
	Intrusión de microbiota patógena	Implementar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la sustentabilidad de la acuicultura.  Conformar programas de gestión de riesgos	Implementar un estricto programa de prevención sanitaria y formular un programa de prevención de acción sectorial a posibles epizootias.

		<p>sanitarios y ambientales.</p> <p>Promover programas de sanidad de los organismos acuáticos cultivados.</p> <p>Instrumentar programas básicos de prevención y control sanitaria a pequeños acuicultores</p>	<p>Implementar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la sustentabilidad de la acuicultura.</p>
<b>Acuicultura de aguas interiores</b>	Mayor incidencia de huracanes y /o lluvias intensas	Determinar y divulgar lugares más vulnerables ante el cambio climático.	Realizar estudios básicos orientados a evaluar mapas de vulnerabilidad de cuencas continentales donde se realizan proyectos de cultivo, a fin de delimitar zonas de potencial de riesgo y en su caso proyectar obras ingenieriles de protección
	Sedimentación excesiva	Ejecutar programas de forestación y de captura de sedimentos en las zonas adjuntas a Lagunas y ríos donde se realizan actividades acuícolas (Particularmente Laguna Amela, Alcuzahue y Ríos Armeria y Marabasco).	

	Desborde de ríos y/o cuerpos de agua	Identificación de grupos humanos vulnerables al cambio climático y zonificación de áreas alternativas para acuicultura y protección de bancos naturales.	Realizar un diagnóstico sobre la condición de riesgo de las unidades acuícolas, y zonas con potencialidad acuícola, el cual sirva como instrumento rector para establecer medias para desarrollo acuícola en virtud a su localización, a fin de delimitar zonas con potencial de riesgo y en su caso proyectar obras ingenieriles de protección
	Proliferación de especies invasivas	Creación de una Unidad de Manejo para el cocodrilo de pantano en las lagunas de Amela, Alcuzahue y Valle de las Garzas, lo cual permitirá consolidar el uso turístico/recreativo.	Instrumentar un programa de reconversión tecnológico para el uso integral del pez diablo ya existente en el estado y su control
	Proliferación de enfermedades	Conformar programas de gestión de riesgos	Implementar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la

		<p>sanitarios y ambientales.</p> <p>Promover programas de sanidad de los organismos acuáticos cultivados.</p> <p>Instrumentar programas formativos básicos de control y manejo sanitario a pequeños acuicultores.</p>	<p>sustentabilidad de la acuicultura.</p> <p>Implementar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la sustentabilidad de la acuicultura.</p>
	Uso irracional del agua y contaminación	Implementar un programa de reconversión tecnológica basado en sistemas alternativos de uso eficiente del agua como sería el caso de sistemas de recirculación.	Implementar un programa de conservación del recurso hídrico, en el que se estimule el uso de sistemas productivos con uso eficiente de recurso hídrico.
	Conflictos de interés por recurso hídrico entre acuicultura –agricultura		
	Incremento de temperatura	Desarrollar tecnologías alternas para el cultivo de especies	Promover estudios hidrobiológicos sobre el comportamiento de las especies pesqueras y

		(preferentemente endémicas) con mayor resistencia a la variabilidad ambiental y que a su vez, no representen riesgos al ambiente	acuícolas locales ante la variabilidad ambiental.
--	--	--	---

## RECURSOS HÍDRICOS

Colima se encuentra en la región hidrológica VIII Lerma-Santiago-Pacífico de la CONAGUA, que además del estado de Colima integra a áreas de Jalisco, Michoacán, Nayarit, Zacatecas, Querétaro, Guanajuato y el Estado de México (Figura 1). Al igual que el resto de los estados de la república, tiene tres tipos principales de usuarios: urbano (que incluye al industrial, doméstico y comercial), agrícola y medio ambiente.

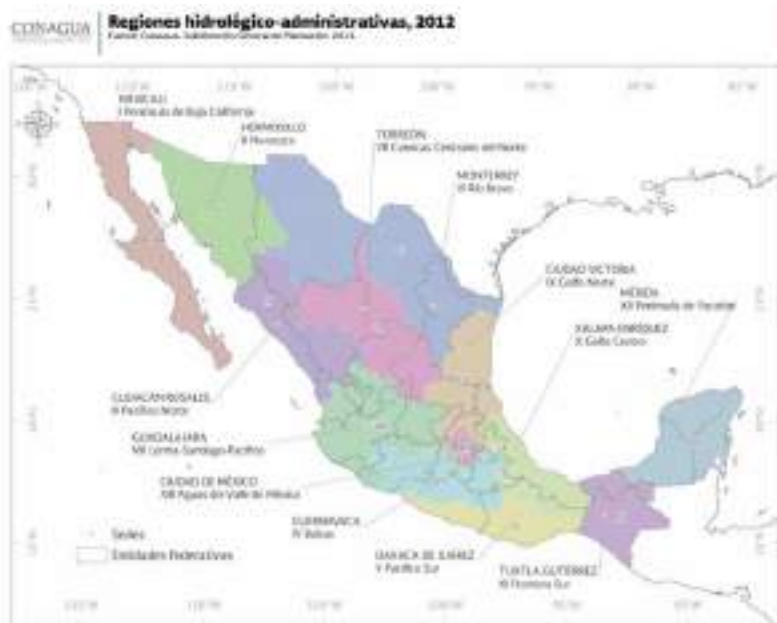


Figura 1. Regiones hidrológicas administrativas de la CONAGUA (FUENTE: Atlas del Agua en México 2013).

## FUENTES DE AGUA

El estado de Colima tiene una precipitación promedio anual de entre 900 y 1,200 mm distribuidos en todo su territorio (Figura 2), por encima de la media nacional que es de 773.5 mm. A pesar de ello, la región administrativa del agua VIII Lerma-Santiago-Pacífico de CONAGUA tiene un grado de presión de 42.1%, lo que significa que se ejerce una “alta” presión sobre el recurso. Se podrá modificar la palabra “PRECIPITACIÓN” en la siguiente figura 2.

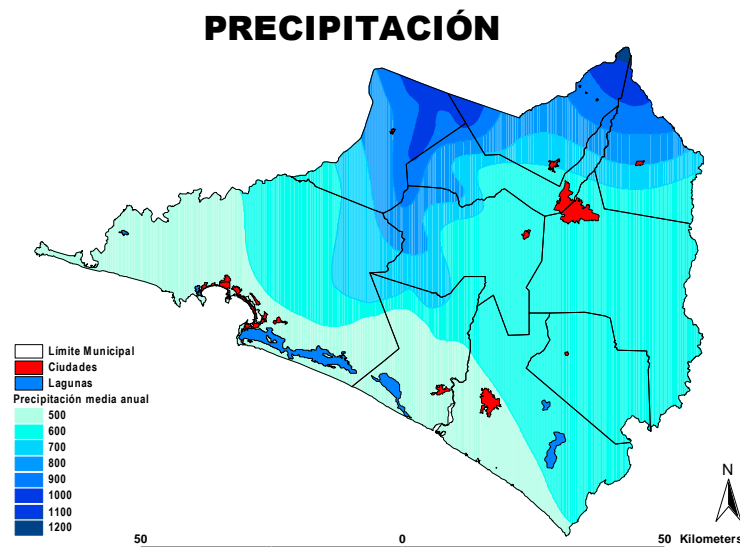


Fig. 2. Precipitación anual promedio en el estado de Colima. La mayor precipitación que se localiza en la zona norte del estado (Fuente: Evaluación del Potencial Geohidrológico en el estado de Colima)



Las principales subcuencas en el estado de Colima se presentan en la siguiente figura (Figura 3).

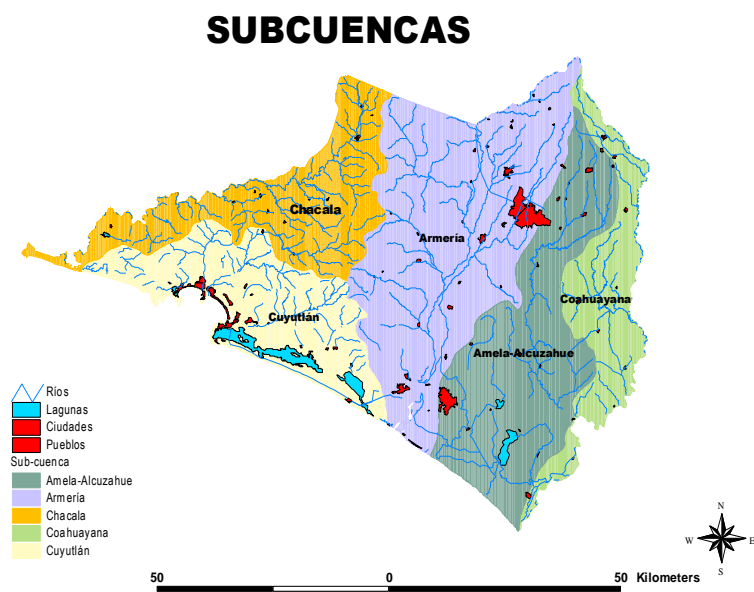


Figura 3. Principales escorrentías superficiales en el estado de Colima. (Fuente: evaluación del potencial geohidrológico en el estado de colima)

De éstas, el Río Armería representa la fuente principal de agua superficial en el estado. Se localiza al suroeste de la región hidrológica número 16 y ocupa una superficie de 9,902 km<sup>2</sup>. El área comprendida dentro del estado de Colima tiene una superficie de 2,209.16 km<sup>2</sup>, es decir, 40.49% de su superficie. Como su nombre lo indica, la corriente principal de la cuenca es el Río Almería, que nace en el estado de Jalisco, en la Sierra de Cacoma a 1,800 m.s.n.m. por la unión de

tres ríos: el Tuxcacuesco o Capula, el Jalapa o San Juan y el Ayuquila o Sacalapa (Medina-Pineda, 2009)

En cuanto a calidad de agua superficial, un estudio realizado por el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM) (Mahlknecht *et al.*, 2008) concluyó que la subcuenca del Río Coahuayana presenta la calidad más deteriorada, seguida de la cuenca del Río Marabasco. En todo el estado es evidente la contaminación por el empleo indiscriminado de agroquímicos, descargas de aguas residuales domésticas, pecuarias e industriales sin tratamiento y la erosión como producto de la deforestación. Los ríos Marabasco y Coahuayana presentan altos niveles de coliformes totales, coliformes fecales y de fosfatos, lo que evidencia la presencia de descargas domésticas y agropecuarias sin tratamiento.

De acuerdo con el estudio del ITESM, sobre la disponibilidad de agua en las subcuencas del estado de Colima, se concluye que existe un grado de presión sobre el recurso de moderado a fuerte. La subcuenca de Coahuayana presenta un grado de presión más fuerte, seguida de la subcuenca de Marabasco y finalmente de la subcuenca de Cuyutlán (Pasten-Zapata *et al.*, 2011).

Existen 11 acuíferos en la entidad y cuatro de éstos representan el principal potencial de abastecimiento. La principal zona de recarga de los acuíferos se encuentran al Norte del estado, debido a que es la zona de mayor precipitación y mayor elevación. (Evaluación del Potencial Geohidrológico en el estado de Colima).

En términos de calidad, ésta es buena en su mayoría. Sin embargo, de acuerdo con el estudio del ITESM (*op. cit.*), los acuíferos de Valle de Ixtlahuacán, Marabasco, Armería y Venustiano Carranza sobrepasan algunos de los límites máximos permisibles de acuerdo con la norma mexicana de agua potable NOM-127-SSA1-1994 (Pasten-Zapata *et al.*, 2011). Dicho estudio también establece que los acuíferos son vulnerables a degradación y contaminación debido a su alta permeabilidad y a encontrarse cercanos a la superficie terrestre.

En términos de disponibilidad en el 2013, de acuerdo con el Atlas del Agua en México (2013), en Colima un sólo acuífero se encuentra en condición de déficit, y corresponde al acuífero de Valle de Ixtlahuacán (CONAGUA, 2013a). Sin embargo, el estudio del ITESM (*op. cit.*) encontró que además de dicho acuífero

el de Alzada-Tempames también resultó sin disponibilidad con una presión de moderada a fuerte (Pasten-Zapata *et al.*, 2011). Mahlkecht *et al.* (2008) señala a los acuíferos de Central-Peña Blanca y Minatitlán con una presión media a fuerte, mientras que el resto tienen una presión fuerte. Esto lleva a recomendar no incrementar las extracciones de agua subterránea por el decremento en el promedio de los niveles freáticos.

---

## DISPONIBILIDAD DE AGUA

---

De acuerdo con el estudio de “Evaluación del potencial geo hidrológico en el estado de Colima” se concluye que el potencial es suficiente para mantener el estado de equilibrio en el estado. Sin embargo, debe cuidarse mediante un sistema de monitoreo que anualmente esté considerando su comportamiento. A su vez, Mahlkecht *et al.* (2008) señalan que es necesario tener una mayor vigilancia y control sobre los volúmenes comprometidos para los diferentes usos y, con el fin de evaluar el efecto de posibles medidas implementadas para revertir las condiciones adversas de calidad en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, consideran indispensable la implementación de una red de monitoreo.

De acuerdo con el documento Estadísticas del Agua en México (CONAGUA, 2013b), para diciembre de 2012 Colima tenía un volumen concesionado de 1,733.5 hm<sup>3</sup>, de los cuales 1,616.1 hm<sup>3</sup> fueron destinados a uso agrícola, 88.9 hm<sup>3</sup> a público y 28.5 hm<sup>3</sup> a industria autoabastecida (sin termoeléctrica). De este modo, es claro que el sector agrícola es el mayor consumidor de agua en el estado (93%), muy por encima del uso público (5%) e industrial autoabastecido (1%).

---

## INFRAESTRUCTURA

---

La presa principal del estado de Colima lleva por nombre oficial Laguna de Amela, pero comúnmente es referida como presa Tecomán (CONAGUA, 2013a). Su capacidad al NAMO es de 38.34 hm<sup>3</sup> y altura de la cortina de 6.35 m. Fue terminada en 1963 y se ubica en la corriente del río Coahuayana. En el año 2012 contaba con una capacidad útil de 33.93 hm<sup>3</sup>.

El acueducto principal del estado es el de Armería-Manzanillo que inició operaciones en 1987. Su longitud es de 50 km, con un caudal de diseño de 250 litros por segundo (lps) (CONAGUA, 2013a).

En cuanto a la infraestructura para el abasto y distribución de agua en el estado, existen discrepancias. Por una parte, el INEGI (2013) afirma que todos los municipios tienen abasto de la red pública; cuentan con servicio de alcantarillado; y el 100% reciben tratamiento de sus aguas residuales (INEGI, 2013). Sin embargo, CONAGUA (2013a) ofrece una información diferente. A continuación se presenta un resumen:

---

## AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

---

Para el estado de Colima, se reportan 309 tomas de captación de agua de abastecimiento público; de ellas, el 70% son pozos; y en el 47% de todas las fuentes de captación se cuenta con macro medidor funcionando, lo que permite cuantificar la cantidad de agua que se extrae (INEGI, 2013). Esto contrasta con lo señalado por la CONAGUA (2013a) y el propio Gobierno de Estado de Colima (2009) en donde se enfatiza la necesidad de contar con la micro y macromedición de agua con el fin de tener un mejor control sobre el manejo del recurso.

De acuerdo con datos del reporte de CONAGUA Estadísticas del Agua en México, Edición 2013, a diciembre de 2012 Colima contaba con una cobertura de agua potable del 97.6%. El agua suministrada a la población fue del orden de 3,763 lps de los cuáles el 96.9% es desinfectado, es decir, 3,620 lps.

De acuerdo con CONAGUA (2012), en 2012 existían 39 plantas potabilizadoras en la entidad con capacidad instalada de 12 lps y caudal potabilizado de 5 lps. Al igual que la mayoría de los estados del país, el único tratamiento que se le da al agua antes de ser enviada para uso urbano es la desinfección. El volumen de agua tratada por las 39 plantas potabilizadoras es muy pequeño, comparado al volumen desinfectado.

El agua suministrada a la población es de 3,736 lps lo que equivale a una dotación de agua *per cápita* por día de 480 l, **lo que la establece como de las más altas del país** (CONAGUA, 2013c).

En cuanto a alcantarillado, para diciembre de 2012, se tenía una cobertura de del 97.7% en el estado.

---

### TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

---

Para diciembre de 2012 en Colima existían 56 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con una capacidad instalada de 1,866 lps y un caudal tratado de 1,356 lps. La ciudad de Colima presenta una cobertura de tratamiento de aguas residuales del 98%, mediante 11 plantas de tratamiento con capacidad instalada de 853 lps y tratando 643 lps. Por su parte, Manzanillo atiende el 89% de su población mediante 10 plantas de tratamiento con capacidad instalada de 500 lps y tratando 343 lps.

Para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial, en diciembre de 2012 existían 8 PTAR con capacidad instalada de 435 lps y operación de 311 lps; 3 de tipo tratamiento primario con 215 lps y 5 de tipo secundario tratando 96 lps (CONAGUA, 2013b).

### FACTURACIÓN Y TARIFAS DEL SERVICIO DE AGUA DE LA RED PÚBLICA

---

En los 10 municipios de la entidad se factura por la prestación del servicio de agua de la red pública. Sin embargo, en ninguno de ellos la facturación se hace por servicio medido; en 7 de ellos se hace a través de una cuota fija y en 3 se realiza una combinación de tarifas.

Al 2012, en la ciudad de Colima la tarifa de agua potable es de 4.3 pesos/m<sup>3</sup> en consumo de 30 m<sup>3</sup> por mes. Sin embargo, al incluir el cobro del alcantarillado y saneamiento, la tarifa aumenta a aproximadamente \$ 8.5 pesos por m<sup>3</sup> (también en consumo de 30 m<sup>3</sup> por mes). Por su parte, las tarifas para uso industrial y comercial, para un consumo de 30 m<sup>3</sup> por mes son, 5.8 pesos/m<sup>3</sup> (CONAGUA, 2013c).

---

### INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA:

---

Como se mencionó con anterioridad, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua en el estado (93%). En el estado se encuentra el distrito de riego 053 con una superficie de 39,348 ha, superficie regada de 28,658 ha y volumen distribuido de 599 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2013a). En cuanto a superficie sembrada, los cultivos más importantes en el 2009 fueron: pastos (61,210 ha), limón (21, 287 ha), copra (19,354 ha), maíz grano (13,370 ha) y caña de azúcar (9,633 ha). En cuanto a valor de la producción, en primer lugar se encuentra el limón con un valor de 1,336 millones de pesos, seguido de pastos (407 millones), caña de azúcar (309 millones) y plátano (305 millones), ([www.campocolima.gob.mx](http://www.campocolima.gob.mx)).

## CULTURA DEL AGUA:

El gobierno del estado de Colima, en el Plan Estatal de Desarrollo 2009 – 2015, reconoce la importancia de impulsar una nueva cultura del agua que tienda a modificar patrones culturales. Con ello, se espera que la población se sensibilice en el uso racional del recurso y se favorezca el intercambio de información y conocimiento para lograr su manejo y preservación. Reconoce también que se debe impulsar la participación privada y social en el suministro y gestión del agua.

## ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE COLIMA

Colima se encuentra en una posición privilegiada, puesto que cuenta con mayor disponibilidad de agua, que la media nacional. Sin embargo, más del 90% se emplea para usos agrícolas y un gran porcentaje del agua residual no recibe tratamiento alguno. Las acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático deben orientarse hacia conservar los recursos hídricos existentes, tanto el agua superficial como subterránea en cuanto a cantidad, pero también en calidad; deben reducirse los factores de riesgo asociados principalmente a escurrimientos violentos, como resultado de fuertes precipitaciones pluviales y el cumplimiento de la legislación y normatividad ambiental vigente.

Derivado del análisis del uso y disponibilidad del recurso en Colima, se definieron las siguientes estrategias de mitigación y de adaptación ante el cambio climático:

## MITIGACIÓN

Restaurar y conservar los cuerpos de agua superficial y subterránea para garantizar la demanda de los usuarios agrícolas, domésticos, industriales y ambientales en el estado, a partir del impulso de las siguientes acciones:

- Diseñar y ejecutar planes de reforestación de las zonas de captura de agua que permitan la restauración de los cuerpos de agua subterráneos.
- Diseñar y ejecutar un programa de tratamiento de aguas residuales para que arriben con calidad a los cuerpos de agua superficiales y permitan su recuperación y restauración.

## ADAPTACIÓN

Disminuir la contaminación y detener la degradación de los cuerpos de agua naturales y mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico

ÁREA	LÍNEAS DE ACCIÓN	TEMPORALIDAD Y GESTION
Evaluación del recurso hídrico	• Actualizar el inventario de perforaciones en el estado con el fin de regular la extracción de agua subterránea y detener la sobreexplotación de acuíferos	Mediano plazo
	• Actualizar el inventario de usuarios domésticos e industriales	
	• Revisar los volúmenes concesionados para los diversos usos y monitorear de manera efectiva su cumplimiento	Mediano plazo
	• Llevar a cabo la instalación de macro y	

	<p>micromedidores para todo tipo de usuarios</p> <p>Determinar, mediante estudios, el verdadero valor del agua en el estado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar, mediante estudios, la demanda de agua por el medio ambiente natural en el estado</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p>Largo plazo</p>
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer programas de mantenimiento correctivo y preventivo de líneas de conducción de agua y drenaje</li> <li>Construir plantas de tratamiento de aguas residuales; que cada municipio cuente con, al menos, una planta de tratamiento de aguas residuales trabajando eficientemente.</li> <li>Aprovechar el agua de lluvia con el fin de contar con una mayor cantidad de agua y también para evitar arrastres por los arroyos de la vía pública que causan desgaste del pavimento</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Largo plazo</p>

Nuevas fuentes de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar a cabo un diagnóstico para determinar la viabilidad del reuso de aguas residuales tratadas en el estado para irrigación de productos agrícolas y recarga de acuíferos</li> <li>Realizar proyectos de investigación para determinar la viabilidad de la desalación de agua de mar mediante energías alternas</li> </ul>	<p>Mediano plazo</p> <p>Mediano plazo</p>
Marco regulatorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el proyecto de Reforma de la Ley de Aguas del Estado de Colima con el fin de lograr uniformidad en la aplicación del ordenamiento en todo el territorio del estado.</li> <li>Contar con herramientas jurídicas para regular las extracciones de agua subterránea en el estado</li> <li>Elaborar un proyecto financiero para evaluar la necesidad de ajustar tarifas de agua para uso doméstico e industrial</li> <li>Contar con herramientas jurídicas para garantizar el cumplimiento con la normatividad ambiental vigente relacionada con la calidad de agua potable (NOM-127-SSA1-1994) y para la descarga de aguas residuales (NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997)</li> </ul>	<p>Corto plazo</p> <p>Corto plazo</p> <p>Mediano plazo</p> <p>Corto plazo</p>

## VULNERABILIDAD ANTE LLUVIAS INTENSAS

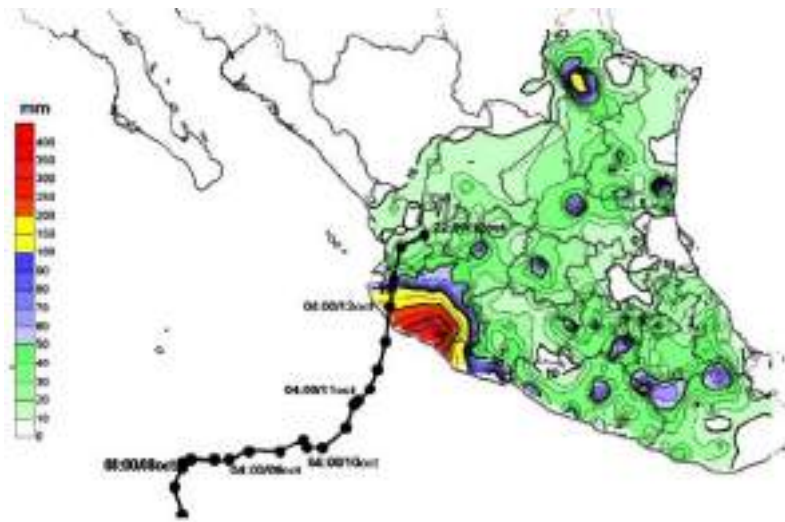


Figura 2.1 Trayectoria del huracán Jova e intensidad de lluvia registrada entre el 8 y 12 de octubre de 2011.

Uno de los aspectos de peligro meteorológico es la ocurrencia de lluvias intensas que en Colima están, con frecuencia, asociadas con ciclones tropicales. Durante el paso del huracán *Jova* (08-14 de octubre de 2011), por las costas del Pacífico Mexicano, se registraron precipitaciones acumuladas superiores a los 300 mm entre los días 11 y 12 de octubre en el estado de Colima (Fig. 2.1). De acuerdo a diversas fuentes (e.g., DesInventar 2014) los impactos causados por las lluvias incluyeron 5,700 viviendas dañadas, cuantiosos daños materiales en carreteras, alrededor de 20,000 damnificados y la pérdida de tres vidas humanas.

Las lluvias de los ciclones tropicales son con frecuencia la causa de inundaciones en el estado. Las cuencas Armería, Chacala–Purificación y Coahuayana generan escurrimientos significativos hacia las partes bajas. La altura en dichas regiones

va de los -7 msnm hasta los 4000 msnm, en su parte más alta (cuenca Armería). Esto implica, pendientes superiores a los 3° (Fig. 2.2), que en un contexto de importantes cambios en el uso de suelo, principalmente por deforestación, implican una menor capacidad de los suelos para infiltrar, posibilitando mayores escurrimientos. Para determinar la capacidad de infiltración de los suelos en las cuencas Armería, Chacala–Purificación y Coahuayana, y de forma indirecta las potenciales inundaciones, se puede usar la metodología del número de curva (NC) desarrollada por el *Soil Conservation Service (SCS)* de los Estados Unidos (Aparicio, 1994). Esta metodología permite establecer la relación entre la precipitación e infiltración de los suelos para obtener la lámina de escurrimiento. Los valores del número de curva van de 0 a 100, y se considera el valor cero como máxima infiltración y 100 como nula infiltración.

Para la región analizada, los valores de NC van de 30 a 100, con valores más altos en las cabeceras de las cuencas y áreas cercanas a los cauces, lo cual se traduce en mayor aportación de escurrimientos hacia zonas bajas (Fig. 2.3). Las cuencas Armería y Coahuayana cuentan con aproximadamente 35–40% de su área cubierta con valores de NC superiores a 70, mientras que la cuenca Chacala–Purificación muestra NC con valores entre 30 – 100 con una distribución aleatoria.



Figura 2.2. Delimitación de hidrográfica de las cuencas Armería, Chacalaca – Purisima y Coahuayana (izq.) y mapa de pendientes  $< 3^\circ$  y  $> 3^\circ$ , según la delimitación hidrográfica de las cuencas (der.).

Para estimar el riesgo por lluvias intensas en el estado de Colima, se utilizó de referente espacial las cuencas Armería, Chacalaca–Purificación y Coahuayana, usando valores de NC estimados y la lluvia correspondiente al percentil 99%. El percentil 99% de la precipitación diaria corresponde a lluvias intensas que pueden ser mayores de 90 mm/día, principalmente en la zona costera del estado. Las menores intensidades de lluvia se ubican al centro y norte de las cuencas (Fig. 2.3).

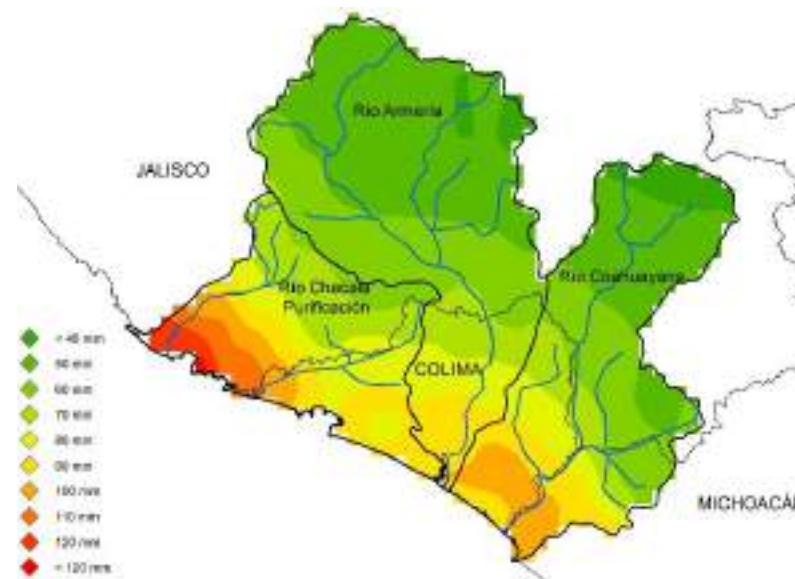


Fig. 2.3. Distribución espacial del percentil 99% de la precipitación diaria en las cuencas Armería, Chacalaca – Purificación y Coahuayana.

Se aplicó la metodología propuesta por el *Soil Conservation Service* (SCS), ahora *Natural Resources Conservation Service* (NRCS). La aplicación de este modelo empírico permitió obtener los valores de escurrimiento de las cuencas (Fig. 2.4).



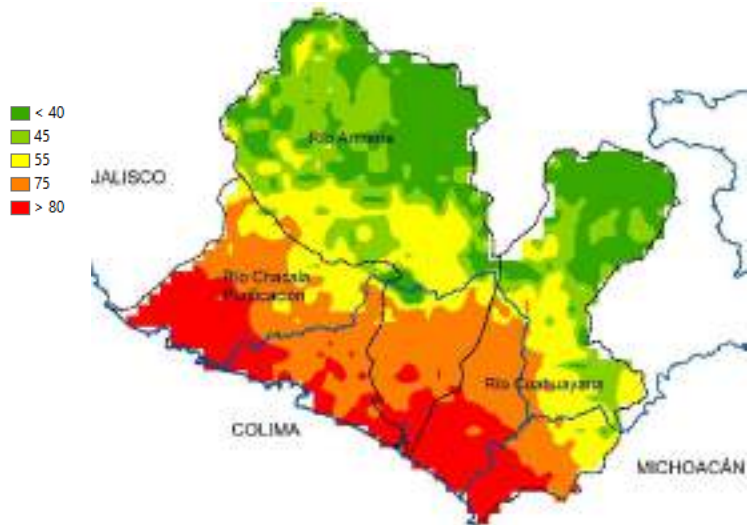


Figura 38. Distribución de valores de escurrimiento obtenidos para las cuencas Armería, Chacalaca – Purificación y Coahuayana, de acuerdo al método de escurrimientos del SCS-NRCS.

El riesgo estimado por escurrimientos para las cuencas Armería, Chacalaca–Purificación y Coahuayana, mostró niveles máximos en zonas costeras, y valores intermedios al centro de las cuencas, en las zonas con pendientes  $< 3^\circ$ . La mayor intensidad de escurrimientos se ubica en zonas potencialmente inundables por acumulación debido a la orografía. De acuerdo a los resultados, el riesgo de inundación por lluvias intensas en el estado de Colima está representado por la vulnerabilidad de las cuencas relacionada con el tipo de suelos, las pendientes y la orografía, así como por el uso de suelo. El riesgo es mayor en las zonas costeras, debido a los valores de precipitación bajo condiciones de tiempo severo, como por ejemplo durante el paso de ciclones tropicales.

Por ejemplo, el riesgo obtenido para el estado de Colima bajo las condiciones de lluvia del huracán Jova (300 mm durante los días 11 y 12 de octubre de 2011) sugiere elevados niveles de escurrimiento en todo el estado y las cuencas Armería, Chacalaca-Purificación y Coahuayana (Fig. 2.5). De acuerdo a información de DesInventar v6, los municipios más afectados por Jova fueron: Colima, Coquimatlán, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán, Tecomán, Villa de Álvarez y

Armería. Estos municipios obtuvieron valores de escurrimiento mayor a 290 mm, con excepción de Minatitlán y la parte occidental de Colima.

Es conocido que la deforestación, la urbanización y el cambio de uso de suelo (pérdida de vegetación natural) lleva a mayores escurrimientos y riesgo de inundación. La deforestación y consecuente desaparición de ecosistemas de bosques y selvas en México en general y en Colima en particular, tiene, en buena medida, su origen en la conversión de tierras a uso agrícola y ganadero y posteriormente a urbanización. En México se han estimado tasas de deforestación de alrededor de 2.0% para las selvas tropicales (Masera, 1996). En Colima, se han dado importantes cambios en el uso de suelo, y la CONAFOR (2012) reporta que de 315,659 hectáreas con vocación forestal, un 12.10% corresponde a áreas degradadas.

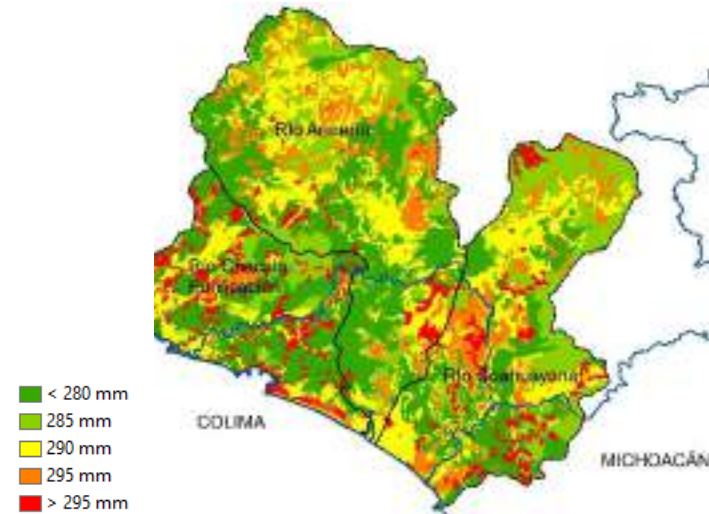


Figura 2.5. Riesgo hidrológico por escurrimiento, de acuerdo al NC y lámina de lluvia de 300 mm.

Para estimar el aumento en el riesgo hidrológico por efecto de la deforestación se usaron valores de amenaza (precipitación 70 mm/día) y de vulnerabilidad (lámina de escurrimiento considerando el cambio de uso de suelo entre 1976 y 2010). El resultado obtenido muestra un incremento en las zonas potencialmente afectables ante lluvias intensas (Fig. 2.6), considerando los

cambios en la capacidad de infiltración de los suelos. El incremento de escurrimientos incrementados para la misma cantidad de lluvia, bajo dos condiciones de uso de suelo (1976 y 2010) muestra que el riesgo aumenta hacia las zonas sur (Armería y Tecomán), sureste y centro del estado, al disminuir la capacidad de infiltración.

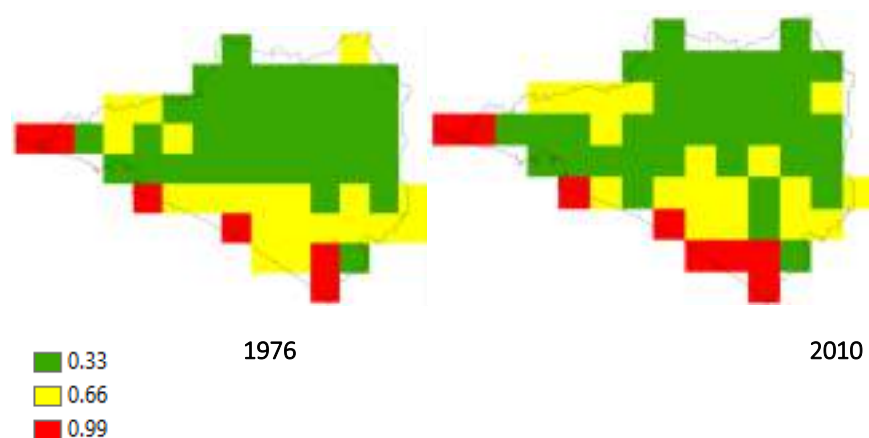


Figura 2.6. Estimación del riesgo de inundación por efecto del incremento en escurrimientos debido al cambio de uso de suelo entre 1976 y 2010. La escala de la derecha denota niveles de riesgo por terciles, siendo verde el nivel bajo, amarillo el medio y rojo el alto.

El riesgo es más relevante en zonas que son inundables por sus características topográficas. Sin embargo, el reconocer los factores que aumentan la vulnerabilidad (eg, deforestación) y el riesgo ante lluvias intensas permite también pensar en estrategias de adaptación, y las zonas que deben considerarse prioritarias para la acción. Así, al considerar las regiones en donde el riesgo de inundación aumentó, por cambio en el uso de suelo, y comparando con las zonas potencialmente inundables, se tiene que la costa del Pacífico, zona centro y algunas zonas al norte y oriente (Fig. 2.7), podrían verse afectadas con inundaciones más frecuentes o intensas por aumento de la vulnerabilidad, y en algunos casos, por incrementos en la intensidad de lluvias intensas, como es el caso de Tecomán, donde el número de eventos de precipitación diaria mayor a 30 mm, parece estar aumentando en décadas recientes.

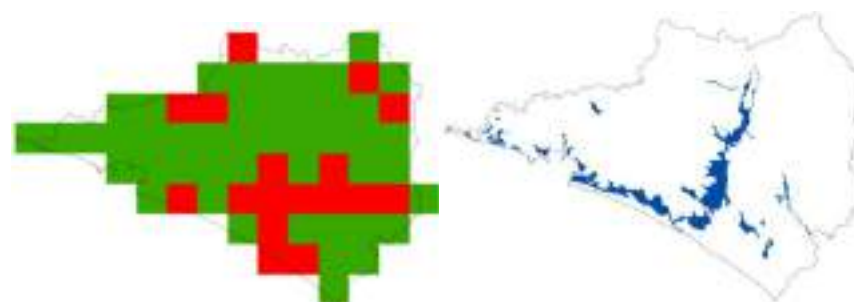


Figura 2.7. Mapa de incremento de riesgo entre 1976 y 2010 (puntos rojos) y zonas inundables (puntos azules).

La presión por efecto de la deforestación parece haber disminuido en años recientes, pero la presión por cambios en el uso de suelo, principalmente en relación con factores económicos continúa, lo que puede provocar un incremento en la vulnerabilidad y aumentos en el riesgo de inundación. Se observa que alrededor de los centros urbanos (por ejemplo al sur de la Ciudad de Colima o al noreste de Manzanillo), la presión de deforestación es alta y con ello se puede esperar un aumento en los niveles de escurrimiento que podrían generar inundaciones durante eventos de precipitación intensa. En particular, la ubicación de la ciudad de Colima, como parte de la cuenca del Río Armería, la hace vulnerable a precipitaciones intensas e inundaciones, como las ocurridas durante el paso del huracán Jova en 2011. El desarrollo urbano en nuevas localidades como Coquimatlán a Nuevo Caxitlán, deben considerar el efecto que podría tener en su seguridad la deforestación en las partes altas de la cuenca o al sur de la ciudad de Colima. Lo mismo puede decirse de poblados pequeños ubicados a lo largo del cauce del Río Armería.

El sector que debe atender el problema de riesgo de inundación por lluvias intensas es el de la Protección Civil. Los peligros más importantes están relacionados con lluvias intensas por el paso de ciclones tropicales por el Pacífico del este. Existe una tendencia en ciertas regiones donde las tormentas son cada vez más frecuentes. Los factores que incrementan la vulnerabilidad ante este peligro incluyen los cambios en el uso de suelo que generan mayores escurrimientos ante lluvias intensas; los asentamientos irregulares en zonas inundables y la falta de esquemas de gestión del riesgo ante tormentas intensas, incluyendo la limitada percepción del riesgo entre diversos sectores de la

población. Se debe por tanto, tener especial interés en los nuevos asentamientos en zonas que son cercanas a cauces de ríos, cañadas, o potencialmente inundables, y en población con poco conocimiento de los peligros meteorológicos más frecuentes y dañinos (escuelas y centros habitacionales).

---

#### LAS POTENCIALES ACCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO INCLUYEN:

---

Reordenamiento ecológico-territorial y planeación del crecimiento en las ciudades, siguiendo los lineamientos de un atlas de riesgo dinámico para que sirvan de referencia para el modelo de desarrollo.

Uso del plan estatal de ordenamiento ecológico implementando los puntos que recuperen los servicios ambientales de regulación y de provisión.

Desarrollo de atlas de riesgo dinámicos a nivel municipal y local que sean dados a conocer entre la población para definir niveles de vulnerabilidad y priorizar las acciones que pueden resultar en disminución de riesgo.

Diseño de sistemas de alerta temprana ante lluvias intensas, que tomen en cuenta las ciudades de mayor población y los sitios en zonas potencialmente inundables de colima, con una clara definición de PLAN A de acción antes, durante y después del paso de un ciclón tropical. Adicionalmente, la construcción de un plan b local que tome en cuenta el manejo de

sistemas de abastecimiento de agua, energía, comunicación durante el desastre (aumentar la resiliencia).

Promoción de políticas de reforestación y restauración de las partes altas de la cuenca, en alineación con una estrategia estatal de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (EEREDD+).

Para definir con más precisión muchas de estas acciones, es necesario realizar estudios más detallados. Los estudios requeridos incluyen:

Análisis del impacto de lluvias intensas en zonas urbanas potencialmente inundables. Su posible financiamiento está en recursos de FOPREDEN o de PACCMUN o en fondos municipales.

Estudios de comunicación de riesgo con la sociedad para generar un nivel de percepción de riesgo entre actores involucrados, incluyendo revisión de las acciones recomendadas en el sistema de alerta temprana ante huracanes

Actualización de los planes de ordenamiento ecológico (ya existente) con consideración especial de las zonas potencialmente inundables, basados en el concepto de cuenca hidrológica, incluyendo el efecto que tiene la rehabilitación, manejo y conservación de cuencas.

---

---

Identificación de sitios del bosque prioritario y factible de restauración y reforestación.

---

LOS ACTORES CLAVE INVOLUCRADOS SON:

---

Autoridades de Protección Civil de la ciudad de Colima y otras localidades afectadas por inundaciones en épocas recientes.

Sociedad civil

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (sector carretero y portuario)

Sector Académico

Medios de comunicación

CONAFOR

CONABIO

---

## LA VULNERABILIDAD DE LA AGRICULTURA

### CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL SECTOR AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE COLIMA

La superficie promedio sembrada en Colima en años recientes es de alrededor de 158,368 ha (INEGI, 2011)<sup>1</sup>. De ésta, aquella dedicada a los cultivos perennes en la modalidad de riego representan el 48.3%, mientras que la modalidad de temporal abarca el 25.8%. Colima está situado en los primeros lugares a nivel nacional en la producción de frutales; en menor proporción se encuentran los cultivos de temporal de primavera-verano con 17.4%, los de otoño-invierno de riego con 4.9% y finalmente los de primavera-verano de riego con 3.6%.

Las mayores superficies dedicadas a la agricultura de temporal se localizan al oriente-norte (principalmente por la ubicación de los suelos de mayor fertilidad y las pendientes adecuadas). Los principales cultivos son el maíz, arroz, sorgo y pastos. Por otra parte, la agricultura de riego se localiza al sur, cercana a la costa, donde el abastecimiento de agua es abundante, y se extiende hacia el norte a lo largo del Río Armería. Tecomán es la zona más importante donde se realiza esta actividad.

Los cultivos perennes que ocupan una mayor superficie en la modalidad de riego son el limón, el plátano, la copra y la caña de azúcar (Fig.3.1). La producción del limón predomina sobre los otros cultivos, debido al valor que adquirió a partir de 1994, esto se reflejó en que la superficie dedicada a la copra y al plátano, disminuyeron significativamente. En el 2009, la producción de limón fue afectada por la plaga conocida como dragón amarillo. Es aun poco claro si tal condición se relacionó con un factor climático.

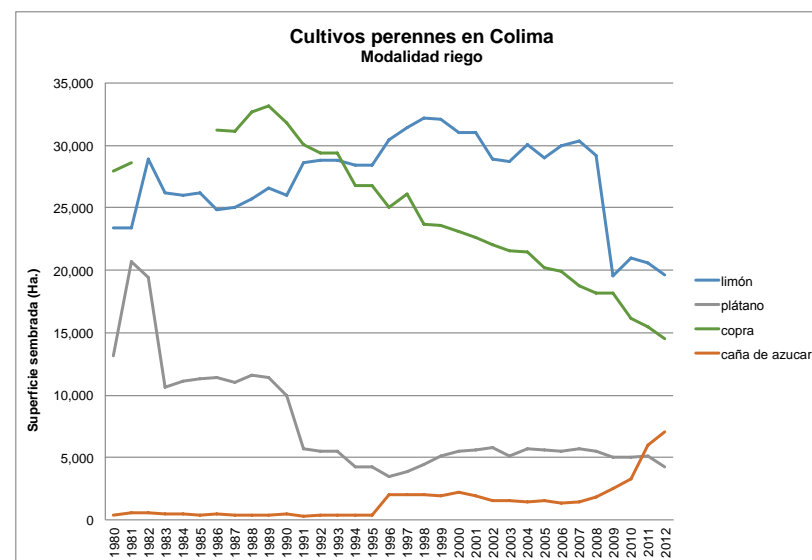


Figura 3.1. Superficie sembrada de cultivos perennes en modalidad de riego.

Fuente: (SIACON, 2013).

Los requerimientos climáticos del limón se consideran óptimos por debajo de los 30°C, razón por la que, entre finales de los ochenta y la primera década del siglo XXI las condiciones para mayores rendimientos parecen haber sido favorables. Es poco claro sin embargo, cómo los valores extremos de temperatura máxima (por encima de 30°C) pueden imponer límites a la productividad del limón, si es en forma directa o través de mecanismos indirectos que favorecen la aparición de plagas, como en 2009 con la presencia del dragón amarillo (Fig.3.2). Es importante considerar que la productividad agrícola no está solamente determinada por las condiciones climáticas, sino que su éxito o fracaso depende del contexto físico, económico y social en que se desarrolla la actividad. En otras palabras, describir una serie de productividad agrícola y los episodios de pérdidas, requiere pensar en un problema de riesgo climático.

<sup>1</sup> <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/movil/mexicocifras/mexicoCifras.aspx?em=06002&i=e>

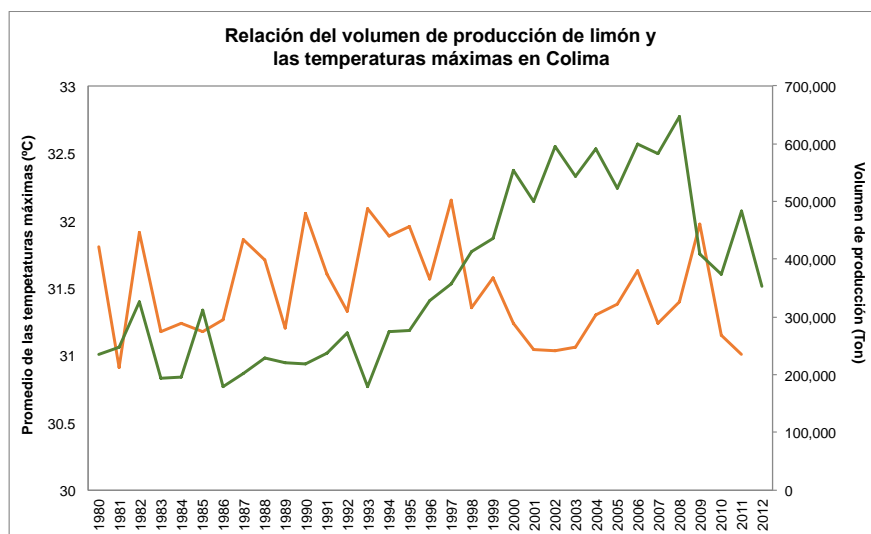


Figura 3.2. Relación del volumen de producción del limón (línea verde) y las temperaturas máximas (línea anaranjada). Fuente: (SIACON, 2013 y NARR, 2013).

La producción de temporal, por ejemplo de maíz grano, se caracteriza por su relación directa con la precipitación. Ante un déficit de lluvias (*v.gr.*, 1986 o 1987) o exceso de lluvia (*e.g.*, 1992 o 2012) se presentaron las mayores pérdidas (Fig.3.2). Sin embargo, examinar el contexto en que se presentan anomalías climáticas es determinante para el éxito o el fracaso de la actividad agrícola de temporal (INECC, 2013). La producción de cultivos como el maíz se vio afectada por aspectos como cambios en los apoyos gubernamentales, la condición económica nacional, las tendencias de la fertilidad de los suelos, la edad de los campesinos, y otros elementos que inciden en la vulnerabilidad del sector frente a condiciones climáticas adversas.

El sector agricultura de temporal y de riego se ha visto inmerso en tratados y cambios a nivel nacional e internacional (*v.gr.*, el TLC) que han hecho que el valor de la producción agrícola de Colima se concentre en algunos cultivos (ejemplo, el limón), lo que ha disminuido actividad en otros, principalmente de temporal. Adicionalmente, hay un cambio en las componentes que contribuyen al PIB estatal, con un cambio del sector primario al terciario. Actualmente el primario contribuye al 4%, el secundario con 21% y el terciario con 47%. Aunque

la tendencia en México es que la agricultura ocupe un menor papel en cuanto al PIB (menos del 4%) y a los ingresos en general del país, sigue siendo una de las actividades principales al emplear a aproximadamente 10% de la población, por la obvia razón de que la producción de alimentos es fundamental para cualquier nación.

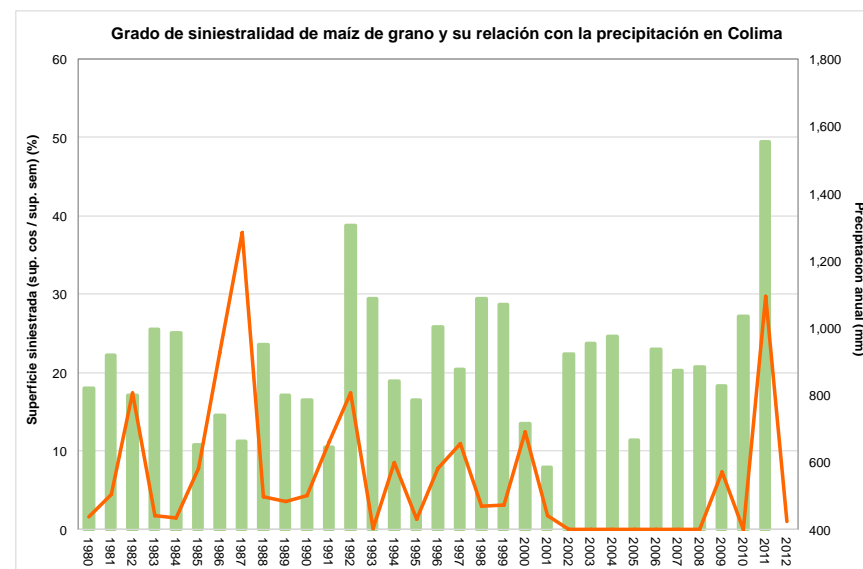


Figura 3.3. Grado de siniestralidad del maíz grano (línea anaranjada) y su relación con la precipitación (barras verdes). Fuente: (SIACON, 2013 y NARR, 2013).

A pesar de la dinámica de la actividad agrícola en el estado de Colima y de las afectaciones experimentadas por la variabilidad natural del clima, el estado aumentó los rendimientos agrícolas por encima del promedio nacional en los cultivos de maíz, coco y plátano. Del año 1991 al 1999, hubo incrementos importantes en algunas producciones agrícolas, por encima de los avances a nivel nacional. Esto indica que existe una gran importancia de la actividad tomando como base la superficie destinada para la siembra, por lo que aprovechar los avances en materia científica para una gestión del riesgo climático en el sector, podría representar avances adicionales, aun en un entorno de clima cambiante.

A pesar de la pérdida de importancia de la actividad agrícola en Colima, sigue siendo la fuente de trabajo para muchos y debe ser considerada en los esquemas de adaptación al cambio climático, con proyectos que la hagan menos vulnerable a un clima cambiante. Los peligros más importantes están relacionados con la sequía meteorológica que puede llevar a sequía agrícola, así como las condiciones climáticas que favorecen la aparición de plagas. Los factores de vulnerabilidad incluyen la influencia de los mercados internacionales y de los vaivenes de la economía nacional en el interés productivo. El uso de prácticas tradicionales en la agricultura de temporal, que hace uso limitado de la información climática también es un factor de vulnerabilidad que puede corregirse.

Entre las estrategias que se pueden implementar para enfrentar condiciones extremas, con falta o exceso de lluvia, se puede considerar el aumento en los apoyos para el uso de sistemas de riesgo más eficientes que incrementen la productividad.

Se debe tener especial interés en el potencial impacto que las plagas tendrán de presentarse ciertas condiciones climáticas (ondas de calor, sequía), pero esto requerirá de estudios más profundos que permitan entender los procesos clima-plagas-agricultura.

---

#### **LAS POTENCIALES ACCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR INCLUYEN:**

---

- Uso de información climática en la planeación de los cultivos
  - Revisión de los esquemas de aseguramiento agrícola frente a condiciones extremas del clima y frente a plagas.
  - Cambios en el manejo tradicional de los cultivos que inhiban el uso del fuego, y permitan la recuperación de la fertilidad de los suelos.
  - Apoyos económicos al campo que motiven a los jóvenes a dedicarse a esta actividad.
- 

- 
- Promoción de una diversificación productiva.
- 

#### **ENTRE LOS ESTUDIOS REQUERIDOS SE PUEDEN CONSIDERAR:**

---

- Relaciones sobre riesgo climático para los cultivos más importantes del estado.
  - Relaciones clima–plagas que lleven a considerar escenarios y acciones de control preventivas.
  - Análisis de impactos económicos de la implementación de técnicas modernas de cultivo en la agricultura de temporal (productividad agrícola) que conduzcan a un plan de modernización de esta actividad.
  - Análisis de factibilidad de nuevos cultivos para el estado que diversifiquen su productividad agrícola.
- 

#### **LOS ACTORES CLAVE INVOLUCRADOS SERÁN:**

---

- Campesinos en zonas de temporal.
  - SAGARPA
  - SEDESOL
  - Sector académico
-



## BOSQUES E INCENDIOS FORESTALES

Aproximadamente el 52% de Colima cuenta con superficie boscosa y el resto del territorio dedicado principalmente a la agricultura, ganadería y áreas de urbanización (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). Cerca de la mitad del territorio estatal corresponde a bosque tropical caducifolio. Desafortunadamente, Colima, tiene una tasa de deforestación muy elevada, pues entre 1981 y 1992 hubo una reducción del 25% de la superficie boscosa de su territorio (Flores y Gerez, 1994) y de acuerdo con Palacio-Prieto *et al.* (2000), el 42.6% de la superficie de este estado se encuentra ocupado por terrenos dedicados a la agricultura y asentamientos humanos (Padilla-Velarde *et al.*, 2006).

Una de las mayores amenazas para los bosques son los incendios forestales. Se ha encontrado que entre las principales causas de un incremento reciente en el número de incendios forestales y la magnitud de sus afectaciones están las condiciones climáticas adversas y los cambios en el uso del suelo (Westerling *et al.*, 2006). En la mayor parte de México, pero en particular en el estado de Colima, la causa principal para la generación de incendios forestales son las quemaduras agropecuarias, y en ocasiones, los descuidos de personas que van al bosque (Jardel Peláez, *et al.*, 2004). Aunque han disminuido los incendios forestales en Colima, siguen siendo un problema ambiental, principalmente cuando se presentan condiciones de sequía y estrés hídrico en la vegetación natural.

En 2005, ocurrieron 60 incendios forestales que afectaron 1,199.5 hectáreas de las cuales, 176 hectáreas fueron de pastizal, 14 de arbolado adulto, 11 de renuevo y 998.5 de arbustos y matorrales (Cenapred, 2006). En 2006, los incendios forestales afectaron 812.5 hectáreas en total de las cuales 145 fueron de pastizal, 81 de arbolado adulto, 70 de renuevo y 579.5 hectáreas de arbustos y matorrales (CENAPRED, 2007). En 2007, 49 incendios forestales afectaron 552 hectáreas en total de las cuales 46.4 fueron de pastizal, 0.5 de arbolado adulto, 5.0 de renuevo y 451 hectáreas de arbustos y matorrales (CENAPRED, 2008). En

2008, 59 incendios forestales afectaron 540 hectáreas en total de las cuales 77.5 fueron de pastizal, 50 de renuevo y 412 hectáreas de arbustos y matorrales (CENAPRED, 2009). En 2009, 35 incendios forestales afectaron 213 hectáreas en total de las cuales 1 fue de renuevo y 213 hectáreas de arbustos y matorrales (CENAPRED, 2010). Hoy es claro que la condición climática de sequía, calor y estrés hídrico en la vegetación no es totalmente responsable de la ocurrencia de incendios forestales, sino que estos se presentan en buena medida como resultado de prácticas agrícolas relacionadas con la roza, timba y quema, y actividades ganaderas (Galindo *et al.*, 2009).

Una práctica común en el monitoreo de incendios forestales es la detección de puntos de calor a través de imágenes de satélite (ver <http://www.ospo.noaa.gov/Products/land/hms.html>). En Colima alrededor del 60% de puntos de calor corresponde a quemaduras en el sector agropecuario. Sin embargo, existe una buena correlación entre la actividad anual de incendios detectada por el Sistema MODIS, por ejemplo, y los reportes de incendios forestales dados por SEMARNAT (Fig. 5.1).

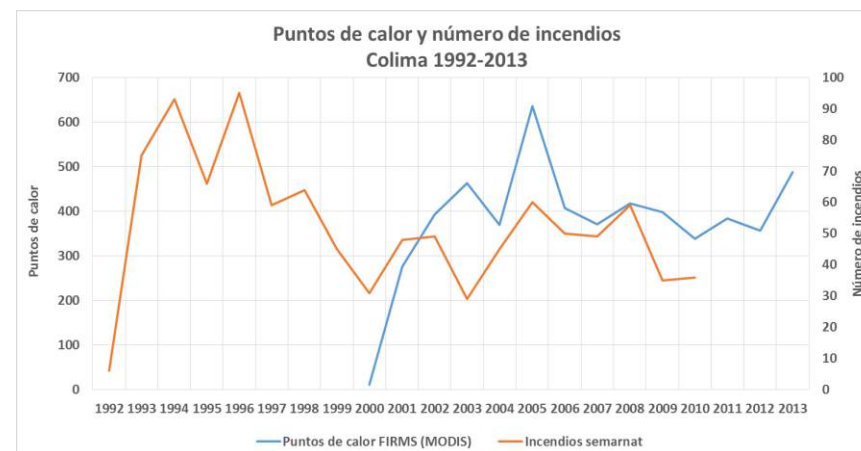


Figura 5.1. Puntos de calor FIRMS (modis) y número de incendios reportados (SEMARNAT) para el estado de Colima entre 1992 y 2013.

El tipo de vegetación natural que mayor cantidad de puntos de calor registra en estado de Colima es la selva caducifolia (Fig.5.2), seguida de la selva subcaducifolia y el bosque de encino. Adicionalmente, se tiene que la mayoría de los incendios, por ejemplo en la Sierra de Manantlán, se presentan en terrenos de propiedad privada, más que en aquellos de propiedad comunal (Jardel *et al.*, 2004).



Figura 5.2. Puntos de calor acumulados del periodo 2001-2013 en el estado de Colima

Los incendios forestales en Colima ocurren principalmente en la temporada seca cálida, es decir entre los meses de febrero y junio (Fig. 5.3), en gran medida provocados durante la preparación de tierras de cultivo, en el proceso de roza tumba y quema. Aunque el número de incendios disminuyó en los primeros años del siglo XXI, en años recientes ha mostrado tendencia a aumentar nuevamente.

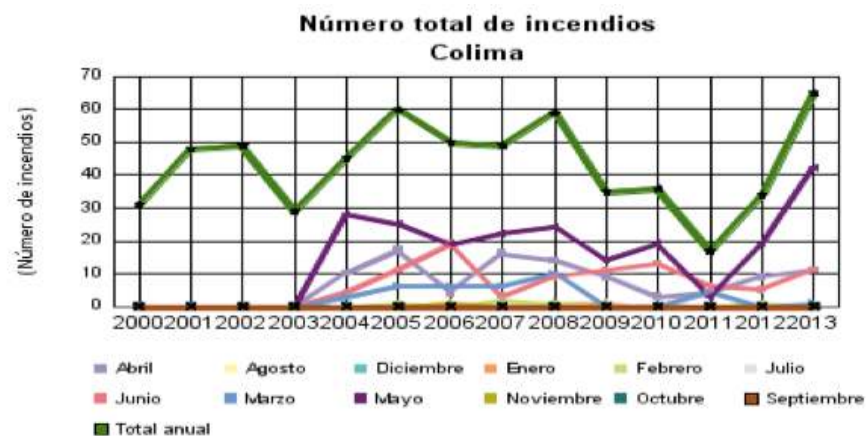


Figura 5.3. Número de incendios forestales en Colima entre el 2000 y el 2013 como función del mes.

En términos del impacto de los incendios forestales, se advierte una disminución en las hectáreas afectadas por este desastre (Fig. 5.4), lo que demuestra una mayor capacidad de respuesta para controlar el siniestro, a pesar de que el número de incendios se ha incrementado. En los años recientes el impacto, en términos de hectáreas afectadas por incendio aumentó al tenerse 310 has incendiadas en 2012 y 2387 hectáreas en 2013 (según reportes de CONAFOR 2014).



Figura 5.4. Total de hectáreas afectadas por incendio forestal entre el 2000 y el 2011

En el 2013, el número de incendios estuvo significativamente por arriba de la media histórica en el estado de Colima al tenerse anomalías de temperatura, principalmente en febrero y marzo, con déficit de humedad de suelo que llevó a estrés hídrico en la vegetación hacia los inicios de la temporada de lluvia (Fig. 5.5).

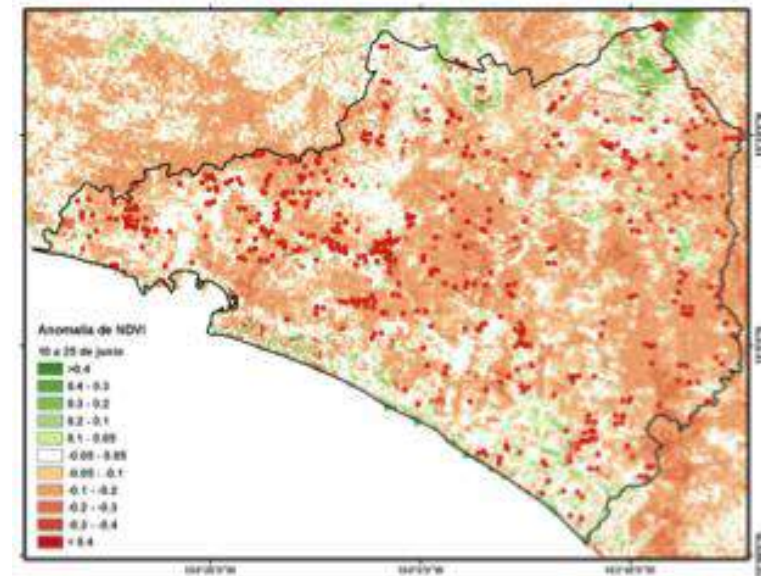


Figura 5.5. Anomalía NDVI del 10 al 25 de junio (colores) y acumulado de puntos de calor para el 2013.

De los datos anteriores se observa que, aunque se ha avanzado en el rápido control de los incendios forestales, aun es necesario disminuir su número y actuar en materia de prevención.

En un contexto de calentamiento global, podrían aumentar las condiciones de estrés hídrico en la vegetación que llevan a condiciones de riesgo de incendios forestales. Por tanto, los incendios forestales bajo cambio climático involucran un aumento en el peligro, al ir a la alza las temperaturas máximas con prácticas que generan vulnerabilidad ante dicho peligro, aun cuando se cuenta con estrategias y capacidades para hacer frente a este fenómeno.

Es necesario reconocer adicionalmente, que las condiciones climáticas podrían influir en la salud de la vegetación al favorecer la aparición de plagas que deje en condición vulnerable a ciertas variedades de árboles. Sin embargo, será necesario establecer relaciones entre las plagas y el clima para determinar en qué medida, este proceso genera vulnerabilidad en los ecosistemas de manera indirecta.

En resumen, los peligros más importantes para los bosques están relacionados con la sequía meteorológica que pueda llevar a estrés hídrico, así como condiciones climáticas que favorezcan la aparición de plagas, y que bajo las prácticas agrícolas tradicionales pueden estar en riesgo de incendio forestal.

Los factores de vulnerabilidad son por tanto las prácticas tradicionales en la agricultura de temporal que emplean el fuego. De igual forma, está la falta de información en la sociedad sobre uso del fuego (*v.gr.*, fogatas), los intereses de apropiación de terrenos que llevan a uso de fuego, y la limitada gestión de riesgo de incendios forestales para inhibir su ocurrencia, particularmente en terrenos privados.

Se debe analizar de forma especial el contraste de capacidades entre CONANP y CONAFOR en materia de prevención de incendios forestales, aprovechando las experiencias exitosas de los primeros.

---

#### **LAS POTENCIALES ACCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO INCLUYEN:**

---

- 
- Reforzar acciones de manejo del fuego y no sólo las de control de incendios, de manera particular en terrenos privados.
  - Diseñar y promover cambios y controles en el manejo del fuego en la agricultura y la ganadería.
  - Diseño de planes de conservación y rehabilitación de corredores biológicos que den conectividad a los ecosistemas con el fin de recuperar una de las características de integridad de los ecosistemas. Esto puede ser logrado a partir de la promoción del pago por servicios ambientales,
  - Diseño e impulso de la estrategia estatal para la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (EEREDD+) bajo el enfoque de desarrollo rural sustentable.
- 

#### **LOS ESTUDIOS REQUERIDOS PARA DEFINIR CON PRECISIÓN LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN SON:**

---

- Esquemas de gestión integral de riesgo de incendio forestal que considere información climática (monitoreo y pronóstico).
  - Estudio de detección de zonas potencialmente afectables por incendio usando información de estrés hídrico de la vegetación (uso de sensores remotos y datos climáticos).
-

- 
- Impactos económicos de los incendios forestales que lleven a demostrar el beneficio de la prevención y del pago de servicios ambientales. Los estudios mostrarán que la gestión del riesgo se paga al menos al 6 x 1 con respecto a la respuesta a la emergencia o al desastre.
  - Estudios de relaciones clima plagas en los bosques del estado, que lleven a acciones de prevención y control.
  - Estudios diagnósticos sobre las causas de la deforestación y la degradación de los bosques.
- 

#### LOS ACTORES CLAVE INVOLUCRADOS:

---

- Campesinos en zonas de bosques y productores forestales.
  - SAGARPA
  - CONAFOR, CONANP
  - Sector Académico
  - SEDESOL Y Protección Civil
-

## CLIMA Y SALUD

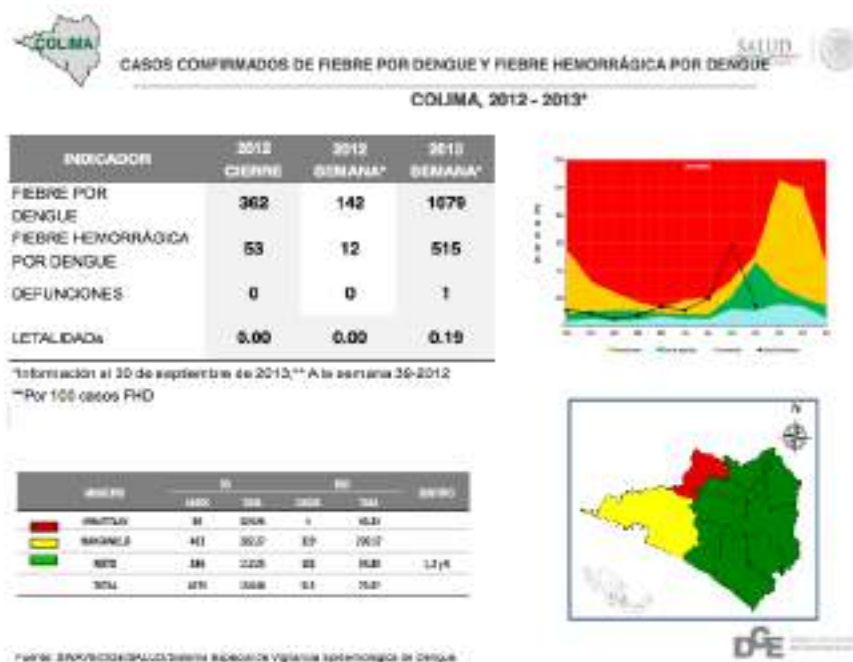


Fig. 6.1 Ejemplo de reporte realizado por SINAVE sobre casos de dengue en el estado de Colima en 2013 (Fuente, Secretaría de Salud, DGA Epidemiología).

El dengue es una enfermedad viral aguda transmitida por el mosquito hembra de la especie *Aedes aegypti*. El virus vive en las glándulas salivales de los moscos y es transmitido con la picadura. En ciertos años, durante la temporada de lluvias las condiciones de humedad en suelo y de temperatura y humedad en el aire se vuelven propicias para la reproducción de este vector cuando se tiene almacenamiento o acumulación de agua. Lo anterior debido a que las hembras (transmisoras del virus), logran una mayor sobrevivencia y una mejor proliferación bajo estas condiciones. Colima se encuentra entre los estados con

mayor riesgo de padecer dengue, y se refleja en una gran incidencia de la enfermedad. La sintomatología de la enfermedad es parecida a la gripe: fiebre alta, dolor de cabeza, espalda y coyunturas; náuseas y vomito; malestar en los ojos y erupciones en la piel. El dengue hemorrágico se da cuando hay una segunda infección con otra cepa del virus, de tal manera que cuando alguien presenta otro contagio es más probable que desarrolle dicho mal.

En ciudades tropicales de México, como en Colima, el dengue mostraba un equilibrio endémico, con una perpetua transmisión de baja intensidad, la cual pasaba inadvertida para los sistemas de vigilancia epidemiológica tradicionales, debido a que un alto porcentaje de individuos infectados eran asintomáticos, o bien, porque su sintomatología era tan leve que no amerita la búsqueda de consulta médica, aunque de todas formas participan en la cadena de transmisión (Espinosa Gómez *et al.*, 2003). Sin embargo, en años recientes (*v.gr.*, 2009) aparecieron brotes epidémicos de gran magnitud en Colima y otras partes del país que han hecho de esta enfermedad un serio problema de salud pública que podría agravarse bajo condiciones de cambio climático. Por ejemplo en el 2008, en México se reportaron 35 mil 603 casos y en 2009, 52 mil 534, con una mayor incidencia en los meses de septiembre, octubre y noviembre, y una disminución en diciembre. Los análisis para el Estado de Colima (SINAVE, 2012), indican que entre 1995 y 2012, los enfermos aumentaron, siendo el mayor número registrado en 2009, cuando los reportes de esta enfermedad rebasaron los 7000 casos (Fig. 6.2).

99

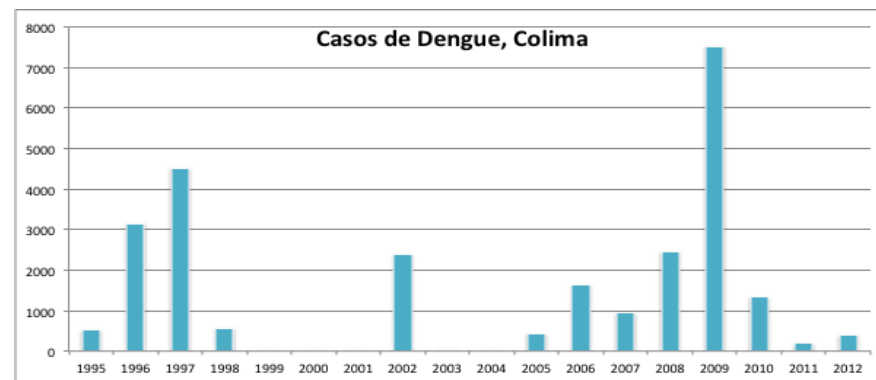


Figura 6.2. Casos de dengue por año en el estado de Colima. Fuente: (SINAVE, 2012).



El aumento de este mal se debe a un problema multifactorial ocasionado, entre otras cosas, por cambios de clima que permiten la mayor reproducción del mosquito *Aedes aegypti*. Las condiciones ambientales y la falta de vacunas para prevenir su aparición, hace más difícil el manejo de la enfermedad en forma preventiva. Aunque las campañas de años recientes en el sector salud han mostrado resultados, la ocurrencia de condiciones climáticas favorables para el vector sigue resultando en brotes epidémicos.

Para llevar a cabo un diagnóstico de la relación clima-dengue se cuenta con información a nivel municipal por semana epidemiológica, del sistema de salud de la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Se trata de datos sobre casos no siempre confirmados, pero que brindan una buena idea de los episodios de dengue que permiten analizar su relación con condiciones de clima a nivel regional. En Colima, el municipio más afectado, en número de casos de dengue, en años recientes, es Manzanillo, seguido de Tecmán. En orden de importancia, le siguen los municipios de Colima y Armería. El año 2009, además de ser un año récord en número de casos de dengue en Colima, es también un caso de estudio interesante, ya que se presentan condiciones climáticas anómalas, que permiten analizar procesos del clima que pudieran favorecer la aparición del vector que propaga la enfermedad.

El verano de 2009 correspondió a condiciones El Niño (IRI, 2014), con anomalías positivas en la temperatura de superficie del mar que se extendieron hasta el Pacífico mexicano. Esta condición favoreció temperatura atmosférica anómalamente alta, cerca de superficie y mayor humedad en los estados del occidente de México, particularmente en Colima y Jalisco. Las condiciones de lluvia en esta zona del país, llevaron a condiciones de humedad del suelo acumulada, que en combinación con altos niveles de humedad atmosférica, parece haber favorecido la existencia de encharcamientos prolongados por suficiente tiempo como para permitir el ciclo reproductivo del mosquito.

Cuando se compara la condición de humedad del suelo antes y después del 2009, con años anteriores, se observa un incremento significativo en gran parte del occidente de México (Fig. 6.3). Aun cuando las lluvias no fueron significativamente altas, la humedad del suelo y la humedad del aire fueron anómalas como para suponer que algunos cuerpos de agua superficiales cerca

de, o en las ciudades, pudieron permanecer por varios días, permitiendo la propagación del mosquito.

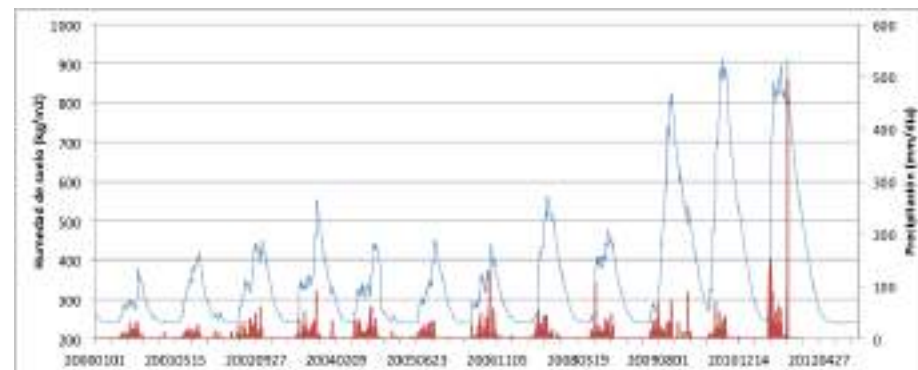


Fig. 6.3 Precipitación diaria (mm) y humedad del suelo en el occidente de México entre 2000 y 2012.

100

Para el estado de Colima, las condiciones fueron similares a las de la mayor parte del occidente del país, bajo la influencia de El Niño, con valores de temperatura de superficie (Fig. 6.4) que permiten altos valores de humedad específica del aire (Fig. 6.3) y de humedad del suelo (Fig. 6.6) por encima de lo normal.

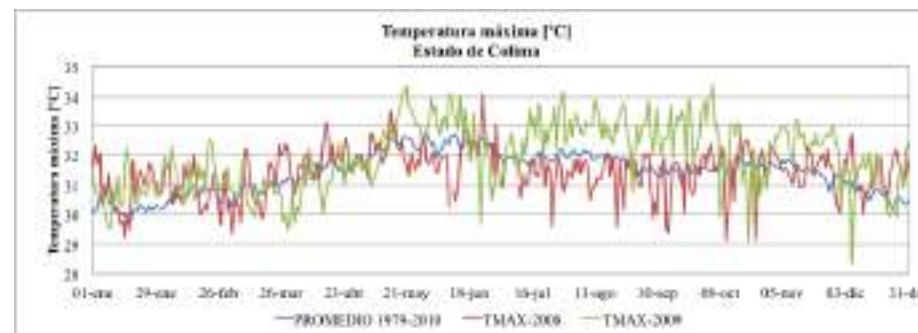


Fig. 6.3. Temperatura máxima diaria para el Estado de Colima. Promedio (línea azul), en el 2008 (línea roja) y en el 2009 (línea verde).





Figura 6.4. Humedad del suelo diaria en el Estado de Colima. Promedio (línea azul), en el 2008 (línea roja) y en el 2009 (línea verde).

La condición propicia para la propagación del mosquito *Aedes aegypti* está probablemente relacionado con una alta humedad del suelo y una alta humedad específica en el aire que hacen que el agua superficial se evapore lentamente y el charco permanezca por más tiempo, sobre todo si los días con lluvia son continuos, creando de esta manera un ambiente muy húmedo y propicio para la transmisión del dengue. Por lo tanto, aunque la lluvia no sea alta, las condiciones ambientales en su conjunto pueden generar una condición de peligro y riesgo climático para su propagación.

Los casos reportados de la enfermedad en el año 2009, se incrementan significativamente a partir del mes de septiembre (Fig. 66). De acuerdo a los datos para clima, el surgimiento repentino de un mayor número de casos de dengue, coincide cuando los valores de humedad específica se disparan por encima de la media. Manzanillo fue el municipio más afectado por el dengue en el 2009 con más de 100 casos en 5 semanas, el valor más alto que llegó a registrarse de la enfermedad en el estado.

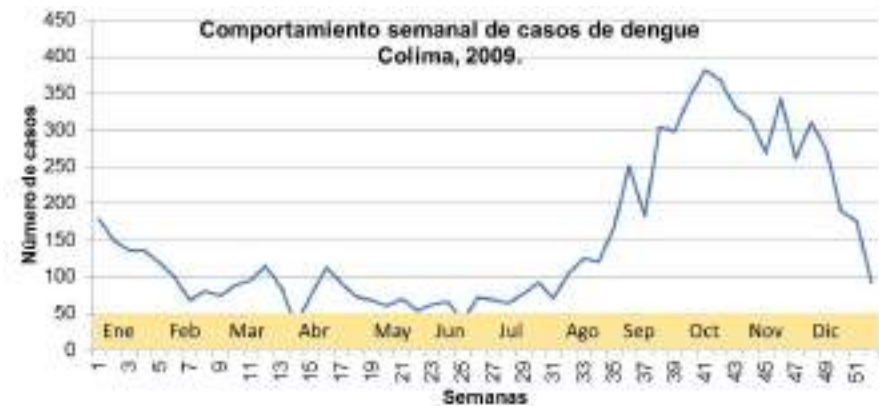


Figura 6.5. Casos de dengue clásico en Colima por semana durante el 2009, con base en datos de COFEPRIS.

Los años 2010 y 2011 también muestran altos niveles de humedad en el suelo y en el aire. Sin embargo, la experiencia del año 2009 llevó a reforzar las medidas de control de la enfermedad, a difundir mayor información entre la población y a actuar de forma más eficiente en materia de fumigación, lo que resultó en una disminución del número de casos. Esto demuestra que se trata de un problema de gestión del riesgo que debe implementarse de forma coyuntural bajo condiciones climáticas anómalas, en el que la disminución de la vulnerabilidad lleva a menores niveles de riesgo.

Hasta ahora, los esfuerzos de la Secretaría de Salud están encaminados a la prevención de la reproducción del mosquito, mediante campañas de "descacharrización". Se trabaja en difundir entre la población medidas de higiene, tales como evitar tener a la intemperie recipientes que acumulen agua. Otra medida para evitar la expansión del mosquito son las campañas de fumigación de zonas afectadas, además del cuidado de los pacientes infectados, con el fin de evitar que sean picados nuevamente. Será necesario además, trabajar para que la población perciba el riesgo de dengue de manera adecuada, considerando el uso de repelentes y otros tipos de protección; principalmente cuando se presenten condiciones climáticas favorables para la aparición del vector. Así, la información climática se debe incorporar como elemento de gestión de riesgo de dengue.

En diversas partes de México, el impacto de los ciclones tropicales induce mejores condiciones que favorecen la propagación del mosquito. Sin embargo, generar escenarios sobre los efectos de los ciclones tropicales sobre Colima bajo cambio climático genera gran incertidumbre, por lo que se tiene que trabajar en gestión de riesgo considerando las condiciones del clima actual.

En resumen, el peligro climático es el aumento en la temperatura y niveles de humedad del suelo y del aire cerca de la superficie. Los factores de vulnerabilidad están relacionados con la probable no-implementación de los programas de “descacharrización” y la insuficiente implementación de la fumigación que se han promovido hasta ahora. La falta de información en la población para conocer los factores de peligro y las condiciones de riesgo que una condición climática puede generar debe analizarse y mejorar la estrategia de comunicación en años climáticos propicios para el dengue. Aunque se está cada vez más cerca de contar con una vacuna, es necesario mejorar la percepción del riesgo entre la población. El uso información climática en las campañas de prevención del sector salud podría ayudar en materia de percepción del riesgo, sobre todo si van aparejados de la implementación de Sistemas de Alerta Temprana.

---

#### LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN PUEDEN RESUMIRSE EN:

---

- I) Impulso y fortalecimiento de una cultura de la autoprotección (v.gr., valor de los repelentes) y conocimiento del riesgo.
  - II) Acceso a información climática y uso de ella para definir estacionalmente las campañas de apoyo a la población y atención preventiva.
  - III) Generación de capacidades en centros médicos u opciones de atención inmediata ante golpes de calor o síntomas de dengue.
- 

---

#### ACTORES CLAVE

---

- I) Sector Salud
  - II) Población entre 5 y 40 años
  - III) Medios De Comunicación
  - IV) Secretaría De Educación Pública Estatal
- 

---

#### INVESTIGACIONES PRIORITARIAS DE DESARROLLAR PARA EL TEMA:

---

- I) Conocimiento de variedades del virus y su control.
  - II) Investigación epidemiológica y vacuna.
  - III) Estrategias de identificación y control de focos de infección encontrados por la comunidad (cultura de la autoprotección).
-

## ECONOMÍA

---

México con sus entidades federativas y con las instituciones que lo conforman, busca que el crecimiento de la economía se sustente en empresas que utilizan en sus procesos tecnologías ambientalmente amigables. Hasta el momento no han logrado penetrar en el grueso de la estructura productiva, pero con el diseño de Leyes encaminadas al cuidado del medio ambiente, entre ellas la Ley General de Cambio Climático, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como la Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente, se están generando mejores condiciones para ello.

La dinámica de México muestra que la economía mantiene cierto crecimiento, aunque no suficiente para generar riqueza en todos los sectores de la población.

En México las instituciones realizan esfuerzos por reducir los niveles de contaminación y mejorar el medio ambiente. Por ejemplo, luz sustentable que fue implementado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), consiste en reemplazar alrededor de 47 millones de focos que consumen mucha electricidad por focos ahorradores y con esto reducir en 18% el consumo de electricidad doméstica. También sobresale el programa de sustitución de aparatos electrodomésticos en el hogar para el ahorro de energía, sustituyendo refrigeradores y aires acondicionados con más de diez años de antigüedad por aparatos nuevos y eficientes en el consumo de energía. De acuerdo con lo publicado en el informe de gobierno del año 2007, se tuvo un ahorro por año de 29, 779,014 kilowatts por hora y contribuyó con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con un equivalente a 13,464 toneladas de electricidad doméstica. (CFE).

En el año 2009 se creó el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), para cumplir con el objetivo del Protocolo de Kioto de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como mantener y fortalecer su política ambiental iniciada en la década de 1980.

---

## CONDICIONES DEL ESTADO DE COLIMA.

---

El estado de Colima, cuenta para su desarrollo con ventajas competitivas, sobresaliendo su ubicación geográfica, el puerto marítimo, la dinámica de su población, el incremento de infraestructura, crecientes actividades que ocupan a la población, entre ellas las agroindustriales, extractivas, comercio y servicios que contribuyen al fortalecimiento y diversificación de la economía.

Haciendo un desglose de las actividades del Estado de Colima por los 10 municipios que conforman la entidad, encontramos que las principales por municipio son:

**Armería.** Se encuentran un total de 1,302 unidades económicas (UE), que representan el 4.33% del total de empresas que existen en el estado. El 2% corresponde con actividades del sector primario relacionadas con la agricultura, cría y explotación de animales, pesca y caza; para el sector secundario el 12% con actividades relacionadas con la extracción de sal y agroindustrias de producción de coco rallado; y el sector terciario 64% donde sobresale el comercio, los servicios educativos y de salud, transportes y servicios profesionales, entre otros.

**Colima.** Se encuentran un total de 9,527 UE, que representan el 31.7% del total de empresas del estado. Las actividades más destacadas se concentran con un 2% en el sector primario, 12% en el secundario y 64% en el terciario. Las más representativas la industria de la Construcción, industria manufacturera relacionada con la fabricación de jabones, salsas picantes, dulces regionales, equipales, zapatos, huaraches, elaboración de agua de coco y jugo de naranja, comercio, servicios financieros, servicios profesionales, servicios educativos y de salud, actividades de gobierno. En el sector primario sobresale la producción de limón, caña de azúcar, maíz grano y pasto.

**Comala.** Se cuenta con 803 UE, que representan el 2.7% del total de empresas ubicadas en el estado. El 0.5% corresponde al sector primario, el 17.6% al secundario y el 81.9% al terciario. Las actividades más relevantes son el procesamiento de café, productos lácteos, fabricación de muebles de madera

decorados al óleo, fabricación de materiales para construcción, así como el comercio y el turismo.

**Coquimatlán.** Cuenta con 641 UE, que representan el 2.13% del total de empresas del estado. El sector primario reúne el 1.6%, el secundario 12.6% y el terciario el 85.8%. De las actividades más destacadas se encuentra la minería: explotación de yacimientos ferríferos (yeso, mármol y calizas) del cerro Náhuatl, empacadoras de cítricos y de carnes frías, fábricas de muebles, planta de fabricación de aceite de limón, planta de purificación de agua, procesadora de miel de abeja, herrerías artísticas, la pesca es otra actividad destacada del municipio, especialmente por la captura de langostinos y chacales, estanques de siembra de tilapia. Los principales cultivos son: maíz grano, limón, pastos y elote.

**Cuauhtémoc.** Tiene 941 UE, que representan el 3.12% del total de empresas existentes en el estado. Corresponde el 0.3% al sector primario, el 9.5% al secundario y el 90.2% al terciario. Las actividades más representativas se encuentran en la peletizadora de Alzada que transforma millones de pelets y residuos metálicos para la fabricación de acero. Otra actividad de gran importancia es la industria azucarera del Ingenio Quesería; Cuauhtémoc ocupa el primer lugar a nivel estatal en el cultivo de la caña de azúcar; en Buenavista, se cultiva arroz de gran calidad, producción que destaca en el municipio, así como factorías que elaboran herramientas agrícolas.

**Ixtlahuacán.** Es el municipio en el que se encuentra ubicadas el menor número de UE (140). Representan el 0.46% del total de empresas del estado. El 0.7% se concentra en el sector primario, el 5% en el secundario, el 94.3% en el terciario. Las actividades más relevantes se concentran en el comercio, servicios, construcción, industrias manufactureras, cultivo de hortalizas entre ellas el melón y sandía.

**Manzanillo.** Se encuentran un total de 7,150 UE, que representan el 23.8% del total de empresas en el estado. El 1.7% forma parte del sector primario, el 7.8% del secundario, el 90.5% del terciario, las actividades más representativas se relacionan con el movimiento del puerto, el turismo, la industria de la transformación, la microindustria con productos alimenticios, actividades salineras, así como la industria de la construcción.

**Minatitlán.** En el municipio se cuenta con 297 UE, que representan el 1% de las empresas; el 1% se encuentra en el sector primario, el 10% en el secundario, el 89% en el terciario. La explotación minera es la actividad más importante para el municipio, cuenta con el depósito mineral más grande del país, calculado en 200 millones de toneladas: también cultivan maíz, café, naranja, caña de azúcar, hortalizas, aguacate, durazno y manzana.

**Tecomán.** Tiene 5,276 UE, que representan el 17.5% del total de empresas en el estado, el 0.8% se concentra en el sector primario, el 10.1% en el secundario, y el 89.1% en el terciario. Sus actividades principales se relacionan con el comercio; alimentos, vestido, calzado, artículos para el hogar, papelerías, ferreterías, muebles y materiales para construcción, asimismo destaca la Industria de la transformación, trascendental para Tecomán. En ésta sobresale la fábrica de cemento APASCO, la embotelladora Coca Cola, las plantas procesadoras de cal, fábricas de aceite de limón y una fábrica de pectina, derivado de la corteza del limón. Otra parte importante de la economía de Tecomán es el cultivo de limón, la agroindustria del limón, las empacadoras, fábricas de fertilizantes y plaguicidas, así como el servicio de hospedaje y preparación de alimentos y bebidas.

**Villa de Álvarez.** En el municipio existen 4,013 UE, que representan el 13.3% del total de empresas en el estado. El sector primario contribuye con el 0.1%, el secundario con el 12.8% y el terciario con el 87.1%. Las actividades económicas más importantes son el comercio, los servicios, la industria manufacturera y la industria de la construcción. Esta última constituye una actividad representativa del Municipio ya que en ella se ocupa casi el 25% de los empleos formales.

A partir de este diagnóstico y considerando las condiciones institucionales y jurídicas del estado se pueden impulsar siguientes políticas que favorecen la reducción de las emisiones a la atmósfera y contribuirán a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

- 
- Diseñar una política de atracción de inversiones para el desarrollo de infraestructura en **nuevas líneas ferroviarias** para **reducir el transporte** de carga por la autopista Guadalajara-Manzanillo
  - Diseño y puesta en marcha de un sistema de **alerta temprana** que permita la previsión y gestión oportuna de las actividades económicas en función de **posibles fenómenos meteorológicos** extremos (particularmente las actividades primarias y el turismo).
  - Diseño y puesta en marcha de un conjunto de instrumentos económicos que permitan **reconvertir** el uso de energías tradicionales a **energías alternativas** en los parques industriales más importantes de colima.
  - Diseño en participación con el sector productivo del estado y establecimiento de un programa de **horarios especiales** de circulación del **transporte** de carga que emplea la industria del estado.
  - Fortalecimiento y/o desarrollo de capacidades del sector productivo en torno a los **riesgos del cambio climático** y las soluciones que su sector puede aportar.
  - Impulso a la **diversificación productiva**, particularmente en el sector primario, que permita

adaptarse con mayor facilidad a la variabilidad climática.

- Política de atracción en las inversiones relacionadas con la generación de **energías renovables** (solar, eólica, mareomotriz, entre otras).
  - Diseño y aplicación de programas que incentiven las auditorías ambientales voluntarias para la **reducción de la generación de residuos**, así como el trabajo conjunto entre empresas para el **tratamiento de desechos y tratamiento de aguas negras**.
-

# COMUNICACIÓN AMBIENTAL PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un tema paradigmático; ha generado controversias y motivado el afán de gobiernos e instituciones para lograr consensos en su atención e impacto. Sin embargo, comprender su complejidad va más allá de las prioridades internacionales, pues no solo corresponde a los científicos dimensionar sus características y variables, sino también a tomadores de decisiones, instituciones educativas y principalmente medios de comunicación, siendo los precursores del tema a nivel masivo.

Este documento presenta las propuestas y recomendaciones para la creación de políticas públicas para el estado de Colima, orientadas a la comunicación del cambio climático y de los problemas ambientales identificados a nivel local.

En Colima, existe una enorme dificultad para asociar al cambio climático a aspectos que vayan más allá del *frío* o el *calor*. Las personas no entienden aspectos ambientales, excepto las relacionadas con evitar la contaminación, reciclar o limpiar. Con relación a la noción de sustentabilidad, se la asocia con palabras como *economía* y *dinero*, cuando en su esencia se postula, como una alternativa al modelo globalizador.

## ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

Cabe mencionar que todo problema ambiental, sin excepción del cambio climático, contiene información científica o de fuentes especializadas en sus orígenes, sin embargo llega a la mayoría de los ciudadanos a través de medios, contextos e intermediarios que no tienen la misma lógica de comprensión de la ciencia, por lo que simplifican, reducen, interpretan, distorsionan o bien, modulan la información en función de otro tipo de variables o intereses.

De acuerdo a ello, cualquier estrategia de comunicación debe contar con información básica acerca de cómo la población va conformando sus representaciones colectivas en torno del cambio climático.

De acuerdo con Meira (2008), se han identificado, ciertos patrones que obstaculizan la apreciación del cambio climático y sus efectos y por lo tanto que entorpecen la toma de decisiones y la puesta en marcha de políticas públicas. Tomar en cuenta estos patrones puede ayudar a comunicar de mejor manera los riesgos del cambio climático y sus implicaciones y previsiones que debe tomar la sociedad colimense. Los patrones en comento son:

- **La tendencia a entender la atmósfera como un espacio inmenso y ‘vacío’, capaz de absorberlo todo, y que ha permanecido inalterado e inalterable a lo largo del tiempo.** Esta creencia compartida por muchos, va en contra de la idea de la atmósfera como un sistema frágil y pequeña, en proporción al volumen de la Tierra, que además ha ido cambiando cíclicamente su composición y dinámica a lo largo de la historia natural del planeta.
- **La confusión entre tiempo atmosférico y clima.** Si diariamente se experimentan cambios de temperatura de varios grados entre mínimas y máximas, a los que respondemos sin alterar sustancialmente nuestras vidas, ¿cómo se puede considerar una amenaza relevante el incremento decimal de la temperatura media del planeta en un período de tiempo mucho más largo? La confusión entre tiempo y clima también entorpece la adecuada interpretación del cambio a nivel global y la valoración de su potencial de amenaza.
- **Pensar que el calentamiento es un proceso lineal y los cambios que se produzcan seguirán una evolución gradual en el tiempo que permitirá la adopción de estrategias de respuesta y adaptación también progresivas.** Esta percepción ignora que, en la escala del tiempo geológico, el calentamiento actual está siendo extremadamente rápido y tampoco tiene en cuenta que se pueden producir cambios drásticos e impredecibles, al traspasar determinados umbrales, cuyos efectos pueden ser catastróficos.
- **Destacar la importancia de los fenómenos extremos, minimizando los cambios graduales y progresivos en el medio** (derivados en gran medida

de las limitaciones de nuestro sistema sensorial). De tal forma, sobrevaloramos fenómenos meteorológicos extremos, y no apreciamos, o valoramos, cambios sutiles, pero relevantes, que se están produciendo, por ejemplo, en el incremento de las temperaturas medias o en la dinámica de los ecosistemas, tales como cambios en la presencia de polinizadores, tiempos de floración, entre otros.

- **La percepción de que la acción individual es inapreciable e irrelevante ante la magnitud y la complejidad del problema.** Esta falta de empoderamiento constituye una de las principales barreras psicosociales que entorpece el paso de la toma de conciencia sobre el problema a la acción responsable. Esto es, aun cuando se perciba el problema, puede considerarse que la respuesta individual es irrelevante e inútil dada la escala del mismo.
- **La representación social del cambio climático se realiza a partir de ideas, creencias y concepciones ya construidas anteriormente sobre la crisis ambiental** en general o bien, sobre un problema ambiental en particular, sin embargo, muchos de estos problemas nada tienen que ver con el cambio climático. Cuando en la mayoría de las personas se tiene un conocimiento científico limitado que le permita entender la complejidad del cambio climático, mucha de esta comprensión se limita aún más cuando se tienen ideas reutilizadas o representaciones instauradas previamente sobre otros temas.

Así, como menciona Landeros (2005), el análisis del cambio climático se complica todavía más cuando agregamos factores psicológicos y sociales. Prácticamente en cada uno de los fenómenos y procesos entran en juego otros aspectos, además de la pura información o datos duros, como son la cultura, los valores, las creencias, las actitudes, las normas sociales, las normas personales y la conducta cotidiana, lo que hace que el panorama sea todavía sumamente más complicado.

---

## LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS

---

**Propuesta 1:** crear la feria de las ciencias como un programa permanente entre la secretaría de educación y universidades con perfil orientado hacia las ciencias ambientales, en la que se promueva la participación de todo público y donde se expongan materiales y espacios referidos al cambio climático y a su dinámica compleja.

**Problema al que responde:** desconocimiento o vaga interpretación de la sociedad colimense de lo que es e implica el cambio climático.

**Responsables:** secretaría de educación del estado, Universidad de Colima, IFFECOL, ICSIC.

---

**Propuesta 2:** diseñar una estrategia de comunicación del riesgo vinculada a un sistema de alerta temprana del que permita la participación informada y preventiva de los colimenses en amenazas asociadas al cambio climático.

**Problema al que responde:** la sociedad colimense no está organizada, ni preparada ante posibles amenazas del cambio climático.

---



---

**Responsables:** protección civil de gobierno del estado, gobiernos municipales.

---

**Propuesta 3:** en coordinación con protección civil generar el mapa de vulnerabilidad social ante fenómenos naturales y difundir en sitios públicos de manera permanente.

**Problema al que responde:** la sociedad colimense desconoce las condiciones que la vulneran ante ciertas amenazas del cambio climático.

**Responsables:** protección civil.

---

**Propuesta 4.** Diseñar y ejecutar un plan de promoción del transporte alternativo (autos compartidos, transporte escolar, bicicletas) que disminuya la carga vehicular del estado y con ello las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

**Problema al que responde:** el estado de colima necesita desmotorizar su forma de transporte para disminuir los GEI que genera y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

**Responsables:** secretaría de educación del estado, secretaría de desarrollo urbano, secretaría de desarrollo social.

---

---

**Propuesta 5:** generar programas de participación ciudadana en los comités de barrio, en los que se activen acciones para mitigar o adaptarse a los efectos que se prevén para colima en los próximos años. Por ejemplo: autosuficiencia alimentaria por medio de huertos orgánicos en los jardines públicos.

**Problema al que responde:** desarrollar acciones de adaptación al cambio climático, disminuyendo los niveles de vulnerabilidad social.

**Responsables:** ayuntamientos de los municipios, secretaría de desarrollo social.

---

**Propuesta 6.** Diseño y ejecución de un programa de capacitación para choferes de transporte público que promuevan el respeto al peatón y al ciclista.

**Problema al que responde:** crear condiciones para el uso de la bicicleta y el respeto al peatón.

**Responsables:** secretaría de desarrollo urbano, secretaría de salud y bienestar social.

---

**Propuesta 7:** diseñar y ejecutar un programa de difusión sobre el valor de la participación para el ahorro de energía en la vivienda y el transporte.

---

---

**Problema al que responde:** la sociedad necesita incorporar en su comportamiento cotidiano conductas que permitan el ahorro de energéticos.

**Responsables:** instituto colimense de radio y televisión, secretaría de educación, universidad de colima.

---

**Propuesta 8.** Diseñar y ejecutar un plan de capacitación a servidores públicos sobre cambio climático, riesgos y soluciones desde la gestión pública.

**Problema al que responde:** los servidores públicos requieren estar mejor informados y sensibilizados sobre qué es y qué implica el cambio climático.

**Responsables:** secretaría de educación, universidad de colima.

---

## REFERENCIAS.

---

- Álvarez, A. (2014). Los vehículos foráneos en Colima, un registro estatal. Monografía de la Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad. México: Universidad de Colima.
- Anderson, J. R., E. E. Hardy, J. T. Roach y R. E. Witmer (1976), A land use and land cover classification system for use with remote sensor data, Geológica survey professional paper 964, Washington.
- Anónimo. Evaluación del potencial geohidrológico en el estado de Colima
- Arellano, B., Roca, J., Queralto, P. & Al Haddad, B. (2009). Some Considerations about the Urban Sprawl Process in USA, Mexico and Spain. 49th European Congress of the Regional Science Association International. España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Arfeuille, (2014)
- Bautista-Godínez, E; Silva-Casarín, R; y Salles A. de Almeida, P., 2003. Predicción de Marea de Tormenta Generada por Ciclones Tropicales. Revista Ingeniería Hidráulica en México.
- BIBLIOGRAFÍA
- Bitran, D. 2001: Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-991. Publicado por el Sistema Nacional de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres en la Serie: Impacto Socioeconómico de los Desastres en México.
- Capel, H. (2009). Investigaciones Geográficas. Recuperado el 16 de junio de 2014 de <http://www.ejournal.unam.mx/rig/RIG070/RIG000007002.pdf>
- Cédulas de Operación Anual (COA), 2004-2012.
- Censo Económico 2004. INEGI
- Censo Económico 2009. INEGI.
- Centro de Información para el Desarrollo del Estado de Colima (CIDECOL).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2006. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2007 (a). Ciclones Tropicales. Serie Fascículos. Secretaría de Gobernación. México, D. F.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2007 (b). Inundaciones. Serie Fascículos. Secretaría de Gobernación. México, D. F.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2008. Aplicación de la metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta. Fenómenos Hidrometeorológicos. Caso Isla Arena, Municipio de Calkíni, Campeche.
- CEPAL, 2007: Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de cinco países: México. Mario Ordaz Schroeder (coordinador) y Antonio Zeballos

- Cabrera. CEPAL-ONU, 268pp. (disponible 14 de agosto de 2014, en <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/33659/mexicoliviano.pdf>)
- Cervantes, A. (2009). Accidentes de tránsito. Asunto de Estado y Salud Pública. *Movilidad Amable* 6, 100-101. México: ITDP.
- Comisión Nacional del Agua (2012). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, Diciembre 2012. Subdirección General de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ([www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)).
- Comisión Nacional del Agua (2013a). Atlas del Agua en México 2013. Subdirección General de Planeación. ([www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)).
- Comisión Nacional del Agua (2013b). Estadísticas del Agua en México, Edición 2013. Subdirección General de Planeación. ([www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)).
- Comisión Nacional del Agua (2013c). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2013. Subdirección General de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ([www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2009. Sistema Meteorológico Nacional. Información Histórica de Ciclones Tropicales. Temporada 2000. <http://smn.conagua.gob.mx/>
- CONANP, 2010. Estrategia de Cambio climático para Áreas Protegidas. 2da Edición. SEMARNAT, México.
- Conapo. (2007). Proyecciones de la Población de México 2005-2050. México: Consejo Nacional de Población.
- CONEVAL 2012: Principales resultados: Pobreza y rezago social 2010 Colima (Disponible en <http://www.coneval.gob.mx/coordinacion/entidades/Documents/Colima/principal/06triptico.pdf>)
- Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL.
- CTS. (2010). El intercambio fácil, la ciudad próspera. Entrevista con Eugene Towle. México: Centro de Transporte Sostenible. Recuperado el 11 de agosto de 2014 en <http://www.ctsmexico.org/node/264>.
- Cuevas Guzmán, Ramón. 2002. Proyecto de investigación: Flora arbórea del estado de Colima, México. CUCSUR, Universidad de Guadalajara.Pp. 27.
- Delgado, G. (coord.). (2012). Transporte, ciudad y cambio climático. México: UNAM.
- DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas)
- Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes (DGMIC, 2012)
- Dirección General de Regulación Ambiental. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.
- Dueñas, E. (2011). Transporte y movilidad urbana en los municipios de Colima y Villa de Álvarez. Monografía de la Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad. México: Universidad de Colima.

EIA. (2014). Annual Energy Outlook 2014 with Projections to 2040. Estados Unidos: Energy Information Administration.

FAO (1995), Forest resources assesment 1990, FAO forestry paper 124, Roma.

FAO (2013). El Estado Mundial de la Agricultura y la alimentación. Recuperado el 10 de octubre 2014 de <http://www.fao.org/docrep/018/i3301s/i3301s.pdf>

FAO 2011b.: Energy-smart food for people and climate. Issue Paper. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation

FAO 2014: The Water-Energy-Food Nexus: A new approach in support of food security and sustainable agricultura.

FAO. 2011a: The state of the world's land and water resources for foodand agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and London, Earthscan.19

Farreras S.; Ortiz F. M. y Alcalá G., 2003. Riesgo de Maremotos en Ciudad Lázaro Cárdenas, Michoacán. El Colegio de México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada: El Colegio de Michoacán. México.

Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina [versión electrónica]. Eure, 31 (94), 41-53.

Galicia-Pérez, Marco A.; Gaviño-Rodríguez, Juan H. y Torres-Orozco, Ernesto, 2008. Aspectos de la circulación marina y el oleaje en la bahía de Manzanillo. Revista Iridia de la Universidad de Colima: 40-48.

Galicia-Pérez, Marco A.; Martínez-Venegas, R.; Gaviño-Rodríguez, J.; Torres-Orozco, E; Quijano-Scheggia, S., 2007. Riesgos hidrometeorológicos en la región de Manzanillo, Colima. Memoria del XVI Congreso Mexicano de Meteorología, Edición Internacional. Boca del Río, Veracruz, México. Noviembre del 2007.

Galindo, I., Barrón, J. Y Padilla, J.I., 2009: Relación entre ganadería extensiva e incendios en zonas forestales del estado de Colima. Avances en Investigación Agropecuaria 13(3): 17-33

Galindo, L. (2009). La economía del cambio climático en México. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

García-Balan, R., 2008. Riesgo de Inundación por Marea de Tormenta en el Municipio de Cd. Madero, Tamaulipas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Global Environment Outlook 5 (2012), Environment for the Future We Want, United Nations Environment Programme, Malta, 2012.

Globalization and Environmental Reform: the Ecological Modernization of the Global Economy. MTI

Gobierno de Colima. (2009). Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015.

Graf M., S., E. Santana C., E. Jardel P., M. Gómez y S. García R. (2003). "Vinculación social y arreglos institucionales para la gestión de las áreas naturales protegidas: El caso de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan, México", en J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (eds.). Capacidades

Necesarias para el Manejo de Áreas Protegidas en América Latina. México, The Nature Conservancy.

Grandolini. G. 2012. Manejo de riesgo en México y Colombia-Una contribución al desarrollo. Disponible en: <http://www.bancomundial.org>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Guevara Sanginés, Alejandro (2007). "La descentralización de la gestión ambiental: fundamentos, estrategias y prácticas en México". México, Instituto Nacional de Ecología.

Hoff, H. 2011. Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute (SEI).

Horst A, Mahlkecht J, López-Zavala MA & Mayer B. (2011) The origin of salinity and sulphate contamination of groundwater in the Colima State. Environ. Earth. Sci.

<http://oceanografia.cicese.mx/predmar/>

<http://smn.conagua.gob.mx/ciclones/ciclon.html>

<http://www.ine.gob.mx/>

IBM. (2011). Frustration Rising: IBM 2011 Commuter Pain Survey. Recuperado el 10 de marzo de 2014 en <http://www03.ibm.com/press/us/en/presskit/35314.wss>

INE, 2000. Ordenamiento ecológico General del Territorio. SEMARNAP. Pp. 36.

INE. (2009). Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicana. México: Instituto Nacional de Ecología – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 3 de enero de 2014, de [http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=618](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=618)

INECC, 20013: <http://www.inecc.gob.mx/irdef> (visitado 3 de julio de 2013)

INECC-PNUD, 2012, Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. (disponible al 16 de octubre de 2014 en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012\\_estudio\\_cc\\_vyagef3.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_estudio_cc_vyagef3.pdf))

INEGEI (2013), <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI (2013), <http://www.inegi.org.mx/>

INEGI (2014), <http://cuentame.inegi.org.mx/default.aspx>

INEGI 2012: 368 Indicadores principales del Banco de Información INEGI para Colima. (Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=08>)

INEGI, 2010. Consultado el 11 de octubre de 2014  
[http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/col/territorio/recursos\\_naturales.aspx?tema=me](http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/col/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me)

INEGI. (2006). Censo de población y vivienda 2005. Recuperado el 2013, de [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2013). Estadística Básica sobre Medio Ambiente, Datos de Colima. Boletín de Prensa No. 135/13. Comunicación Social INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000. Serie de Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta Topográfica escala 1:50 000, en formato digital. México.

International Energy Agency (IEA). 2013. World Energy Outlook. IEA PUBLICATIONS, Paris, France. November 2013.  
[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013\\_Executive\\_Summary\\_Spanish.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Spanish.pdf)

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre, Julio de 2013, Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL.

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre, Julio de 2013, Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL.

IPCC (2013), Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_history.shtml#UGI\\_pY1IRWQ](http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml#UGI_pY1IRWQ). Consultado el 25/04/2013.

IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCO. (2010). Agenda Estratégica de Movilidad y Transporte de la Zona Metropolitana de Colima. México: Ayuntamiento de Colima.

IPCO. (2011). Estudio de Factibilidad de implementación de Ciclovías en el Centro Histórico de Colima. México: Ayuntamiento de Colima.

IPCO. (2011). Plan de Manejo de la Zona Centro de la ciudad de Colima. México: Programa de Apoyo a la Realización de Estudios de Factibilidad para Centros Urbanos y Metropolitanos.

Iracheta, A., & Pedrotti, C. (2011). Expansión metropolitana y producción habitacional en la Zona Metropolitana de Toluca. México: El Colegio Mexiquense.

ITDP. (2011). Our Cities Ourselves: 8 Principles for Transport in Urban Life. Nueva York: ITDP.



- Lambin, E. F. (1997), Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions, *Progress in Physical Geography*, 21, 3:375-393.
- Lee, H, J. L. Carr y A. Lankerani (1995), Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global data set, *Biodiversity and Conservation*, 4:128-155.
- Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, Ciudad de México, México, 6 de junio de 2012.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2013)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2012)
- Licencia Ambiental Única (LAU)
- Lim, B. y E. Spanger-Siegfried, (Eds). 2004. *Adaptation POLicy Framework for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. New York. United Nations Development Programme. 248 pp.
- Lowy, M. (2012) *Ecosocialismo: La alternativa radical a la catástrofe ecológica capitalista*. España: Biblioteca Nueva.
- Mahlknecht J, López-Zavala MA, Caballero-García CA, Horst A, Hernández-Limón G, Herrera-Carrillo I, Pastén\_Zapata E. (2008). Evaluación diagnóstica de la calidad y disponibilidad del agua superficial y subterránea en el estado de Colima. Reporte Clave COLIMA-2005-C01-3, Instituto Tecnológico de Monterrey.
- Medina, S. (2012). La importancia de la reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos. México: ITDP.
- Medina-Pineda, N. A. (2002). Estudio hidrobiológico de la cuenca del río Almería para las predicciones de un desarrollo sustentable. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad de Colima.
- Merino, Leticia y Gerardo Segura. 2002. El Manejo de los recursos forestales en México 1992-2002. Procesos, tendencias y políticas públicas. UNAM, PROCYMAF.
- MOTTANA, A., R. CRESPI & G. LIBORIO (1999). *Minerales y Rocas, guías de la naturaleza*. Editorial GRIJALBO. Barcelona.
- Naciones Unidas, 1998: Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- National Oceanic and Admosferic Administration (NOAA), 2000. Última actualización el 7 de Febrero de 2001. [www.nhc.noaa.gov/index](http://www.nhc.noaa.gov/index).
- Newell P. Paterson M. (2011), *Climat et Capitalisme*. Editorial De Boeck.
- NOM-043-SEMARNAT-1993
- NOM-085-SEMARNAT-1994
- NORTH, Douglas (1993), *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, México D.F. Ed. FCE.

OECD, (2013), [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2013/emissions-of-carbon-dioxide\\_factbook-2013-70-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2013/emissions-of-carbon-dioxide_factbook-2013-70-en)

Olvera-Malagón, C., 2008. Áreas Costeras de Manzanillo que Presentan Riesgo para la Vida Humana ante la Ocurrencia de un Tsunami. Secretaría de Marina. Memorias del IX Seminario Taller Internacional de la Red Mexicana de Ciudades Hacia la Sustentabilidad. Compiladores Quintanilla-Montoya A. L. y Iracheta Cenecorta A. Ed. El Colegio Mexiquense Publicaciones Primera Edición 2008. 392pp.

OMS. (2012). Global Health Observatory [Estadísticas en línea]. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 15 de enero de 2014 en [www.who.int/gho/en/](http://www.who.int/gho/en/).

Organización Mundial de la Salud (Nota descriptiva N°225. Mayo de 2010)

Orozco, N. (2011). El transporte y la movilidad urbana sustentable: un reto para la zona Metropolitana en Colima. Monografía de la Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad. México: Universidad de Colima

Padilla-Lozoya, R., 2007. Huracanes en el Estado de Colima 1573-1999: Ocurrencia del Riesgo por Fenómenos Hidrometeorológicos. VI Congreso Internacional y XII Nacional de Ciencias Ambientales 2007. Chihuahua, Mex.

Padilla-Velarde E., R. Cuevas-Guzmán, G. Ibarra-Manríquez y S. Moreno-Gómez, 2006: Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 271-295.

Página de internet del Consejo Internacional sobre Metales y Medio Ambiente. International Council on Metals and the Environment (ICMM)

Palacio-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. F. Mass, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta, J. Prado-Molina, A. Rodríguez- Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y F. González. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía 43:183-203.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) 2006

Pardo, C. (2005). Salida de emergencia: reflexiones sociales sobre las políticas del transporte. Universitas Psychologica. Consultado el 15 de octubre de 2014 en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64740302>.

Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Van der Linden, P. J. and C.E. Hanson, Eds. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.

Pastén-Zapata E, Calderón-Zúñiga H, Mahlkecht J, López-Zavala MA, Caballero-García CA, Horst A "Evaluación diagnóstica de la calidad y disponibilidad del agua superficial y subterránea en el Estado de Colima". En: El impacto de los fondos mixtos en el desarrollo regional. Volumen I. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. ISBN 978-607-95050-7-3

Pavia, E.\*, Graef, F. and J. Reyes. 2009. INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY Int. J. Climatol. 29: 1324–1329.

PEMEX. (2006). Anuario Estadístico 2005. Recuperado el octubre de 2009, de Publicaciones: [www.pemex.gob.mx](http://www.pemex.gob.mx)

Pérez-Parrado, R., García-Concepcian, O., Salas-García, I., 1998. Modelo dinámico para el pronóstico de la elevación del nivel del mar por la acción de un ciclón tropical y su aplicación. Instituto de Planificación Física e Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba.

Pielke et al 2012: Dealing With Complexity and Extreme Events Using a Bottom-Up, Resource-Based Vulnerability Perspective. Extreme Events and Natural Hazards: The Complexity Perspective Geophysical Monograph Series 196. American Geophysical Union.

PNUMA (2013), Programa de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Disponible en: [http://www.pnuma.org/cambio\\_climatico/index.php](http://www.pnuma.org/cambio_climatico/index.php). Consultado el 12/05/2013

RETC (Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes), 2004-2012. Secretaría de Energía

Sánchez, L. (Coord.). (2009). Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono, reporte final. México: CTS.

Sarricolea, P. (2011) La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?. Chile: Foro Internacional Medamerica.

SCT (2009)

SCT f. (2005). Secretaría de comunicaciones y trasportes. Recuperado el diciembre de 2009, de Infraestructura carretera: [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).(2009). Monitor Agroeconómico 2009 del Estado de Colima. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estadisticas/Documents/COLIMA.pdf>

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y H. Ayuntamiento de Manzanillo, Col., 2004. Estudio Integral del Atlas de Riesgos para Manzanillo. Coquimatlan, Colima.

Secretaría de Desarrollo Urbano Colima. (2003). Plan de Educación Ambiental para el Estado de Colima. Colima.

Secretaría de Desarrollo Urbano Colima. (2013). Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Colima, IMADES.

Secretaría de Economía (SE), (2011). Panorama minero del estado de Colima. Gobierno Federal. <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/COLIMA.pdf>

Secretaría de Marina, 2001. Trayectoria de Ciclones Tropicales que se presentan en el Pacífico Nor-Oriental, Golfo de México y Mar Caribe, durante el año 2000. Subsecretaría De Marina, Dirección General de Investigación y Desarrollo. Dirección General Adjunta de Hidrografía y Cartografía. México D. F.

Secretaría de Salud. (2008). Programa de Acción Específico 2007-2012. Seguridad Vial. México: Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud.

Secretaría de Salud. (2010). Metodología para desarrollar un observatorio de lesiones causadas por el tránsito. Recuperado el 10 de octubre de 2014 en [http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/Observatorio/Metodologia\\_Desarrollo\\_Observatorio.pdf](http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/Observatorio/Metodologia_Desarrollo_Observatorio.pdf)

SEFOME. Secretaría de Fomento Económico.

SEGOB 2010: Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones, consultado el 11 de octubre de 2014. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_Colima](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_Colima)

SEGOB 2012: Sistema de Alerta Temprana ante Ciclones Tropicales (disponible: <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/62/1/images/siatct.pdf>)

SEMARNAT, 2004-2012.

SEMARNAT. 2001. Programa Sectorial de Medio Ambiente 2001-2006. Tema: Los bosques y selvas. Dirección General Forestal. Pp. 37.

SEMARNAT-INE, 1999

SENER (2010). Prospectiva de Mercado de Gas Natural 2010-2025.

SENER. (2004). Perspectivas del mercado de gas licuado de petróleo 2004-2013. Recuperado el Diciembre de 2009, de [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

SENER. (2006). Balance Nacional de Energía 2005. [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx).

SENER. (2006). Perspectiva de petrolíferos 2005-2014. [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx).

SENER. (2007 b). Perspectiva de petrolíferos 2006-2015. [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx).

SENER. (2007). Perspectiva del mercado de gas LP 2007-2016. Recuperado el diciembre de 2009, de [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

SENER. (2009). Secretaria de energía. Recuperado el Diciembre de 2009, de Hidrocarburos, precios del gas Lp: [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

SENER. 2012. Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026. México, D.F. [http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PSE\\_2012\\_2026.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf)

Silva-Bátiz, F. A., S. Hernández-Vázquez, A. J. Nené-Preciado y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Laguna de Cuyutlán, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.

Sistema automatizado de información censal, SAIC (Versión 6.0). INEGI.

Stern, N. 2006. Stern Review on the Economics of Climate Change. Disponible en [www.sternreview.org.uk](http://www.sternreview.org.uk). El Informe Stern se publicó en Internet el 30 de Octubre de 2006 y se puede solicitar en papel a Cambridge University Press desde enero de 2007.

Stiglitz J. (2006), Making Globalization work. Editorial Norton. suelo. Informe Técnico. INE-IG (UNAM). URL>

The Cancun Agreements. Disponible en: <http://cancun.unfccc.int/cancun-agreements/main-objectives-of-the-agreements/#c33>. Consultado el 18/01/2013.

The World Bank. Tópico: vocabulario y metodología para la estimación general del carbono.

Torres, Judit y Ana Luz Quintanilla-Montoya (2014). "Alteraciones antrópicas: historia de la Laguna de Cuyutlán, Colima", en Investigación ambiental: Ciencia y política pública. Vol. 6, no. 1.

Torrigo Canaviri, G, S. Ortíz Cañipa, L.A. Salamanca Mazuelo, y R. Quiroga Becerra de la Roca, 2008: Los enfoques teóricos del desastre y la gestión local del riesgo (Construcción crítica del concepto). NCCR–OXFAM–FUNDEPCO. La Paz, Bolivia. 79p) Disponible en: <http://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc17856/>

UNEP (2013), Programa Medioambiental de la ONU. Disponible en: <http://www.unep.org/PDF/PressReleases/temperature-briefing-21-02-10-final-e.pdf>. Consultado el 25/04/2013

UNESCO (2013), Élévation et variabilité du niveau de la mer. 2010. Disponible en : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001893/189369f.pdf>. Consultado el 23/03/2013.

United Nations. Copenhagen Accord. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/l07.pdf>. Consultado el 18/01/2013.

Valls, R. (2014). El transporte público, herramienta para reducir la pobreza en Latinoamérica. Consultado el 14 de octubre de 2014 en [http://internacional.elpais.com/internacional/2014/09/13/actualidad/1410631865\\_508313.html](http://internacional.elpais.com/internacional/2014/09/13/actualidad/1410631865_508313.html)

Vázquez Botello, A. 2008: Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Informe Final. Número de registro: INE/A1-051/2008. 121p.

Velázquez, A., J.F. Mas y J.L., Palacio, 2002. Análisis del cambio de uso del

Venegas-Martínez Raúl, 2006. Zonas de Riesgo Hidrometeorológico en Manzanillo, Colima. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad de Colima.

WB-SEGOB, 2012: FONDEN: El Fondo de Desastres Naturales de México—una reseña. México. Secretaría de Gobernación. 82 p.

Westerling AL, H.G. Hidalgo, D.R. Cayan y T.W. Swetman, 2006: Warming and earlier spring increase western US forest wildfire activity. Science. 313(5789): 940-943.