

# Impactos de la elevación del nivel del mar en la población humana de 35 islas pobladas y prioritarias de México

Informe Final

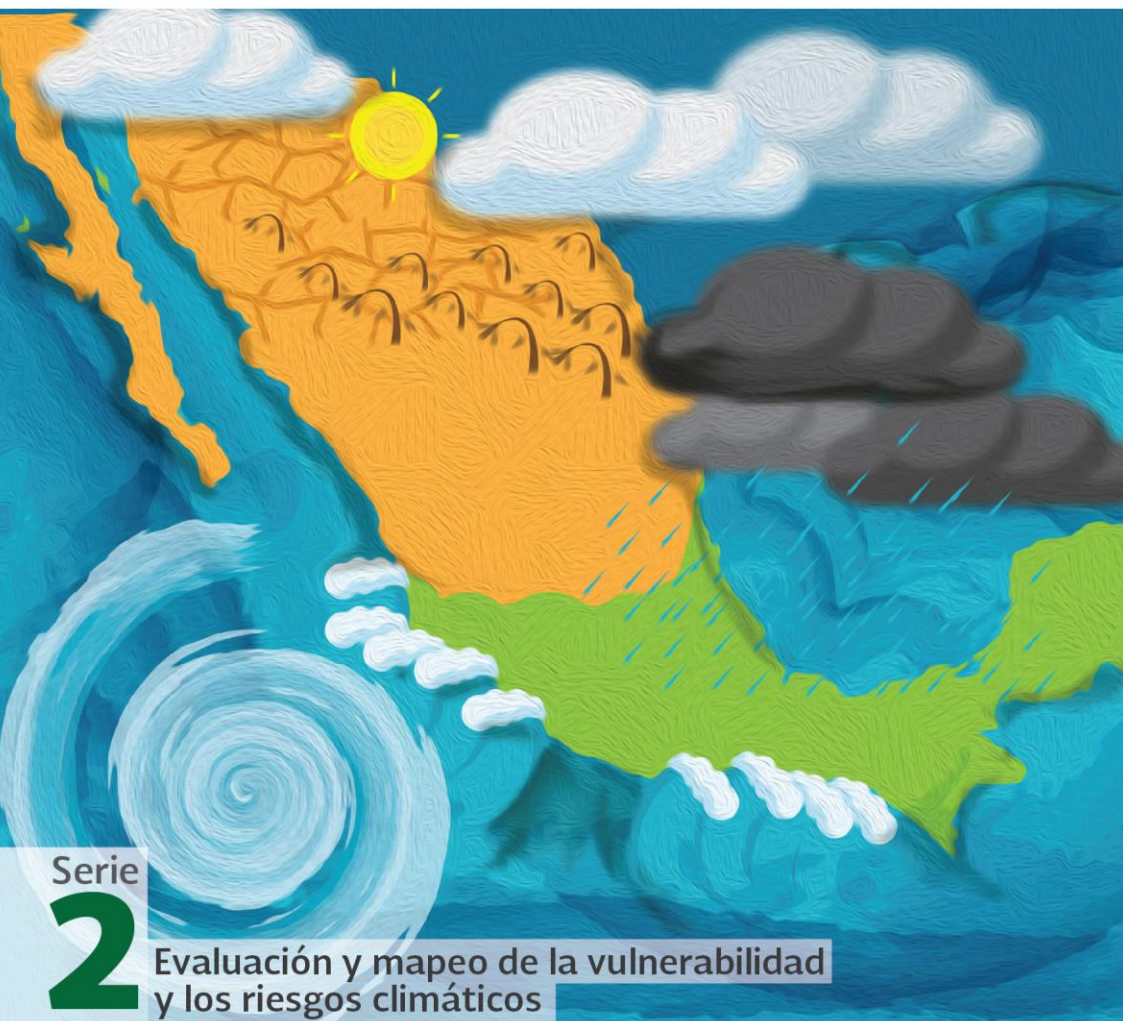
2016

Alfonso Aguirre Muñoz

Serie

2

Evaluación y mapeo de la vulnerabilidad  
y los riesgos climáticos



## DIRECTORIO

### Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Antonio Molpeceres  
*Coordinador Residente del Sistema de las Naciones Unidas y Representante Residente*  
Katyna Argueta  
*Directora de país*  
Gerardo Arroyo O'Grady  
*Director del Programa de Desarrollo Sustentable*  
Alejandro Ismael Monterroso Rivas  
*Coordinador de la Plataforma de Colaboración sobre cambio climático y crecimiento verde entre Canadá y México*  
Francisco Hernández Estens  
*Gerente del Programa de Desarrollo Sustentable*  
Itzel Nayeli Jiménez García  
*Administradora de la Plataforma de Colaboración sobre cambio climático y crecimiento verde entre Canadá y México*

### Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

María Amparo Martínez Arroyo  
*Directora General*  
Ana Cecilia Conde Álvarez  
*Coordinadora General de Adaptación al Cambio Climático*  
Jorge López Blanco  
*Director de Gestión de Riesgos y Adaptación*  
Daniel Iura González Terrazas  
*Director de Manejo de Cuencas y Adaptación*  
Margarita Caso Chávez  
*Directora de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica*

Derechos Reservados © 2016

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Periférico Sur 5000, Colonia Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán, CP. 04530, Ciudad de México

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Producción editorial: Elsa Barreda / Diseño: sonideas

Se sugiere citar como:

PNUD-INECC. 2016. *Impactos de la elevación del nivel del mar en la población humana de 35 islas pobladas y prioritarias de México.*. Informe Final. Autor y responsable técnico: Alfonso Aguirre Muñoz. Seguimiento técnico por INECC: Karina Santos y José Machorro Reyes. Elaborado en el marco del proyecto #86487 "Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México", Coordinador: Alejandro Monterroso Rivas. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ciudad de México. 12p.

Colaboradores: Federico Méndez Sánchez, Evaristo Rojas Mayoral, Ana G. Cárdenas Tapia, Daniela Y. Munguía Cajigas, Yutzil Lora Cabrera, y A. Castro-Girón

Esta publicación fue desarrollada en el marco del proyecto #86487 "Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México". El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados Miembros, o del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

**AGRADECIMIENTO:** Al Gobierno de Canadá a través de *Environment Canada* por el apoyo financiero recibido para el desarrollo de la *Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México*, durante 2014-2017. Así mismo, al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático por el apoyo prestado para el buen desarrollo de la Plataforma.

## Contenido

ÍNDICE DE CUADROS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	3
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1 MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>6</b>
1.1 IMPACTOS EN POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA	6
<b>2 RESULTADOS</b>	<b>6</b>
2.1 IMPACTOS EN POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA	6
<b>3 DISCUSIÓN</b>	<b>10</b>
<b>4 REFERENCIAS</b>	<b>12</b>

## Índice de Cuadros

CUADRO 1. ISLAS DE MÉXICO CUYA POBLACIÓN SE VERÍA AFECTADA DEBIDO AL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 M Y 5 M.	7
--	---

## Índice de Figuras

FIGURA 1. IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 M (ARRIBA) Y 5 M (ABAJO) EN LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE ISLA DEL CARMEN.	5
FIGURA 2. IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 M (ARRIBA) Y 5 M (ABAJO) EN LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE ISLA DEL CARMEN.	8
FIGURA 3. IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 M (ARRIBA) Y 5 M (ABAJO) EN LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE ISLA COZUMEL.	9
FIGURA 4. IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 M (IZQUIERDA) Y 5 M (DERECHA) EN LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE ISLA MUJERES.	10

## Introducción

En términos de población humana, 82 islas mexicanas son el hogar de 294,754 habitantes (INEGI, 2013, INEGI, 2016). Las islas Del Carmen (169,725 habitantes; Golfo de México, Campeche), así como Cozumel (79,522; Mar Caribe, Quintana Roo) y Mujeres (12,642; Mar Caribe, Quintana Roo), concentran al 89% de la población insular. Éstas tienen una densidad de población (hab/km<sup>2</sup>) de 1,472, 162.9 y 2,366, respectivamente, siendo que a nivel nacional la densidad de población es de 61 hab/km<sup>2</sup> (INEGI, 2016). A éstas le siguen, con un orden de magnitud menor, las islas: Aguada (6,210 habitantes; Golfo de México, Campeche); Panales (3,929; Golfo de California, Nayarit); Del Cabo Rojo (3,858; Golfo de México, Veracruz); Las Viejas (3,692; Golfo de California, Sonora); María Madre (2,764; Golfo de California, frente a Nayarit); Cedros (2,044; Océano Pacífico, frente a Baja California), Quintín Aráuz (2,037; Golfo de México, Tabasco); y Holbox (1,486; Golfo de México, frente a Quintana Roo) (INEGI, 2013, INEGI, 2016).

Las tres islas más pobladas, Del Carmen (i.e., Ciudad del Carmen), Cozumel y Mujeres, concentran también la mayor parte de la infraestructura insular con 45,580, 21,537 y 4,520 viviendas habitadas, respectivamente (INEGI, 2016). Las islas Del Carmen y Cozumel son las únicas en el país que cuentan con aeropuertos internacionales y con puertos de altura y cabotaje. Otras pocas islas tienen también infraestructura portuaria importante, como Isla Cedros que alberga tanto un puerto de cabotaje (operado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes) como un puerto de altura y cabotaje, este último propiedad de la empresa paraestatal Exportadora de Sal, S.A. de C.V.

En el presente estudio (que consta de cuatro documentos), usando tres escenarios de aumento del nivel del mar (1 m, 3 m y 5 m), se evaluaron los impactos en 35 islas prioritarias y representativas de diferente tamaño, elevación, complejidad topográfica, origen geológico, distancia al continente y población, distribuidas en todos los mares de México (ver Producto 1; **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este trabajo se planteó como objetivo responder a las siguientes tres preguntas: (1) ¿Cuál es la superficie insular que se perdería debido al aumento del nivel del mar (i.e., superficie insular sumergida y línea de costa perdida)?; (2) Dada la superficie insular sumergida, ¿qué tipo de ecosistemas se verían afectados y cuántas especies insulares se perderían?; y (3) ¿Cuánta población se vería afectada?

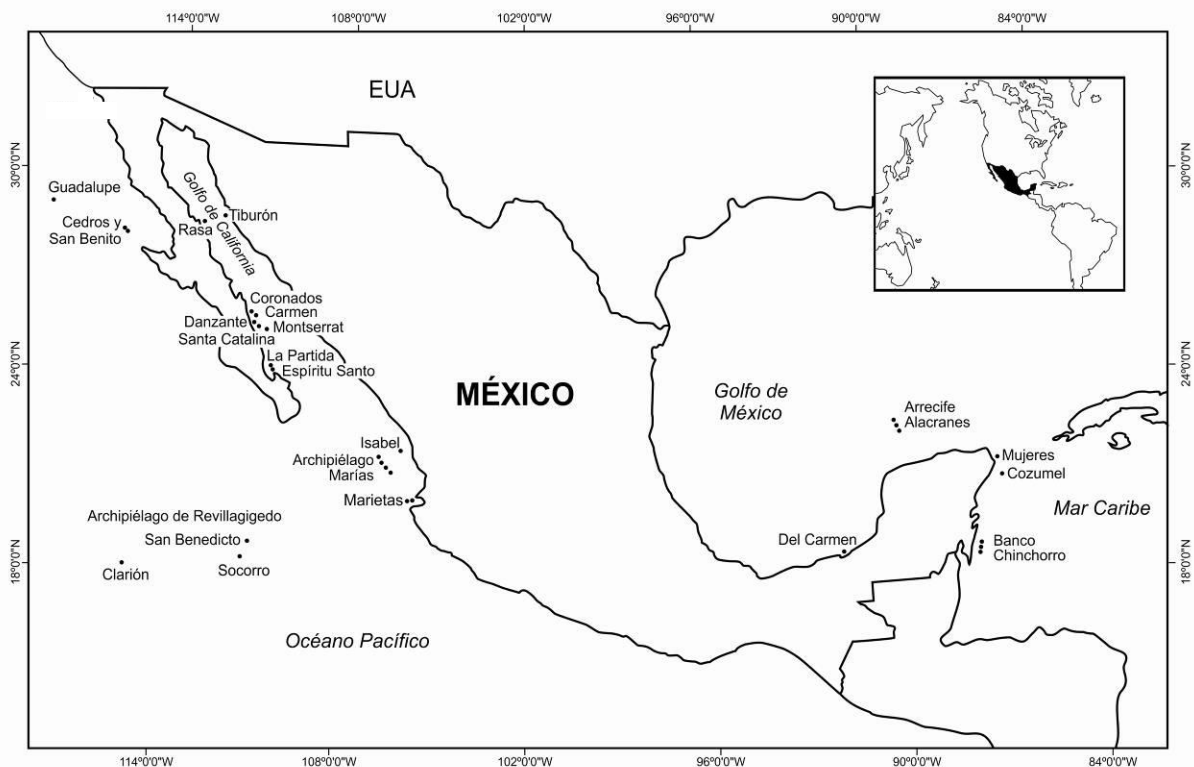


Figura 1. Impacto del aumento del nivel del mar de 1 m (arriba) y 5 m (abajo) en la población e infraestructura de Isla del Carmen.

# 1 Materiales y métodos

## 1.1 Impactos en población e infraestructura

A partir de la superficie insular que se perdería por el aumento del nivel del mar (ver Producto 2), y utilizando la densidad poblacional para aquellas islas habitadas (ver Producto 1), se calculó la población que se vería afectada ante escenarios de 1 m y 5 m de elevación.

# 2 Resultados

## 2.1 Impactos en población e infraestructura

La población que se vería afectada ante un aumento del nivel del mar de 1 m y 5 m es de 48,613.76 habitantes y 201,233.63 habitantes, respectivamente (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Esto representa un impacto directo al 16.5% y 68.3% del total de la población que habita en las islas de México. Los efectos más significativos, no sólo por ser las islas más pobladas, sino también por la inundación de una porción importante de su superficie son: Del Carmen, Cozumel y Mujeres (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.; ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Cuadro 1. Islas de México cuya población se vería afectada debido al aumento del nivel del mar de 1 m y 5 m.

Isla o grupo de islas	Población afectada (habitantes)	
	1 m	5 m
Del Carmen	44,897.32	177,930.21
Cozumel	2,742.50	13,695.26
Mujeres	832.52	9,156.75
Isabel	61.05	164.61
Clarión	34.31	114.26
Cedros	23.41	60.11
María Madre	12.31	54.49
Banco Chinchorro	0.65	23.12
San Benito	2.06	15.05
Arrecife Alacranes	5.95	14.61
Guadalupe	0.69	2.56
Socorro	0.38	1.21
Tiburón	0.45	1.09
Carmen	0.16	0.29
<b>TOTAL</b>	<b>48,613.76</b>	<b>201,233.62</b>

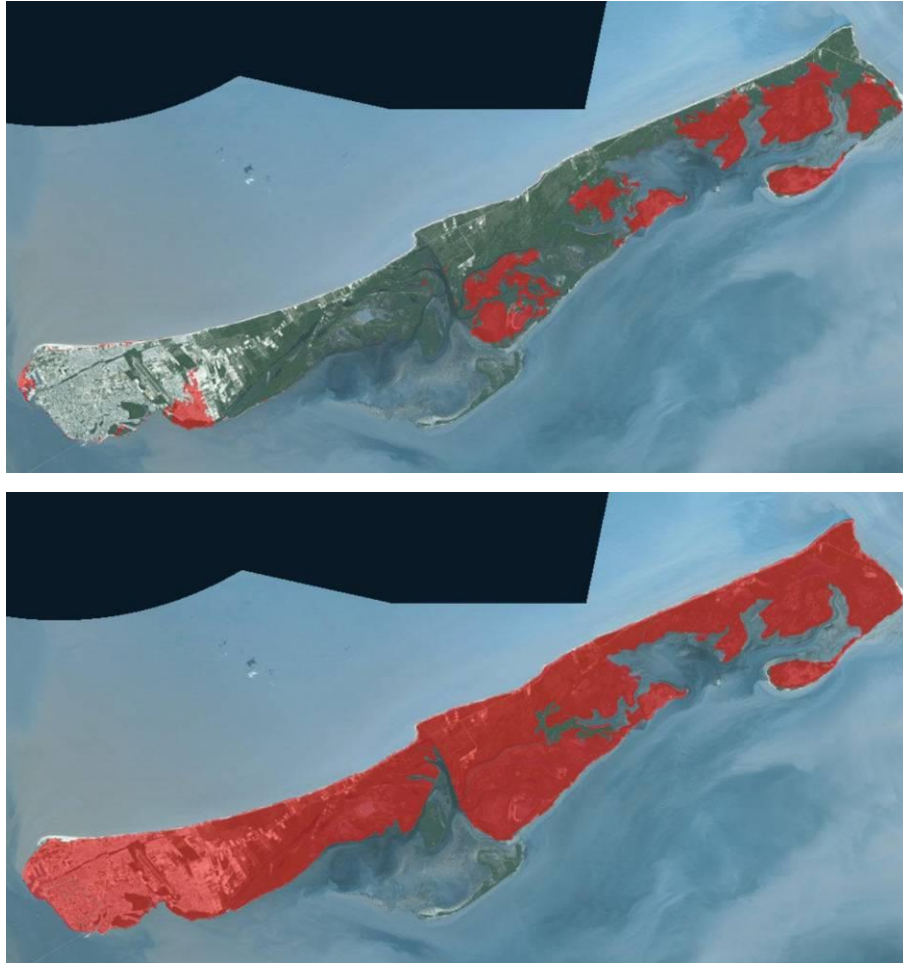


Figura 2. Impacto del aumento del nivel del mar de 1 m (arriba) y 5 m (abajo) en la población e infraestructura de Isla del Carmen.

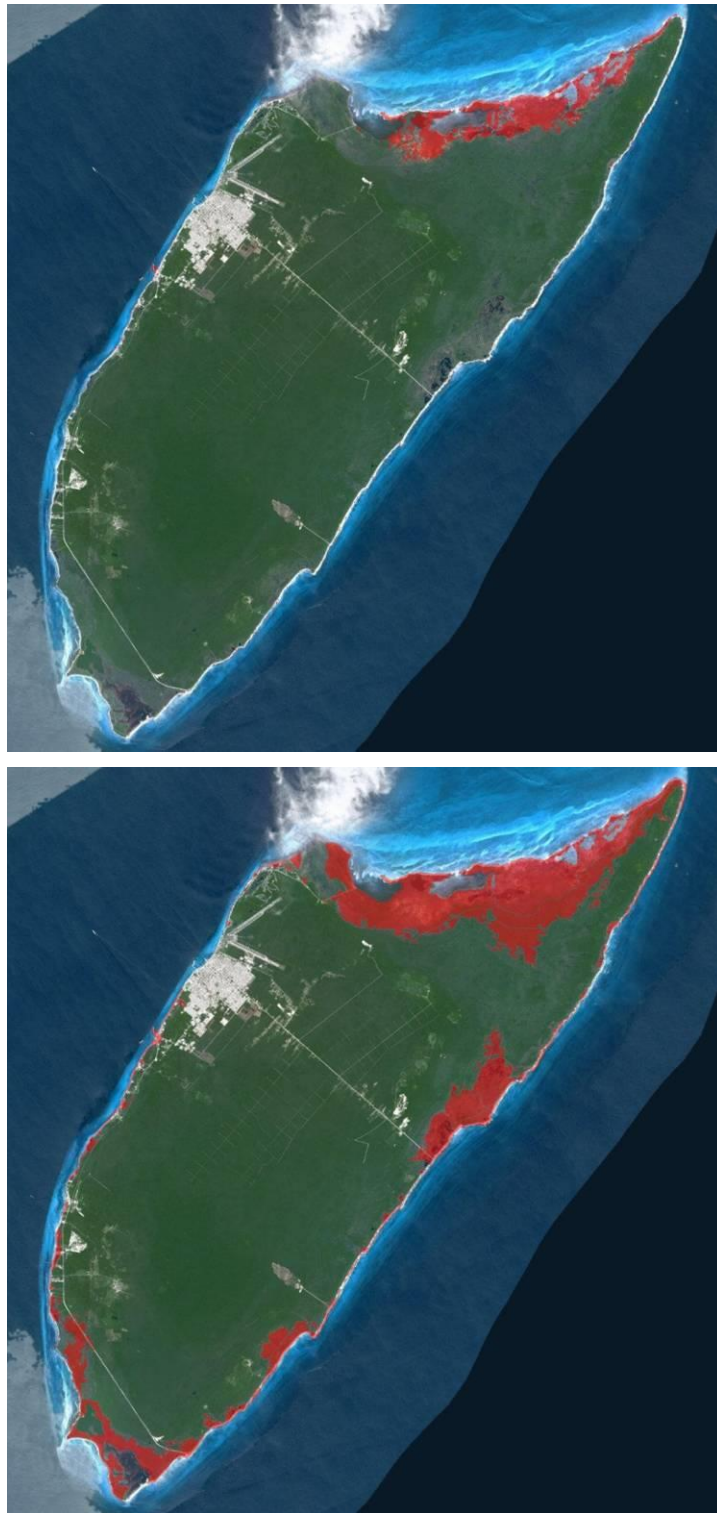


Figura 3. Impacto del aumento del nivel del mar de 1 m (arriba) y 5 m (abajo) en la población e infraestructura de Isla Cozumel

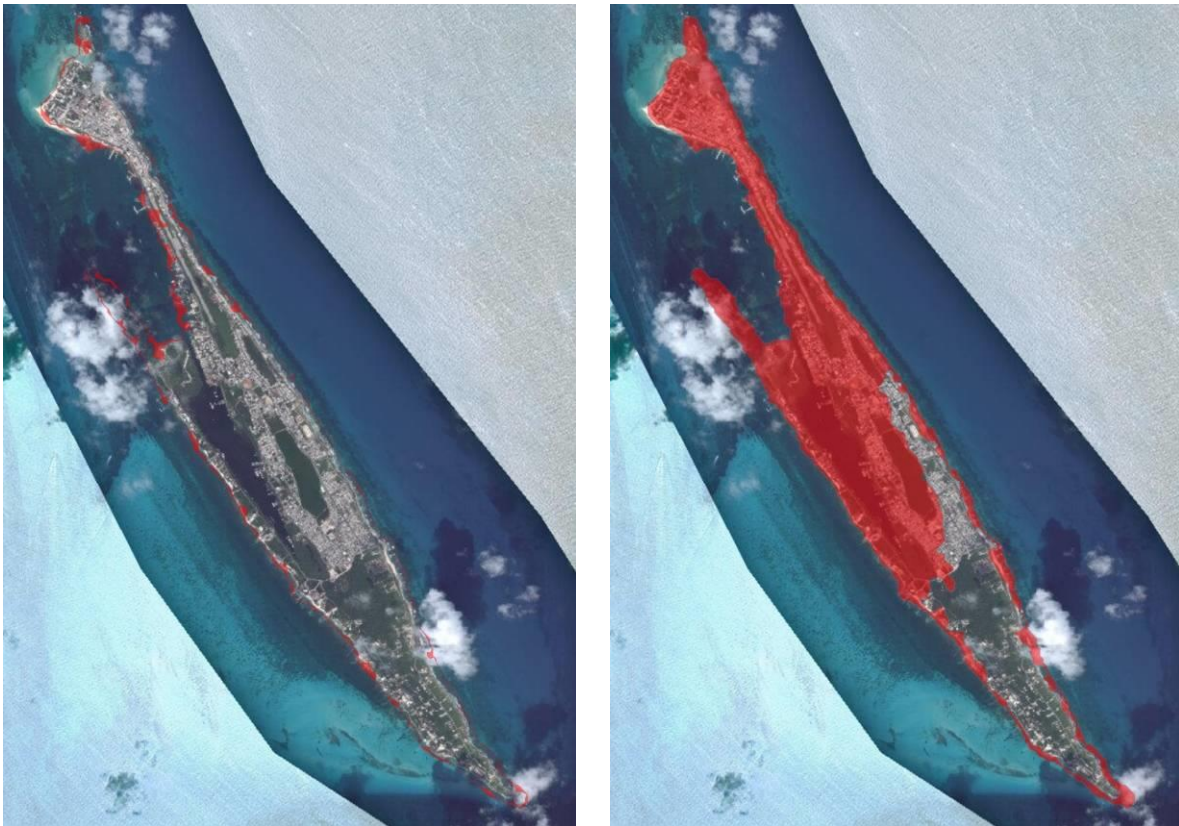


Figura 4. Impacto del aumento del nivel del mar de 1 m (izquierda) y 5 m (derecha) en la población e infraestructura de Isla Mujeres.

Este estudio representa el primer esfuerzo por evaluar el impacto del aumento del nivel del mar en la población humana, la biodiversidad y los ecosistemas de las islas de México. Utilizando un conjunto variado de 35 islas mexicanas prioritarias, se encontró que existe un riesgo de inundación significativo para muchas de ellas, particularmente para las islas de topografía homogénea y de baja elevación, con impactos muy significativos tanto en población humana, como en infraestructura y biodiversidad.

Uno de los mayores impactos del aumento del nivel del mar en México es sobre la población de las islas, especialmente las más densamente pobladas como Del Carmen y

Mujeres, que además son más vulnerables dadas sus características geomorfológicas. Ante un escenario de 1 m de aumento del nivel del mar, 26.45% y 6.59% de la población de las islas Del Carmen y Mujeres, respectivamente, se vería desplazada. En el caso extremo de una elevación de 5 m, dado que la mayor parte de las islas quedarían inundadas, prácticamente toda la población (182,367 habitantes al 2010) tendría que abandonar ambas islas. Para estas dos islas en particular, resulta importante realizar análisis detallados sobre los efectos del aumento del nivel del mar en los próximos años, incluso no sólo con escenarios pasivos, sino también considerando eventos extremos. Por ejemplo, el huracán Roxanne que azotó Isla del Carmen en 1995, provocó daños económicos importantes, afectando 21 km de carretera y destruyendo un puente de primera importancia (Palacio-Prieto et al., 1999).

Como conclusión, el aumento del nivel del mar tiene impactos negativos directos sobre las islas de México, sus ecosistemas y biodiversidad y la población que en ellas habita. Aún ante escenarios conservadores, como el de 1 m de aumento del nivel del mar, los efectos son considerables. En general, las islas mexicanas más afectadas se localizan en la región del Golfo de México y Mar Caribe: Del Carmen, Mujeres, Arrecife Alacranes y Banco Chinchorro. Cozumel, por su gran población, se debe considerar también como un caso particular tanto por los impactos socio-económicos como sobre sus ecosistemas.

Finalmente, los resultados del análisis que aquí se presentan, cobrarán valor en la medida en que: 1) Sean conocidos por los actores sociales que se relacionan directamente con el territorio insular mexicano, incluyendo comunidades locales, autoridades de todos los

niveles de gobierno, las organizaciones de la sociedad civil que se dedican a la conservación ambiental, y la academia; y 2). Sean incorporados en planes y acciones concretos enfocados a prevenir y mitigar los impactos que aquí se han señalado.

## 4 Referencias

- INEGI 2013. Conjunto de Datos del Territorio Insular Mexicano Escala 1:50,000 versión 2.0. Aguascalientes, Ags.: Instituto Nacional Estadística y Geografía.
- INEGI 2016. Censo de Población y Vivienda 2010, Principales Resultados por Localidad (ITER). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- PALACIO-PRIETO, J. L., ORTÍZ-PÉREZ, M. A. & GARRIDO PÉREZ, A. 1999. Cambios morfológicos costeros en Isla del Carmen, Campeche, por el paso del huracán "Roxanne". *Investigaciones Geográficas*, 40, 48-57.



Plataforma de colaboración sobre  
**CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CRECIMIENTO VERDE**  
entre Canadá y México

Este documento fue desarrollado en el marco de la Plataforma de  
Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá  
y México, todos los derechos reservados

Derechos Reservados © 2017  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)  
Montes Urales 440, Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CDMX. C.P.11000  
[www.mx.undp.org](http://www.mx.undp.org)

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)  
Periférico sur 5000, Insurgentes Cuicuilco, CDMX. C.P. 04530  
[www.gob.mx/inecc](http://www.gob.mx/inecc)