

CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO: un enfoque costero y marino

Evelia Rivera-Arriaga,
Isaac Azuz-Adeath,
Leticia Alpuche Gual y
Guillermo J. Villalobos-Zapata

Editores



**CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO:
UN ENFOQUE COSTERO Y MARINO**

*Evelia Rivera-Arriaga, Isaac Azuz-Adeath
Leticia Alpuche Gual y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

editores

2010

Cambio climático en México: un enfoque costero y marino

Rivera Arriaga, E., I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G. J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. Universidad Autónoma de Campeche, CETYS-Universidad. Gobierno del Estado de Campeche. 944 p.

© Universidad Autónoma de Campeche

© CETYS-Universidad

© Gobierno del Estado de Campeche

ISBN 978-607-7887-20-1 (versión impresa)

ISBN 978-607-7887-19-5 (versión electrónica)

Centro EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche

Av. Austín Melgar s/n. Cd. Universitaria

Col. Lindavista. C.P. 24039

Campeche, Campeche. México

Tel: (981) 8119800 ext 62300

Fax: (981) 8119800 ext 62399

<http://etzna.uacam.mx/epomex/epomex.html>

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	i
PRÓLOGO	v
DIRECTORIO DE AUTORES	ix
► ELEMENTOS AMBIENTALES PARA TOMADORES DE DECISIONES	
La zona costera frente al cambio climático: vulnerabilidad de un sistema biocomplejo e implicaciones en el manejo costero <i>Alejandro Yáñez-Arancibia y John W. Day</i>	3
Elementos oceánicos que impactan la hidrología costera <i>Orzo Sánchez Montante</i>	23
Evidencias de cambios de largo plazo en algunas variables climáticas de los estados costeros de México <i>Isaac Azuz Adeath</i>	33
Escurrimiento medio anual y disponibilidad de agua en la vertiente del Golfo de México <i>Gabriel Arcos Espinosa, Sergio B. Jiménez Hernández y Roberto Padilla-Hernández</i>	61
Impactos del cambio climático en las regiones hidrológicas del Golfo de México <i>Jesús E. Ospina Noreña, Gerardo Sánchez Torres Esqueda y Cecilia Conde Álvarez</i>	73
Problemática ambiental en la gestión costera-marina <i>Arturo Carranza Edwards, Ana Pilar Marín Guzmán y Leticia Rosales Hoz</i>	89
Criterios para estimar la vulnerabilidad física de las costas de barrera ante los impactos hidrometeorológicos <i>Mario A. Ortiz Pérez, Irene Sommer Cervantes y Oralia Oropeza Orozco</i>	101

La geomorfología como herramienta para el análisis de las formaciones costeras y sus alteraciones de largo plazo. Aplicación a la península de Yucatán <i>Gabriel Ruiz, Edgar Mendoza, Rodolfo Silva, Gregorio Posada e Ismael Mariño</i>	125
Análisis de vulnerabilidad orientado a la gestión litoral a partir del uso de hábitat <i>Anamaria Escofet, Rosa Contreras y Alejandro Monti</i>	159
Factores de riesgo para los arrecifes coralinos y sus mecanismos de respuesta ante los efectos del cambio climático global <i>Claudia Padilla Souza, Héctor Alafita-Vásquez y Erika Andreu-Montalvo</i>	181
Vulnerabilidad costera: caso de estudio del sistema de humedales Marismas Nacionales <i>Guadalupe de la Lanza Espino, Juan Carlos Gómez Rojas, Manuel Blanco y Correa, Francisco Flores Verdugo y Salvador Hernández Pulido</i>	205
Manglares frente al cambio climático: ¿tropicalización global del Golfo de México? <i>Alejandro Yáñez-Arancibia, John W. Day, Robert R. Twilley y Richard H Day</i>	231
Cambio climático global, eventos extremos y biodiversidad costera de la península de Yucatán <i>Daniel Pech</i>	263
Importancia de la diversidad y ecología marina microbiana en los ecosistemas marinos costeros <i>Maurilio Lara Flores</i>	277
► ECONOMÍA Y USOS DE ESPACIOS COSTEROS Y MARINOS	
Enfoques para contemplar el cambio climático <i>Miguel Angel Haces Zorrilla</i>	291
Efectos sociales, económicos y políticos del cambio climático en las pesquerías mexicanas <i>L. Rafael Solana-Sansores</i>	305
Una reflexión sobre el impacto del cambio climático en las actividades acuícolas costeras de México <i>Alejandro Flores Nava</i>	319
Cambio climático y actividades agropecuarias y forestales en zonas costeras <i>Pilar Barradas M.</i>	335
El turismo y el cambio climático <i>Isaac Azuz Adeath, Lidia Silva, Evelia Rivera-Arriaga, Alfredo Ortega y Juan Carlos Chávez</i>	347

Cambio climático y turismo: visión general institucional <i>Ana Pricila Sosa Ferreira</i>	361
La geometría humana del turismo y su relación con el cambio climático en el Caribe mexicano <i>Julia Fraga, Pricila Sosa y Leila Khafash</i>	381
Las vías de comunicación y el transporte ante las amenazas del cambio climático y su impacto en el desarrollo regional de México <i>Juana Treviño Trujillo, Julio César Rolon Aguilar y Roberto Pichardo Ramírez</i>	407
Los manglares de Yucatán y el cambio climático global <i>Jorge A. Herrera-Silveira, Arturo Zaldivar-Jimenez, Claudia Teutli-Hernandez, Rosela Pérez-Ceballos y Juan Caamal-Sosa</i>	421
Las pesquerías y el cambio climático <i>Domingo Flores Hernández, Julia Ramos Miranda, Luis Amado Ayala Pérez y Atahualpa Sosa López</i>	437
Cambio climático y el colapso de la pesquería de camarón rosado (<i>Farfantepenaeus duorarum</i>) de la Sonda de Campeche <i>Francisco Arreguín-Sánchez</i>	453
Efectos del cambio climático en la pesquería mexicana del atún del Pacífico <i>L. Rafael de J. Solana-Sansores y G.A. Campeán-Jiménez</i>	465
Calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y cambio climático: adaptaciones y vulnerabilidad <i>Gastón A. Bazzino Ferreri</i>	473
Cambio climático en México: caso sardina <i>Daniel Lluch-Belda</i>	483
Efectos del cambio climático en las poblaciones de ostión (<i>Crassostrea virginica</i>) de las lagunas costeras del Golfo de México <i>Victor M. Zárate-Noble y L. Rafael Solana-Sansores</i>	493
Efectos del cambio climático en las poblaciones de la ballena gris (<i>Eschrichtius robustus</i>) <i>A. Anahí Rodríguez-Hernández, Salome Hernández Gonzáles y L. Rafael Solana-Sansores</i>	499
Efectos ambientales sobre la pesquería del abulon en la península de Baja California <i>Daniel B. Lluch Cota y Salvador E. Lluch-Cota</i>	505
Cambio climático y la pesquería de la almeja generosa (<i>Panopea spp</i>) en el Pacífico mexicano <i>Sergio Scarry González-Peláez y Daniel B. Lluch-Cota</i>	519

Ordenamiento ecológico territorial y desarrollo costero
*Ileana Espejel, Oscar Delgado-González, Georges Seingier, Cuauhtémoc León,
 Fernando Rosete, M.C. Arredondo-García, Alejandro García-Gastelúm
 y José Luis Fermán-Almada* 533

**El imperativo de la incorporación del riesgo en la planeación y gestión
 de nuevas ciudades, un ejercicio analítico para un puerto por nacer**
*Ileana Espejel, Verónica Palacios-Chávez, Cuauhtémoc León,
 Carolina Nieves y Alejandro García-Gastelúm* 545

► **HABITANTES Y PATRIMONIO**

El patrimonio inmueble costero en Campeche ante el cambio climático
*Lorraine A. Williams-Beck, Armando Anaya Hernández,
 Orquidea Pérez Romero y Martha E. Arjona García* 561

**Valoración y gestión del riesgo por inundaciones en municipios costeros
 (Una aproximación con base en indicadores)**
Dora María González Turrubiates 591

**Evaluación de zonas inundables para la ciudad de San Francisco
 de Campeche**
Gregorio Posada Vanegas y Beatriz Edith Vega Serratos 607

**Condiciones socioeconómicas y vulnerabilidad de la península
 de Yucatán**
Ana Pricila Sosa Ferreira 623

**El patrimonio arqueológico en costas y mares de México
 ante el cambio climático**
Helena Barba Meinecke, Belynda Díaz Fuentes y Pilar Luna Erreguerena 639

**Las adaptaciones culturales en la prehistoria del noroeste de Baja California:
 inferencias arqueológicas ante el cambio climático**
Carlos Figueroa Beltrán 655

**Vulnerabilidad de las poblaciones costeras ante la peligrosidad natural,
 enfoque estatal y municipal**
Georges Seingier, Ileana Espejel, José Luis Fermán y Oscar Delgado 669

**Las Áreas Naturales Protegidas costeras y marinas de México
 ante el cambio climático**
Juan E. Bezaury-Creel 689

► GOBERNANZA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- La gobernanza de las costas y océanos de México en un clima cambiante**
Evelia Rivera Arriaga e Isaac A. Azuz Adeath 739
- Cambio climático y gestión costera en España. Un análisis de instrumentos**
J. Adolfo Chica Ruiz 773
- Análisis de capacidad de gestión ambiental ante el cambio climático en instrumentos de planeación de la costa de Quintana Roo**
Laura Elena Vidal Hernández 789

► FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- Tendencias mundiales de las nuevas carreras para el cambio climático**
Norma Patricia Muñoz S. y María Concepción Martínez R. 813
- Educación ambiental en situación de cambio climático**
Blanca Gutiérrez-Barba, Evelia Rivera-Arriaga, Leticia Alpuche Gual, Shafía Súcar, Felipe Reyes, Ricardo Torres, e Isaac Azuz-Adeath 823

► INDICADORES PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Referentes internacionales sobre indicadores e índices. Historia y estado del arte**
Isaac Azuz-Adeath, Ileana Espejel, Evelia Rivera-Arriaga, Jose Luis Ferman y Georges Seingier 845
- Selección de índices sociales, económicos y ambientales para la construcción de modelos de evaluación y de monitoreo del contexto costero mexicano**
Georges Seingier, Ileana Espejel y José Luis Fermán 859
- Antecedentes del proceso de construcción de indicadores para la gestión costera y marina ante el cambio climático de la Red Mexicana de Manejo Integrado Costero-Marino**
Isaac Azuz-Adeath, José Luis Fermán, Ileana Espejel, Evelia Rivera-Arriaga, Georges Seingier y Cesar Vázquez González 873
- Propuesta de indicadores de la Red Mexicana de Manejo Integrado Costero-Marino**
Isaac Azuz-Adeath, María Concepción Arredondo-García, Ileana Espejel, Evelia Rivera-Arriaga, Georges Seingier y Jose Luis Fermán 901

PRESENTACIÓN

El cambio climático es uno de los mayores retos que ha enfrentado la humanidad. Sus efectos están reflejándose ya en todos los niveles y sectores poniendo en riesgo la seguridad de las poblaciones más vulnerables, sobre todo las ubicadas en la zona costera de México.

Los estudios revelan cuando menos cambios importantes en la climatología y en el paisaje costero. La constatación de un incremento progresivo de las temperaturas o la amenaza de la elevación del nivel medio del mar y del número, frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos nos obligan a reflexionar, a prestar especial atención a las fórmulas de crecimiento y desarrollo y a poner todos los medios a nuestro alcance para frenar los efectos negativos del cambio climático.

Los poderes públicos, cada uno en el ámbito de sus competencias, tenemos la responsabilidad de garantizar un crecimiento próspero pero especialmente cuidadoso con el medio ambiente. El cumplimiento del Protocolo de Kyoto, implantar la Estrategia Nacional de Cambio Climático y diseñar las estrategias adecuadas para cada estado costero, constituyen en este momento un reto ambicioso que requiere esfuerzo adicional por parte de todos.

El desarrollo tecnológico, el progreso de nuestras empresas, la mejora de los transportes o de la infraestructura y el crecimiento de nuestras ciudades, no pueden entenderse sino desde un respeto absoluto a nuestro entorno. En este sentido, la política medioambiental se debe insertar de forma transversal en todas y cada una de las actuaciones de gobierno.

Campeche con sus acciones pone de manifiesto la voluntad de mejorar y el nivel de compromiso que se ha adquirido en materia de política ambiental. El Gobierno del Estado entiende que son fundamentales las medidas preventivas, la planeación estratégica y las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y a ellas dedicamos un esfuerzo especial.

Actualmente, los esfuerzos y el énfasis sobre el cambio climático alrededor del mundo se han centrado en las zonas geográficas alejadas de las costas y en acciones de mitigación más que de adaptación. La alta vulnerabilidad que muchas costas mexicanas presentan a la elevación del nivel medio del mar afectará tierras bajas, humedales costeros e islas. Esto es, tendrá impactos negativos en asentamiento humanos costeros e isleños, actividades pesqueras y de acuicultura, ganadería y agricultura de tierras bajas, sitios turísticos de playa, reservorios de agua dulce, infraestructura de comunicaciones y transportes vitales para la interconectividad, crecimiento y desarrollo local y regional; incluyendo puertos, carreteras, líneas telefónicas y de energía eléctrica, etcétera.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, propone de manera contundente la enorme importancia que cobran las zonas costeras ante efectos diversos del cambio en el clima. Sin embargo, no resulta suficiente para que a nivel estatal y local se tenga la comprensión en toda su magnitud de los retos a los que nos enfrentamos los habitantes de la costa.

El libro *Cambio Climático en México: un Enfoque Costero y Marino* es el resultado de un esfuerzo colectivo que surge de la Red Mexicana de Manejo Costero Integrado y que conjunta los conocimientos y experiencias de sus integrantes en un espacio profesional, respetuoso y ético, cuyo objetivo es el contribuir hacia propuestas constructivas que mejoren las condiciones de la gestión pública de los litorales mexicanos; basándose en la mejor información científica en cada área y asumiendo el compromiso de emitir propuestas viables y responsables para abordar los efectos del cambio climático en cada costa del país.

En este libro se refleja el estado del conocimiento del tema climático y sus impactos en la franja costera, presentándolos de manera accesible, convirtiéndolo en un orientador vital para la gestión pública. La invaluable colaboración de expertos e instituciones de investigación, organizaciones no gubernamentales y de diferentes entidades de gobierno, permitió cubrir casi todos los ámbitos del quehacer costero y marino desde un enfoque de manejo integrado.

Con este esfuerzo, se refleja de igual manera el interés patente que el Estado de Campeche tiene para con la problemática climática, ya que desde el inicio de la presente administración el Gobierno del Estado desarrolló una propuesta totalmente innovadora para la región y el país, liderando una coalición de seis estados de la región sur-sureste, para llevar su propuesta y presentarla en la Reunión de Partes COP15 en Copenhague.

Un año después, el Gobierno del Estado de Campeche se enorgullece en presentar esta obra, producto de los mejores científicos del país, que ofrece un análisis de seis temáticas cruciales para los tomadores de decisiones y que brindará información accesible y útil para la comprensión de los efectos del cambio en el clima, para mejorar el entendimiento de los retos a enfrentar a través del análisis de casos similares y de las lecciones aprendidas; y para emitir políticas públicas y diseñar estrategias y acciones tendientes a disminuir el riesgo y vulnerabilidad que el clima cambiante impondrá en todos los estados costeros de México.

Campeche siempre se ha distinguido por estar a la vanguardia en los temas de gestión y política costeros y marinos; su trayectoria así lo ha demostrado a nivel nacional e internacional y ahora con este libro, presenta una contribución substancial en el manejo costero-marino integrado que apoyará a todos los órdenes de gobierno en la propuesta de políticas y planes de acción para el cambio climático.

Se demostró una vez más, que nuestro país cuenta con un excepcional capital humano de gran nivel técnico y capaz de afrontar los retos que implica el cambio climático global y sus expresiones más significativas a nivel estatal, regional y local. Las costas y mares de México representan un porcentaje muy alto dentro del territorio nacional y son sin duda alguna uno de los recursos más valiosos para todo estado que las posee.

Esta obra en definitiva contribuirá para prepararnos ante los retos futuros, a que con conocimiento sólido sepamos definir las acciones que coadyuven a no poner en riesgo el futuro de nuestras costas, de nuestro patrimonio, el futuro de nuestros hijos; para asegurar a los ciudadanos que tendrán una costa más segura, adaptada a lo que enfrentaremos, para que los habitantes costeros sigamos teniendo el privilegio de disfrutar plenamente de este maravilloso pero vulnerable espacio.

Con herramientas efectivas como este libro; de la mano del conocimiento y el profesionalismo conjugados con la sensibilidad de los habitantes de esta noble tierra, el patrimonio invaluable que significan nuestras costas podrá ser un legado del que también se enorgullezcan los futuros hijos de Campeche.

Lic. Fernando Ortega Bernés
C. Gobernador Constitucional del Estado de Campeche

PRÓLOGO

Los mares mexicanos cubren una superficie casi dos veces mayor que la del territorio continental, y muestran una diversidad igualmente asombrosa. Situados en la transición entre los templados y los tropicales, nuestros mares cubren arrecifes coralinos, fosas abisales, surgencias de elevadísima productividad, fondos someros arenosos, ventilas submarinas hidrotermales, cayos, islas rocosas y grandes ambientes pelágicos. Sitios de algunas de las pesquerías más productivas del mundo, rutas históricas de comunicación y comercio, los mares de México han sido fuente de contactos económicos y culturales, el escenario donde la cultura mexicana se mira a sí misma viendo al resto del mundo.

Lejos de las costas, el mar profundo es un ecosistema en movimiento, un abismo poblado de vida, un sitio vertiginoso en el que no parece haber confines ni límites. Es el hábitat por excelencia del pez vela, del marlin, del pez espada y de todos aquellos peces que viven alejados de los arrecifes y fondos marinos. En la oscuridad más total, miles de metros más abajo, prosperan en un negro silencio, en las más absolutas tinieblas, los extraños peces abisales y las asombrosas especies de las ventilas hidrotermales, un fondo oceánico que, a pesar de nuestra capacidad y tecnología, aún hoy conocemos menos que la superficie de la luna.

Dada la naturaleza fluida del agua y el aire, los cambios climáticos y ecológicos ocurren en los mares con rapidez, a veces de un año al otro. Un cambio de unos pocos grados en la temperatura superficial del mar puede generar pulsos de sequía, incendios forestales, o huracanes destructivos. Las corrientes oceánicas y los vientos del mar han generado y mantienen los extraordinarios ecosistemas de México. Desde las selvas tropicales hasta los desiertos del noroeste, nuestros ecosistemas terrestres existen porque nuestro mar existe. El clima de México es dinámico porque las corrientes costeras operan como inmensas bandas transportadoras de calor y energía entre el mar y el continente.

Impulsada por la rotación de la tierra, las capas superficiales del mar son desviadas hacia el oeste en la costa occidental de México, generando la surgencia de aguas profundas del Pacífico que llegan a la superficie cargadas de nutrientes. De estas surgencias de aguas profundas se sustentan las cadenas alimenticias que mantienen algunas de las pesquerías más importantes de México, como la sardina y el atún, así como muchas especies que alguna vez fueron ferozmente cazadas y que ahora se encuentran protegidas y en recuperación: las tortugas de mar, los lobos y elefantes marinos, los cachalotes y las ballenas, valiosas especies marinas que el país se ha comprometido a proteger.

Las corrientes frías son, asimismo, la causa principal de la aridez de la tierra, porque los vientos provenientes del mar se calientan y secan cuando penetran en la tierra caliente. Por esa razón, un corredor de desiertos, matorrales y selvas secas ocupa casi la totalidad de las costas del Pacífico mexicano, desde Sinaloa hasta la mesa central de Chiapas, donde las lluvias ocurren sólo en verano cuando la tierra caliente trae humedad del mar.

Si las corrientes oceánicas detienen su flujo, el océano se calienta, las surgencias cesan y las aguas pierden su productividad. El sur de México languidece bajo la sequía, pero en los desiertos del norte, en cambio, la tierra árida se ve anegada por lluvias invernales provenientes de la humedad que se evapora de las ahora cálidas aguas del océano. Mientras las selvas del trópico y las pesquerías se colapsan bajo la sequía del verano, los desiertos del norte florecen en lluviosas primaveras. Como un implacable director de orquesta, el Océano Pacífico modula lluvias y sequías, pulsos de productividad y de colapso, espectacularmente visibles en las congregaciones de aves marinas y en el frenesí alimentario de los grandes bancos de sardinas, delfines y ballenas. Origen de la vida terrestre, las aguas del mar deciden sobre la vida y la muerte en las costas de México.

En el oriente mexicano los suaves vientos alisios, que llegan del este cargados de la humedad del Océano Atlántico, cruzan el Golfo antes de depositar, en un murmullo de lluvia, su fértil carga húmeda sobre las laderas de la Sierra Madre Oriental. En otoño, el rostro del mar cambia: Los huracanes que golpean con frecuencia la costa oriental se forman en el Caribe, pero adquieren velocidad y furia en las aguas cálidas del Golfo, y más tarde, en invierno, los “nortes” asolan con frío y lluvia invernal.

Los habitantes del Golfo han aprendido a conocer este mar en todas sus múltiples personalidades, desde los días de calma total, en los que no se mueve una ola y el agua parece un denso mar de aceite, hasta los negros cilindros de los frentes fríos que avanzan ominosamente sobre el mar anunciando la pronta llegada de un norte, con frío, viento, y días enteros de mal tiempo; o hasta la furia enloquecida de los huracanes, cuando hay que sacar las embarcaciones a tierra y mirar hacia el mar entrecerrando los ojos para evitar las gotas de agua que caen como alfilerazos.

Pero el Golfo no sólo reina sobre las costas de México: Hace unos tres millones de años, al cerrarse el istmo de Centroamérica, la corriente ecuatorial comenzó a fluir hacia el norte, hacia el estrecho espacio que separa la Florida de Cuba, para desde allí enfilarse a través del Atlántico hacia Europa, llevando algo del calor del trópico hasta las costas del Viejo Mundo. Sin la corriente del Golfo, Europa sería un continente gélido e inhabitable.

Y en el Caribe, nuestro mar más tropical, reinan los corales: Aunque restringidos a las cálidas aguas del trópico, donde las surgencias son débiles, los arrecifes de coral se encuentran entre los ambientes del planeta con más rápida fijación de carbono atmosférico, con el que construyen sus colonias calcáreas. Son también los ambientes acuáticos con el mayor número de especies de plantas y de animales, verdaderas aglomeraciones de biodiversidad.

Las condiciones de la temperatura son muy importantes para el arrecife. La precipitación del carbonato de calcio, con el que los corales forman sus esqueletos externos y fijan CO_2 atmosférico, ocurre a temperaturas muy precisas, de entre 23 y 26°C. Cualquier perturbación que incremente la temperatura del mar puede dañar severamente este ecosistema. Como en las selvas tropicales y en otros ambientes vulnerables, la adaptación de los arrecifes coralinos a su ambiente los hace uno de los ecosistemas más frágiles y vulnerables del mundo.

La vulnerabilidad del arrecife está a flor de piel. El incremento de la turbidez del agua por las actividades humanas como el dragado o el tráfico de barcos, o el aumento en nutrientes por la llegada de fertilizantes y aguas negras al mar, atentan contra la salud de los corales. El decaimiento de los corales en muchas partes del mundo ha sido vinculado a los aumentos anómalos de temperatura en los diferentes mares regionales, y a la acidificación de los océanos por el incremento del CO_2 atmosférico. Así, el cambio climático global producido por el incremento en los gases de efecto de invernadero complica críticamente su supervivencia.

Curtidas por vientos y huracanes, por chubascos y alisios, por virazones y gélidos nortes, nuestras costas son el lugar donde sentimos todavía cómo las fuerzas del mundo natural moldean nuestra vida cotidiana y donde atisbamos la inmensa diversidad de ese otro universo que yace silencioso, casi invisible, debajo de la superficie del océano.

Todo el delicado balance termodinámico de las costas de México, todos estos delicados y dinámicos ecosistemas, pueden cambiar —ya están cambiando— con el aumento de las temperaturas globales del planeta. El cambio climático amenaza seriamente nuestras costas, y al hacerlo, pone en riesgo la salud ecológica del país entero.

De eso trata este libro. De la supervivencia de nuestros mares y de la supervivencia de nuestras costas frente a la amenaza del cambio climático global. Una supervivencia que es, en última instancia, la supervivencia de México.

Exequiel Ezcurra

UC Institute for Mexico and the United States (UC MEXUS)

DIRECTORIO DE PARTICIPANTES

Héctor Alafita-Vásquez.

GPPA. Av. Tulum 319. Despacho
203B. Supermanzana 9 Mzna 2
77500. Cancún Q Roo. México.

Leticia Alpuche Gual.

EPOMEX, Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín Melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Armando Anaya Hernández.

CIHS. Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín Melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Erika Andreu-Montalvo.

GPPA. Av. Tulum 319. Despacho
203B. Supermanzana 9 Mzna 2
77500 Cancún Q Roo. México.

Gabriel Arcos Espinosa.

Instituto de Investigación
en Ingeniería. Universidad Autónoma
de Tamaulipas, Centro Universitario
Tampico-Madero. Tampico, 89500
Tamaulipas, México.

Martha E. Arjona García.

Secretaría del Medio Ambiente
y Aprovechamiento Sustentable,
Gobierno del estado de Campeche.
Av. Patricio Trueba de Regil Esq. con
Calle Niebla. Campeche 24090
Campeche. México

M.C. Arredondo-García.

Facultad de Ciencias, Universidad
Autónoma de Baja California.
Km 103 autopista Tijuana-Ensenada.
A.P. 453 Ensenada, 22860
B.C. México.

Francisco Arreguín-Sánchez.

CICIMAR. Av. Instituto Politécnico
Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa
Rita Apdo. Postal 592. La Paz 23096
B.C.S. México.

Luis Amado Ayala Pérez.

UAM-Xochilimilco. Calzada del
Hueso 1100, Col. Villa Quietud.
Del. Coyoacán 04960 México D.F.
México

Isaac Azuz Adeath.

Cetys-Universidad. Km. 1 camino
a Microondas Trinidad s/n
Ensenada 22860, Baja California.
México.

Helena Barba Meinecke.

INAH. Centro INAH Campeche,
Calle 59 N° 38, colonia Centro,
Campeche 24000 Campeche.
México.

Gastón A. Bazzino Ferreri.

CIBNOR. Mar Bermejo No. 195,
Col. Playa Palo de Santa Rita
Apdo. Postal 128; La Paz 23090
BCS. México.

Juan E. Bezaury-Creel.

The Nature Conservancy. Programa Latinoamérica. Rio San Angel 9. Colonia Guadalupe Inn. Del. Alvaro Obregon 01020. México, D.F. México.

Manuel Blanco y Correa.

Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura "Amado Nervo" Tepic 63155 Nayarit. México.

Juan Caamal-Sosa.

CINVESTAV-Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73. Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán. México.

Arturo Carranza Edwards.

ICMYL, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Juan Carlos Chávez.

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Kilómetro 20, carretera Manzanillo-Barra de Navidad. Manzanillo 28860 Colima. México.

J. Adolfo Chica Ruiz.

Universidad de Cádiz. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Polígono Río San Pedro, s/n, 11510 - Puerto Real. Cádiz, España.

G. A. Compeán-Jiménez.

Comisión Interamericana del Atún Tropical (IATTC). 8604 La Jolla Shores Drive. La Jolla, CA 92037-1508. USA.

Cecilia Conde Álvarez.

Division de Estudios de Posgrado e Investigacion. Facultad de Ingenieria "Arturo Narro Siller". Universidad Autonoma de Tamaulipas C.U. Tampico-Madero 89339 Tamaulipas. Mexico.

Rosa Contreras.

Instituto de Planeación Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Ciencias del Paisaje de la Universidad Leibniz de Hanover, Alemania.

John W. Day.

Department of Oceanography and Coastal Sciences. Louisiana State University, Baton Rouge, 70803 Louisiana, USA.

Richard H. Day.

United States Geological Survey USGS. 700 Cajundome Boulevard, Lafayette, 70506 Louisiana, USA

Guadalupe de la Lanza Espino.

Instituto de Biología, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Oscar Delgado-González.

Universidad Autónoma de Baja California. Km 103 autopista Tijuana - Ensenada. A.P. 453 Ensenada, 22860 B.C. México.

Belynda Díaz Fuentes.

INAH. Centro INAH Campeche, Calle 59 N° 38, colonia Centro, Campeche 24000 Campeche. México.

Anamaría Escofet.

Departamento de Ecología, CICESE.
Km. 107 Carr. Ensenada-Tijuana
No. 3918, Zona Playitas. Ensenada,
22860 Baja California. México.

Ileana Espejel.

Universidad Autónoma de Baja
California. Km 103 autopista
Tijuana - Ensenada. A.P. 453
Ensenada, 22860 B.C. México.

José Luis Fermán-Almada.

Universidad Autónoma de Baja
California. Km 103 autopista
Tijuana - Ensenada. A.P. 453
Ensenada, 22860 B.C. México.

Carlos Figueroa Beltrán.

Facultad de Ciencias Administrativas
y Sociales-Facultad de Ciencias
Marinas. Universidad Autónoma de
Baja California. Km 103 autopista
Tijuana - Ensenada. Ensenada,
22860 B.C. México.

Domingo Flores Hernández.

EPOMEX, Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín Melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Alejandro Flores Nava.

Oficina Regional de la FAO para
América Latina y El Caribe. Equipo
Multidisciplinario para América del
Sur. Av. Dag Hammarskjöld 3241,
Vitacura. Santiago, Chile.

Francisco Flores Verdugo.

ICMYL, UNAM. Unidad Académica
Mazatlán. Av. Joel Montes Camarena
S/N. Apartado Postal 811 Mazatlán
82040 Sinaloa. México.

Julia Fraga.

CINVESTAV-Unidad Mérida.
Km. 6 Antigua carretera a Progreso
Apdo. Postal 73 Cordemex,
97310 Mérida, Yucatán. México.

Alejandro García-Gastelúm.

Universidad Autónoma de Baja
California. Km 103 autopista
Tijuana - Ensenada. A.P. 453
Ensenada, 22860 B.C. México.

Juan Carlos Gómez Rojas.

Instituto de Biología, UNAM.
Circuito Exterior s/n, Ciudad
Universitaria. Del. Coyoacán,
04510 México D.F. México.

Dora María González Turrubiates.

Division de Estudios de Posgrado e
Investigacion. Facultad de Ingenieria
"Arturo Narro Siller". Universidad
Autonoma de Tamaulipas. C.U.
Tampico-Madero 89339
Tamaulipas. Mexico.

Blanca Gutiérrez-Barba.

Centro Interdisciplinario de
Investigación y Estudios sobre Medio
Ambiente y Desarrollo, IPN
Calle 30 de Junio de 1520 s/n,
Barrio la Laguna Ticomán 07340
México D.F. México.

Miguel Angel Haces Zorrilla.

Division de Estudios de Posgrado e
Investigacion. Facultad de Ingenieria
"Arturo Narro Siller". Universidad
Autonoma de Tamaulipas
C.U. Tampico-Madero 89339
Tamaulipas. Mexico.

Salome Hernández Gonzáles.

Biotecnología, Ingeniería, Innovación y Gestión (BIIG-Consultores). Av. Pirules # 735. Fracc. Valle Verde. Ensenada, 22839 B.C. México.

Salvador Hernández Pulido.

Instituto de Biología, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Jorge A. Herrera-Silveira.

CINVESTAV-Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán. México.

Sergio B. Jiménez Hernández.

Instituto de Investigación en Ingeniería. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Tampico-Madero. Tampico, 89500 Tamaulipas, México.

Leila Khafash.

CINVESTAV-Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73. Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán. México.

Maurilio Lara Flores.

EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n. Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Cuauhtémoc León.

Centro de Especialistas en Gestión Ambiental. (CEGAM). Andador Luis Martínez No. 18. Col Romero de Terreros. Mexico D.F. 04310 México.

Daniel Lluch-Belda.

CICIMAR. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita. Apdo. Postal 592. La Paz 23096 B.C.S. México.

Daniel B. Lluch Cota.

CIBNOR. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 128. La Paz 23090 BCS. México.

Salvador E. Lluch-Cota.

CIBNOR. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 128. La Paz 23090 BCS. México.

Pilar Luna Erreguerena.

INAH, Subdirección de Arqueología Subacuática, Moneda 16, Centro Histórico, 06070, México, D.F.. México.

Ana Pilar Marín Guzmán.

ICMYL, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Ismael Mariño.

CINVESTAV-Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán. México.

María Concepción Martínez R.

Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN. Calle 30 de Junio de 1520 s/n, Barrio la Laguna Ticomán 07340 México D.F.

Edgar Mendoza.

Instituto de Ingeniería, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Alejandro Monti.

Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia. Belgrano y 9 de julio. Trelew, Chubut, Argentina.

Norma Patricia Munoz S.

Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo IPN. Calle 30 de Junio de 1520 s/n, Barrio la Laguna Ticomán 07340 México D.F.

Carolina Nieves.

Universidad Autónoma de Baja California. Km 103 autopista Tijuana - Ensenada. A.P. 453 Ensenada, 22860 B.C. México.

Mario A. Ortiz Pérez.

Instituto de Geografía. UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Oralia Oropeza Orozco.

Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía. UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Alfredo Ortega.

CIBNOR. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 128. La Paz 23090 BCS. México.

Jesús E. Ospina Noreña.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Roberto Padilla-Hernández.

Instituto de Investigación en Ingeniería. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Tampico-Madero. Tampico, 89500 Tamaulipas, México.

Claudia Padilla Souza.

Bacabes del Mar. Av. Nizuc No. 9 Depto 706 Fracc. Mediterranee. Supermanzana 17, 77505 Cancun Q. Roo. México.

Verónica Palacios-Chávez.

Universidad Autónoma de Baja California. Km 103 autopista Tijuana - Ensenada. A.P. 453 Ensenada, 22860 B.C. México.

Daniel Pech.

EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Rosela Pérez-Ceballos.

CINVESTAV-Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán. México.

Orquídea Pérez Romero.

CIHS. Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín melgar s/n Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Roberto Pichardo Ramírez.

Division de Estudios de Posgrado e Investigacion. Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller". Universidad Autonoma de Tamaulipas C.U. Tampico-Madero 89339 Tamaulipas. Mexico.

Gregorio Posada Vanegas.

EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Julia Ramos Miranda.

EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Felipe Reyes.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 1a. Avenida Sur Poniente N° 1460 Colonia Zona Centro Tuxtla Gutiérrez 29000 Chiapas.

Evelia Rivera-Arriaga.

EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista. Campeche 24039 Campeche. México.

Secretaría del Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable. Gobierno del estado de Campeche. Av. Patricio Trueba de Regil Esq. con Calle Niebla. Campeche 24090 Campeche. México.

A. Anahí Rodríguez-Hernández.

Biología, Ingeniería, Innovación y Gestión (BIIG-Consultores). Av. Pirules # 735. Fracc. Valle Verde. Ensenada, 22839 B.C. México.

Julio César Rolon Aguilar.

Division de Estudios de Posgrado e Investigacion. Facultad de Ingenieria "Arturo Narro Siller". Universidad Autonoma de Tamaulipas C.U. Tampico-Madero 89339 Tamaulipas. Mexico.

Leticia Rosales Hoz.

ICMYL, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Fernando Rosete.

Instituto Nacional de Ecología. Periférico sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco. Deleg. Coyoacán, 04530 México D.F. México.

Gabriel Ruiz.

Instituto de Ingeniería, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán, 04510 México D.F. México.

Gerardo Sánchez Torres Esqueda.

Division de Estudios de Posgrado e Investigacion. Facultad de Ingenieria "Arturo Narro Siller". Universidad Autonoma de Tamaulipas C.U. Tampico-Madero 89339 Tamaulipas. Mexico.

Orzo Sánchez Montante.

CICATA-IPN UA. Km. 14.5 Carretera Tampico-Puerto Industrial Altamira. Altamira 89600, Tamaulipas. México.

Sergio Scarry González-Peláez.

CIBNOR. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita. Apdo. Postal 128; La Paz 23090 BCS. México.

Georges Seingier.

Universidad Autónoma de Baja California. Km 103 autopista Tijuana - Ensenada. A.P. 453 Ensenada, 22860 B.C. México.

Lidia Silva.

Facultad de Ciencias Marinas,
Universidad de Colima. Kilómetro
20, carretera Manzanillo-Barra de
Navidad. Manzanillo 28860
Colima. México.

Rodolfo Silva Casarin.

Instituto de Ingeniería, UNAM.
Circuito Exterior s/n, Ciudad
Universitaria. Del. Coyoacán, 04510
México D.F. México.

L. Rafael Solana-Sansores.

Facultad de Ciencias, UABC
Carretera Tijuana - Ensenada
Ensenada 22800 Baja California.
México.

Irene Sommer Cervantes.

Departamento de Geografía Física,
Instituto de Geografía. UNAM. Cir-
cuito Exterior s/n, Ciudad Universi-
taria. Del. Coyoacán, 04510 México
D.F. México.

Ana Pricila Sosa Ferreira.

Universidad del Caribe
Supermanzana 78, Mzna. 1, Lote 1
esquina Fraccionamiento Tabachines
Cancún 77528 Quintana Roo.
México.

Atahualpa Sosa López.

EPOMEX, Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Shafía Súcar.

PIMAUG. Universidad de Guanajuato
Calzada de Guadalupe s/n, Colonia
Centro. Guanajuato 36000
Guanajuato. México.

Claudia Teutli-Hernandez.

CINVESTAV-Unidad Mérida.
Km. 6 Antigua carretera a Progreso
Apdo. Postal 73 Cordemex,
97310 Mérida, Yucatán. México.

Ricardo Torres.

Universidad de Quintana Roo.
Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio
Comonfort, Col. del Bosque
Chetumal 77019 Quintana Roo.
México.

Juana Treviño Trujillo.

Division de Estudios de Posgrado e
Investigacion. Facultad de Ingeniería
“Arturo Narro Siller”. Universidad
Autonoma de Tamaulipas C.U.
Tampico-Madero 89339
Tamaulipas. Mexico.

Robert R. Twilley.

Department of Oceanography and
Coastal Sciences. Louisiana State
University, Baton Rouge, 70803
Louisiana, USA.

Beatriz Edith Vega Serratos.

EPOMEX, Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín Melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Cesar Vázquez González.

Universidad Autónoma de Baja
California. Km 103 autopista
Tijuana - Ensenada. A.P. 453
Ensenada, 22860 B.C. México.

Laura Elena Vidal Hernández.

Universidad de Quintana Roo.
Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio
Comonfort, Col. del Bosque
Chetumal 77019 Quintana Roo.
México.

Lorraine A. Williams-Beck.

CIHS. Universidad Autónoma de
Campeche. Av. Agustín Melgar s/n
Col. Buenavista. Campeche 24039
Campeche. México.

Alejandro Yáñez-Arancibia.

Unidad de Ecosistemas Costeros.
Instituto de Ecología A. C.
Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec
351, Congregación El Haya
Xalapa 91070, Veracruz, México.

Arturo Zaldivar-Jimenez.

CINVESTAV-Unidad Mérida.
Km. 6 Antigua carretera a Progreso
Apdo. Postal 73 Cordemex,
97310 Mérida, Yucatán. México.

Víctor M. Zárate-Noble.

Facultad de Ciencias, Universidad
Autónoma de Baja California. Km
103 autopista Tijuana - Ensenada
A.P. 453 Ensenada, 22860
B.C. México.