

# PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE SALINAS

INFORME FINAL



MARZO DE 2017

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD	2
III. EVALUACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE SALINAS	9
IV. IDENTIFICACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES DE ALTO RIESGO DEL MUNICIPIO DE SALINAS POR TIPO DE RECURSO	16
V. PLAN DE ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	30
VI. ACCIONES DE ADAPTACIÓN	33
VII. PRÓXIMOS PASOS	56
VIII. APÉNDICES	60

## I. INTRODUCCIÓN

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico ha iniciado un importante esfuerzo para apoyar el proceso de planificación de adaptación al cambio climático mediante la elaboración de Planes de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en múltiples municipios de Puerto Rico. Las observaciones y proyecciones del cambio climático indican que Puerto Rico ya está experimentando los impactos de un clima cambiante y que estos impactos podrían intensificarse y afectar el bienestar ambiental, económico, social y cultural de los municipios y sus comunidades.

Aunque la elaboración de los PACC se planifica extender a todos los municipios costeros de la Isla, los mismos han comenzado a desarrollarse en municipios que han sido identificados como de alta vulnerabilidad. El Municipio de Salinas es uno de éstos. Este informe detalla los métodos y resultados de un proceso de planificación de adaptación para el Municipio de Salinas, municipio localizado en la costa sur de Puerto Rico.

## II. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

El objetivo de esta evaluación es el identificar las vulnerabilidades de mayor riesgo atribuibles al cambio climático en el Municipio de Salinas como un paso inicial hacia la identificación y evaluación de posibles acciones de adaptación. Una vulnerabilidad se define como cuán susceptible es un sistema natural o una ciudad a los efectos adversos del cambio climático. Para llevar a cabo la evaluación de vulnerabilidad, el equipo de trabajo realizó las siguientes tareas principales:

- Desarrollo de un marco de impactos
- Evaluación de vulnerabilidades potenciales del cambio climático en Salinas y desarrollo de puntuaciones basadas en el riesgo de estas vulnerabilidades.
- Identificación de las vulnerabilidades de mayor riesgo en el Municipio de Salinas

Estas tareas principales y las tareas adicionales asociadas se analizarán en más detalle en secciones posteriores.

### 2.1 Creación de un Marco de Impactos

El primer paso de la evaluación de vulnerabilidad fue la creación de un marco de impactos que tomara en consideración y organizara la información sobre los impactos climáticos y las vulnerabilidades potenciales del Municipio de Salinas. Para desarrollar este marco de impactos preliminar del Municipio, el equipo de trabajo identificó los objetivos y responsabilidades principales del municipio (y en algunos casos, de Puerto Rico). Luego, se identificaron los principales sectores a ser evaluados, basados en la experiencia del equipo de trabajo. La Tabla 2.1 muestra el marco de impactos preliminar que se desarrolló a través de la investigación inicial de antecedentes y el contexto municipal.

Tabla 2.1. Marco de Impactos Preliminares para el Municipio de Salinas

	Sector							
	Recursos costeros	La planificación del uso del suelo	Gestión de los recursos hídricos	Salud pública y seguridad	Transportación	Turismo y desarrollo económico	Agricultura	Energía
<b>Objetivos del Municipio y/o Estado</b>								
Ecología y Conservación de la Biodiversidad								
Desarrollo Socioeconómico y Urbano								
Sostenibilidad								
<b>Responsabilidades del Municipio y/o Estado</b>								
Mejoras de capital								
Operaciones y mantenimiento								
Servicios del Municipio y/o Estado								

## 2.2 Participación Comunitaria y de Grupos Interesados en la identificación de vulnerabilidades en el Municipio de Salinas

Se utilizó el marco de impactos preliminar para realizar el diseño de grupos focales de acuerdo a los intereses de la organización o individuo, el tipo de organización o las actividades que llevan a cabo en el Municipio de Salinas. Se identificaron tres (3) grupos principales:

- **Desarrollo Económico, Servicios Municipales e Infraestructura:** personal municipal y representantes de empresas locales
- **Ecología y Conservación:** personal técnico en conservación y recursos naturales
- **Otras:** representantes de organizaciones no gubernamentales de base comunitaria, microempresas y otros grupos de interés local

Los grupos focales o grupos de discusión se llevaron a cabo en septiembre de 2016 en distintas localidades del Municipio de Salinas, utilizando un formato de discusión semi-estructurado. La participación en estos grupos focales fue la siguiente:

- **Desarrollo Económico, Servicios Municipales e Infraestructura:** 9 participantes
- **Ecología y Conservación:** 6 participantes
- **Otras:** 14 participantes

Los grupos focales generaron discusiones relevantes al tema de cambio climático en Puerto Rico, y en específico en el Municipio de Salinas. Los participantes mostraron estar muy conscientes de la vulnerabilidad de la comunidad ante los impactos climáticos, especialmente en los sectores de recursos costeros y recursos hídricos. Según la discusión, los participantes están particularmente preocupados por la sequía y la sobreexplotación de los acuíferos. También mostraron especial preocupación por la degradación de los ecosistemas costeros, los cuales apoyan la economía del Municipio a través de la actividad económica que se lleva a cabo en la costa y el turismo.

También se llevaron a cabo 9 entrevistas de seguimiento a personas y profesionales, algunos de los cuales no pudieron asistir a los grupos focales. Se utilizó un protocolo de entrevista semi-estructurada para discutir los impactos y vulnerabilidades climáticas en el sector de trabajo del entrevistado, los retos para manejar estas vulnerabilidades y las ideas para abordarlas.

### 2.3 Uso de la información provista en los grupos focales para revisar el marco de los impactos

Se utilizaron los hallazgos de los grupos focales y de las entrevistas de seguimiento para cumplimentar el marco de impactos con las vulnerabilidades potenciales identificadas por los participantes. Durante este proceso, se encontró que los participantes concentraron sus comentarios en algunos sectores que consideran más vulnerables al cambio climático, especialmente los relacionados a los recursos costeros y los recursos hídricos. Otros sectores tales como planificación en el uso del terreno, la salud y la seguridad pública, no surgieron como áreas temáticas importantes de vulnerabilidad. Debido a esto, estos sectores fueron eliminados del marco de impactos. (Tabla 2.3.1).

Tabla 2.3.1. Marco de Impactos Revisado

	Sectores					
	Recursos costeros	Gestión de los recursos hídricos	Transportación	Turismo y desarrollo económico	Agricultura	Energía
<b>Objetivos del Municipio y/o Estado</b>						
Ecología y Conservación de la Biodiversidad						
Desarrollo Socioeconómico y Urbano						
Sostenibilidad						
<b>Responsabilidades del Municipio y/o Estado</b>						
Mejoras de capital						
Operaciones y mantenimiento						
Servicios del Municipio y/o Estado						

Es importante tener en cuenta que la eliminación de los sectores "Planificación del Uso de Terrenos" y "Salud Pública y Seguridad" del marco de impactos (véase el Apéndice 1), no significa que no existan vulnerabilidades del clima en ese sector; sino que, durante el proceso de participación comunitaria, esas vulnerabilidades no parecen ser las de mayor importancia para la comunidad. Este Plan se concentró, entonces, en identificar las vulnerabilidades más importantes desde el punto de vista comunitario y a diseñar estrategias de adaptación específicas para abordar estas vulnerabilidades.

La Tabla 2.3.2 muestra ejemplos del marco de impactos revisado, en el que se eliminaron los sectores "Planificación del Uso de Terrenos" y "Salud Pública y Seguridad" y se combinó "Turismo" y "Otros -Desarrollo Económico" en un solo sector: "Turismo y Desarrollo Económico". Esta tabla presenta vulnerabilidades potenciales identificadas para los sectores de Desarrollo Económico y Urbano que podrían afectar la capacidad del municipio y/o del estado para alcanzar sus objetivos de este sector para el municipio y sus comunidades.

El Apéndice 1 presenta el marco de impactos revisado y cumplimentado con información de los impactos potenciales producto del cambio climático en cada uno de los sectores señalados como importantes en las sesiones de trabajo comunitarias.

Tabla 2.3.2 Ejemplo de vulnerabilidades identificadas por Sector y sus impactos potenciales sobre los objetivos del Municipio de Salinas de Desarrollo Económico y Urbano.

Objetivos del Municipio y/o Estado	Recursos Costeros	Manejo de recursos hídricos	Transportación	Turismo y desarrollo económico	Agricultura	Energía
<b>Desarrollo Socioeconómico y Urbano</b>	Disminución de la precipitación general, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía, aumento del nivel del mar podría tener repercusiones en la planificación del desarrollo y le sostenibilidad del desarrollo en las zonas costeras. Esto es particularmente problemático dado la tendencia en el desarrollo ilegal (y los pozos ilegales) en áreas residenciales costeras.	Disminución de la precipitación general, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía, aumento del nivel del mar podría tener implicaciones para el desarrollo, la planificación y la sostenibilidad del desarrollo en las zonas costeras. Esto es particularmente problemático dado la tendencia en el desarrollo ilegal (y los pozos ilegales) en áreas residenciales costeras.	El aumento del nivel del mar, el aumento de los fenómenos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las lluvias, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener repercusiones en el sector del transporte. Las carreteras 1 y 3 son corredores de transporte críticos y son altamente vulnerables a estos impactos, especialmente inundaciones y daños por tormentas.	El aumento de la temperatura media anual, el aumento de la temperatura del mar, la reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de la intensidad de la sequía, el aumento de la intensidad de las tormentas, la reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros podrían limitar la capacidad del Municipio para atender y servir a los turistas. Salinas y sus zonas costeras menos atractivas para los turistas. La reducción del gasto en turismo reduciría la contribución del sector a la economía del Municipio.	Aumento de las temperaturas anuales promedio, aumento de los eventos de calor extremo, cambios en las precipitaciones anuales y estacionales, aumento de la intensidad de las lluvias, disminución de la precipitación general, aumento del nivel del mar, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía y reducción de la calidad del agua cruda de acuíferos costeros (doméstica y externa); actividad económica y producción agrícola - abastecimiento de agua, rendimientos de los cultivos, variedades de cultivos apropiadas, viabilidad económica del sector agrícola.	El aumento de las temperaturas promedio anuales, el aumento de los eventos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener impactos sobre la capacidad del Municipio para mantener su rol como un importante proveedor de energía a otras partes de Puerto Rico.



### III. EVALUACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE SALINAS

Esta sección analiza e identifica las variables climáticas relevantes para el Municipio de Salinas, evalúa su probabilidad de ocurrencia y es asignada con una puntuación general de riesgo para las vulnerabilidades identificadas en el marco de impactos. Esta sección describe cada paso en la evaluación de riesgo y de vulnerabilidades potenciales del Municipio de Salinas

#### 3.1 Identificación de Variables Climáticas Relevantes

Para identificar las vulnerabilidades potenciales del Municipio de Salinas, primero se identificaron las variables climáticas relevantes para el Municipio y su probabilidad de cambiar debido al cambio climático. Tres analistas-el Sr. Joel Smith, el Dr. Jason Vogel y la Dra. Lorine Giangola-asignaron una clasificación de riesgo que expresa la probabilidad de que una variable climática específica cambie, basado en el análisis de los cambios climáticos proyectados para Puerto Rico. Si los modelos climáticos mostraron una fuerte concordancia sobre la dirección y el grado de cambio para una variable climática, se le asignó una mayor probabilidad de ocurrencia. Si los modelos mostraron menos concordancia sobre la probabilidad de cambio de una variable climática, se le asignó una menor probabilidad de ocurrencia. Además de las clasificaciones de riesgo típicas de bajo, medio y alto, se incluyeron también clasificaciones de bajo a medio y medio a alto. La Tabla 3.1.1 presenta estos resultados.

**Tabla 3.1.1. Variables climáticas relevantes y probabilidad asociada de cambio debido al cambio climático.** Los colores indican la probabilidad de cambio. El rojo muestra alta probabilidad mientras que el amarillo muestra baja probabilidad.

<b>Variable climática</b>	<b>Probabilidad</b>
Aumento de las temperaturas medias anuales Aumento de los eventos de calor extremo Aumento del nivel del mar Aumento de las temperaturas de la superficie del mar Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales Aumento de la acidificación de los océanos	<b>Alto</b>
Aumento de la intensidad de la lluvia Disminución de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	<b>Medio a alto</b>
Mayor intensidad de tormentas Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros Mayor probabilidad de incendio	<b>Mediano</b>
	<b>Bajo a mediano</b>
	<b>Bajo</b>

Luego de realizado este análisis se estableció la relación entre cada una de las vulnerabilidades señaladas en el Marco de Impactos y las variables climáticas con mayor probabilidad de afectar dicha vulnerabilidad. Por ejemplo, la Tabla 3.1.2 muestra las variables climáticas individuales que tienen mayor probabilidad de contribuir con la vulnerabilidad potencial “Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible” en la capacidad del Municipio de Salinas para fomentar el desarrollo económico y urbano y la sostenibilidad. (Esta es la vulnerabilidad resaltada en el ejemplo del Marco de Impactos revisado en la Tabla 2.3.2).

**Tabla 3.1.2. Desarrollo Socioeconómico y Urbano, y Sostenibilidad**

Variable Climática Potencialmente Relevante	Vulnerabilidad Potencial: Desarrollo Socioeconómico y Urbano, Sostenibilidad y Recursos Costeros: Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible
Aumento de las temperaturas medias anuales	
Aumento de los eventos de calor extremo	
Aumento del nivel del mar	✓
Aumento de las temperaturas de la superficie del mar	
Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	
Aumento de la acidificación de los océanos	
Aumento de la intensidad de la lluvia	
Disminución de la precipitación general	✓
Reducción de la disponibilidad de agua	✓
Aumento de la intensidad de la sequía	✓
Mayor intensidad de tormentas	✓
Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	
Mayor probabilidad de incendio	

Luego de realizado el análisis en donde se estableció la relación entre cada una de las vulnerabilidades señaladas en el Marco de Impactos y las variables climáticas con mayor probabilidad de afectar dicha vulnerabilidad, el equipo de trabajo identificó las siguientes 10 vulnerabilidades como las principales. La Sección IV presenta tablas resumidas para estas vulnerabilidades potenciales.

**Tabla 3.1.3. Vulnerabilidades principales identificadas**

Vulnerabilidades potenciales identificadas
1. Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes
2. Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema
3. Limitaciones en la capacidad de autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables
4. Impactos en vías de acceso críticas, especialmente las Carreteras #1 y #3
5. Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales, estatales y de servicios externos para acceder a áreas de Salinas y proporcionar servicios regulares y de emergencia debido a daños a la infraestructura de transporte
6. Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible
7. Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras
8. Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola
9. Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico
10. Impactos en la producción de energía

### 3.2 Análisis de Riesgo para el Municipio de Salinas – Puntuación de riesgo por magnitud de las consecuencias

El equipo de investigación calificó las vulnerabilidades potenciales por magnitud de la consecuencia o resultados esperados en caso de que se produzca la vulnerabilidad. Se asignó una clasificación de riesgo de “alta, media o baja consecuencia” a las vulnerabilidades potenciales:

- Una clasificación de riesgo de magnitud alta significa que habrá un impacto significativo en los recursos y/o sectores claves del Municipio de Salinas si se produjera la vulnerabilidad.
- Una clasificación de riesgo de magnitud media significa que habría algún efecto en los recursos y/o sectores claves del Municipio de Salinas si se produjera la vulnerabilidad.
- Una clasificación de riesgo de baja magnitud significa que habría un efecto no significativo sobre los recursos y/o sectores claves del Municipio de Salinas, o que un sistema de respaldo (*back-up system*) en el lugar tendría un “efecto redundante o repetitivo” en eliminar las consecuencias de producirse la vulnerabilidad. Esto quiere decir que este sistema de respaldo no mejoraría sustancialmente el problema o la consecuencia de dicha vulnerabilidad.

### 3.3 Análisis de Riesgo para el Municipio de Salinas - Matriz de Riesgo

El último paso para la Clasificación de Riesgo de cada vulnerabilidad potencial en este análisis es la evaluación final del riesgo. Esto requiere de un análisis cruzado entre la puntuación de riesgo de cada variable climática y la puntuación obtenida en términos de sus consecuencias o impactos. A continuación, se presenta la matriz de Clasificación de Riesgo para cada vulnerabilidad.

**Tabla 3.3.1. Matriz de Clasificación de Riesgo**

Matriz de Riesgo						
Consecuencias	Alto	Mediano	Mediano a alto	Mediano a alto	Alto	Alto
	Mediano	Bajo a mediano	Mediano	Mediano	Mediano a alto	Mediano a alto
	Bajo	Bajo	Bajo a mediano	Bajo a mediano	Mediano	Mediano
	Bajo	Bajo a mediano	Mediano	Mediano a alto	Alto	
	<b>Probabilidad</b>					

Todas las vulnerabilidades potenciales del Municipio de Salinas están asociadas con más de una variable climática. Por lo tanto, se necesita obtener una puntuación de riesgo que tome en consideración cada combinación potencial de vulnerabilidad/variable climática, además de todas las puntuaciones de riesgo. Esta nueva puntuación se define como **puntuación general de riesgo para cada vulnerabilidad**. Esta se asignó basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de los impactos climáticos particulares.

**Tabla 3.3.2. Ejemplo de puntuaciones de riesgo y puntuaciones generales de riesgo para una vulnerabilidad potencial individual**

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes	Alto	Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	Alto
		Aumento de las temperaturas de la superficie del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la acidificación de los océanos	Alto	Alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	

Se determinaron las puntuaciones de riesgo para las diez vulnerabilidades potenciales que fueron identificadas por los miembros de la comunidad como las más importantes en los grupos focales y las entrevistas. El Apéndice 2 presenta la tabla completa de las puntuaciones de las consecuencias y las puntuaciones de riesgo. La Tabla 3.3.3 muestra un resumen de la tabla completa y presenta las puntuaciones generales de riesgo para estas diez vulnerabilidades potenciales.

**Tabla 3.3.3. Clasificación de riesgos de las vulnerabilidades potenciales identificadas para el Municipio de Salinas**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo
1. Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes	Alto
2. Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema	Alto
3. Limitaciones en la capacidad de autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables	Alto
4. Impactos en vías de acceso críticas, especialmente las Carreteras #1 y #3	Alto
5. Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales, estatales y de servicios externos para acceder a áreas del Municipio de Salinas y proporcionar servicios regulares y de emergencia debido a daños a la infraestructura de transporte	Alto
6. Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible	Mediano a alto
7. Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras	Mediano a alto
8. Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola	Mediano a alto
9. Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico	Mediano a alto
10. Impactos en la producción de energía	Mediano a alto

#### IV. IDENTIFICACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES DE ALTO RIESGO DEL MUNICIPIO DE SALINAS POR TIPO DE RECURSO

En esta sección se describe cada una de las vulnerabilidades potenciales de cambio climático en el Municipio de Salinas con mayor profundidad. Se analiza cada vulnerabilidad bajo el sector al que pertenecen y en línea con lo establecido en el Marco de Impactos. En dicho marco, se observa que algunas vulnerabilidades podrían afectar tanto los objetivos de las entidades municipales y estatales como sus responsabilidades. En estos casos, el análisis de la vulnerabilidad se realiza solo una vez en cada discusión por sector. En el caso de que una vulnerabilidad potencial afecte a más de un sector, esto se establece en la discusión. Las tablas de resumen en esta sección presentan las variables climáticas, sus probabilidades y una descripción general de los impactos climáticos asociados a cada una de las vulnerabilidades establecidas.

Aunque este análisis se centra en la adaptación a los impactos climáticos y solo tiene en cuenta estos impactos en la puntuación de las vulnerabilidades, los participantes de los grupos focales y los entrevistados a menudo mencionaron actividades realizadas por el ser humano que podrían intensificar los impactos del cambio climático. En algunos de los análisis sectoriales que se presentan a continuación, se discuten brevemente los impactos humanos que podrían ser relevantes para el manejo de los impactos climáticos. Se entiende que será importante para la toma de decisiones del Municipio de Salinas integrar las consideraciones de estos impactos en las evaluaciones de vulnerabilidad en curso y en la planificación de la adaptación como un enfoque más holístico y efectivo con el objetivo de reducir la vulnerabilidad.

##### 4.1 Recursos costeros

Debido a la ubicación costera del Municipio de Salinas, los recursos costeros juegan un papel importante en la configuración de la ecología del municipio, la economía, la cultura y sus vulnerabilidades climáticas. La Reserva Nacional de Investigación Estuarina de la Bahía de Jobos (JBNERR, por sus siglas en inglés), que se extiende a lo largo de la costa entre Salinas y Guayama, es la segunda área estuarina más grande de Puerto Rico. La reserva forma parte del Sistema Nacional de Reserva de Investigaciones Estuarinas (NERRS, por sus siglas en inglés) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). Los ecosistemas de JBNERR contienen manglares y arrecifes de coral que cumplen importantes funciones para proteger la costa de la erosión y las tormentas, y apoyar la biodiversidad proporcionando hábitat crítico para especies estuarinas tales como manatíes y tortugas marinas. Los humedales costeros y estuarinos, los pantanos

y los manglares también protegen los suministros de agua dulce de las comunidades costeras, mediante la regulación de las concentraciones de agua salada y la prevención de la intrusión de agua salada en los acuíferos costeros y las aguas superficiales. JBNERR, además de servir como hábitat crítico para las especies estuarinas y de brindar servicios ecosistémicos importantes a las comunidades costeras, apoya la economía turística y costera del Municipio de Salinas y contribuye con su identidad cultural.

Los residentes del Municipio de Salinas describieron algunos cambios dramáticos en el paisaje costero en los últimos 50 años. Según se expuso, en el pasado había casas o estructuras localizadas en algunos lugares donde en estos momentos hay mar o llegan las olas del mar. Se mencionó también la existencia de playas en áreas que ahora se encuentran bajo el mar. Incluso, se comentó que tormentas o vaguadas causan la entrada del mar y de especies marinas, como peces y tortugas, a la Carretera 1, principalmente en el área de la Comunidad Las Ochenta. Varias otras comunidades, como La Margarita, Brisas, el Coco, Borinquén, Pueblo y Cofresí corren el riesgo de inundaciones frecuentes. Los pescadores con los que se habló expresaron que ha ocurrido una marcada disminución de las poblaciones de peces desde los años sesenta y setenta, cuando las poblaciones de peces eran abundantes y diversas muy cerca de la costa. Ellos afirman que la disminución es el resultado del cambio climático, cambios en la temperatura del agua a consecuencia de las emisiones de aguas calientes al mar de las plantas generadoras de energía eléctrica localizadas en Aguirre y del crecimiento económico no planificado. Ellos no creen que haya ocurrido sobrepesca; al menos de su parte.

Además de los impactos climáticos en los recursos costeros, los participantes de los grupos focales y los entrevistados describieron actividades humanas que podrían intensificar los impactos del cambio climático en los recursos costeros. Por ejemplo, los administradores del JBNERR han observado signos de degradación de los ecosistemas costeros del Municipio que atribuyen, tanto a los impactos climáticos como a los impactos humanos a lo largo de la costa. Sin monitoreo a largo plazo y continuo, puede ser difícil separar el grado de los efectos de ciertos impactos climáticos y humanos en un ecosistema. Por ejemplo, los cambios en el comportamiento de los manatíes y la disminución de la presencia de manatíes en el estuario sugieren un aumento de la salinidad que hace que el hábitat sea menos adecuado para las especies estuarinas que dependen del agua dulce. Lamentablemente, el personal de JBNERR ha encontrado juveniles de manatíes que murieron por deshidratación. Estos impactos podrían atribuirse tanto a la sequía como a las consecuentes reducciones del suministro de agua dulce al estuario, al desarrollo ilegal o desmedido en las zonas costeras y al exceso de bombeo de las aguas subterráneas que sobrecarga el agua dulce de los arroyos y acuíferos costeros antes de llegar

a estuarios y ecosistemas costeros. Las descargas de agua caliente de la central eléctrica en Aguirre en la Bahía de Jobos también podrían afectar el hábitat y podrían intensificar los efectos del aumento de la temperatura de la superficie del mar. Además, los participantes de los grupos focales mencionaron el uso recreativo ilegal y el tirar basura en la reserva y en la bahía como consecuencia del uso de estos recursos naturales por grandes multitudes. Estos usos pueden también expulsar del ecosistema a especies sensibles.

Bajo el tema de recursos costeros, los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron una vulnerabilidad potencial de los recursos costeros del Municipio de Salinas. Luego de evaluarla esta vulnerabilidad se clasificó como de **alto riesgo**:

**Vulnerabilidad: Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.1.1. Variables climáticas e impactos asociados con la degradación de los ecosistemas costeros y sus probabilidades**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de hábitats estuarinos y costeros
Aumento de las temperaturas de la superficie del mar		Hábitats inadecuados para arrecifes y otras especies; daños en los arrecifes y pérdida de hábitat
Aumento de la acidificación de los océanos		
Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mayor salinidad e intrusión de agua salada

Bajo el tema de recursos costeros, los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron dos vulnerabilidades potenciales. Estas vulnerabilidades fueron clasificadas como de **riesgos medianos a altos**:

**Vulnerabilidad: Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.1.2. Variables climáticas e impactos asociados a dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible**

Variable de cambio climático	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de proyectos e infraestructura costera
Disminución de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Falta de agua para apoyar el desarrollo existente y planificado
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mayor daño a la infraestructura costera

***Vulnerabilidad: Limitaciones en la capacidad de las autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras***

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.1.3. Las variables climáticas y los impactos asociados con las autoridades municipales y estatales para mantener la operación y servicios en áreas costeras**

Variable de cambio climático	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de proyectos e infraestructura costera
Aumento de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Inundaciones y daños a la infraestructura Inhabilidad para proveer agua a los residentes y negocios de la costa
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Daño a la infraestructura costera

La Tabla 4.1.4 presenta las puntuaciones detalladas de las consecuencias o resultados, la probabilidad, el riesgo y el riesgo general de las vulnerabilidades potenciales identificadas previamente para el sector de los recursos costeros.

**Tabla 4.1.4. Recursos costeros: consecuencias, probabilidad, riesgo y puntuaciones de riesgo general\***

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes	Alto	Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	Alto
		Aumento de las temperaturas de la superficie del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la acidificación de los océanos	Alto	Alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	
Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible	Mediano	Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	
Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras	Mediano	Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
		Aumento de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	

\* Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de los impactos climáticos particulares.

## 4.2 Recursos hídricos

Las preocupaciones acerca de la cantidad y calidad del agua surgieron como uno de los temas más importantes en los grupos focales y las entrevistas. Los efectos de la sequía en Puerto Rico han llevado los problemas de manejo de recursos hídricos a la vanguardia de los desafíos de gestión municipal y estatal. Personal municipal y residentes del Municipio informaron que tanto el clima como los impactos causados por el ser humano contribuyen a las vulnerabilidades asociadas a los recursos hídricos. Debido a la sequía, las tasas de recarga de los acuíferos no están a la par con las tasas de retirada; además, participantes de cada grupo focal señalaron los impactos de los pozos ilegales en el suministro de agua de la comunidad. Se mencionó que, como resultado del sobreabastecimiento de agua subterránea, tanto de pozos permitidos como de ilegales, el agua salada ha penetrado en los acuíferos en algunas áreas a lo largo de la costa. Un representante de la agroindustria mencionó que las pruebas anuales de agua también han mostrado altas concentraciones de nitrato. Además de contribuir a los problemas de calidad del agua, los residentes creen que la sequía ha aumentado la incidencia de incendios naturales y causados por las personas en la comunidad. El período seco extendido también hace que la ciudad sea más vulnerable a las inundaciones cuando llueve porque el suelo seco no puede absorber suficiente agua para prevenir las inundaciones y la erosión.

La importancia de los Acuíferos del Sur ha sido ampliamente discutida y analizada por la comunidad científica de Puerto Rico. Esta importancia, además, queda establecida en el Plan de Aguas de Puerto Rico, señalando que estos acuíferos son una fuente importante de agua para consumo humano y para actividades agrícolas en la zona. Este plan menciona que, aun sin tomar en consideración los usos actuales del agua en la región, la recarga de los acuíferos del sur ya estaba amenazada por la baja en infiltración de agua de riego que le suplen los embalses de Patillas, Carite y Guayabal por cambios en las técnicas de riego y por el aumento en el consumo de agua en esas regiones.

Los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron tres vulnerabilidades potenciales de los recursos hídricos del Municipio de Salinas. Estas fueron catalogadas de **alto riesgo**:

**Vulnerabilidad: Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.2.1. Variables climáticas asociadas a la disponibilidad de agua para el manejo de la conservación**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	La mayor demanda de agua para otros fines reduce la disponibilidad para la conservación
Aumento del nivel del mar		Inundación de agua salada de fuentes y hábitats de agua dulce
Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales		Escasez estacional en el agua para hábitats de agua dulce
Disminución de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Falta de agua dulce para apoyar hábitats de estuarios, humedales, manglares y pantanos

**Vulnerabilidad: Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible**

Esta vulnerabilidad es mencionada bajo el sector de los recursos costeros y también es muy relevante para la gestión de los recursos hídricos. La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.2.2. Variables climáticas e impactos asociados a dificultades en la planificación y desarrollo sostenible**

Variable de cambio climático	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de proyectos e infraestructura costera
Disminución de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Falta de agua para apoyar el desarrollo existente y planificado
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mayor daño a la infraestructura costera

**Vulnerabilidad: Limitaciones en la capacidad de autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.2.3. Variables climáticas e impactos asociados con la capacidad del estado de mantener operaciones y servicios de agua**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Falta de abastecimiento constante y previsible de agua durante todo el año
Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Mayor potencial de inundaciones y daños a la infraestructura de suministro de agua
Disminución de la precipitación general		Falta de disponibilidad de agua para el mantenimiento de residencias de servicios, empresas y usuarios municipales
Reducción de la disponibilidad de agua		
Aumento de la intensidad de la sequía		
Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Reducción en la calidad del agua para las comunidades

La Tabla 4.2.4. Presenta las consecuencias detalladas, la probabilidad, el riesgo y las puntuaciones generales de riesgo para vulnerabilidades potenciales en el sector de recursos hídricos que fuera discutido anteriormente.

**Tabla 4.2.4. Recursos hídricos: consecuencias, probabilidad, riesgo y puntuaciones generales de riesgo**

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible	Mediano	Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	
Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema.	Alto	Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	Alto
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Alto	
Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Alto			
Limitaciones en la capacidad de las autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar brindando servicios de agua seguros y confiables	Alto	Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Alto	Alto
		Aumento en a intensidad de lluvia	Mediano a alto	Alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Alto	
		Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano a alto	

\*Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de determinados impactos climáticos.

### 4.3 Transportación

El Municipio de Salinas depende en gran medida de las carreteras #1 y #3 para acceder a otras partes de la Isla. Los daños a éstas y otras carreteras o caminos a lo largo de la costa - por causa de inundaciones, marejadas ciclónicas o el aumento del nivel del mar - podrían impedir el acceso hacia y desde el Municipio. A finales de septiembre de 2016, las marejadas causadas por el huracán Matthew cerraron temporalmente la carretera 1, a pesar de que la tormenta no llegó a tierra firme sobre Puerto Rico. Los residentes mencionaron que, incluso, las tormentas pequeñas hacen que el agua de mar y las especies marinas lleguen hasta la carretera #1. Una preocupación importante es la incapacidad potencial del municipio u otros servicios para acceder a Salinas si hay daños en las carreteras principales. Esto sería especialmente crítico durante una emergencia, en el caso de que residentes necesiten salir del Municipio o, por el contrario, socorristas de emergencia necesiten tener acceso al mismo.

Los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron dos vulnerabilidades potenciales del sector de transporte del Municipio de Salinas bajo **alto riesgo**:

#### **Impactos en vías de acceso críticas, especialmente Carreteras # 1 y # 3**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.3.1. Variables climáticas e impactos asociados con la infraestructura de transporte**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Daños a las carreteras
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de infraestructura de transporte
Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Inundaciones y erosión/daños a las carreteras
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	

#### **Vulnerabilidad: Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales, estatales y de servicios externos para acceder a áreas del Municipio de Salinas y proporcionar servicios regulares y de emergencia debido a daños en la infraestructura de transporte**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.3.2 Variables climáticas e impactos asociados con el acceso al o del Municipio a los servicios regulares y de emergencia**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Daños a las carreteras
Aumento del nivel del mar	Alto	Inundación de infraestructura de transporte
Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Inundaciones y erosión/daños a las carreteras
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	

En la tabla 4.3.3 se presentan las consecuencias detalladas, la probabilidad, el riesgo y las puntuaciones generales de riesgo para las vulnerabilidades potenciales en el sector del transporte mencionadas anteriormente.

**Tabla 4.3.3. Transporte: Consecuencia, probabilidad, riesgo y puntuaciones de riesgo general\***

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Impactos en vías de acceso críticas, especialmente en las Carreteras #1 y #3	Alto	Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	Alto
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano a alto	
Limitaciones en la capacidad de entidades municipales, estatales y de servicios externos para acceder al Municipio de Salinas para proporcionar servicios regulares y de emergencia debido a daños a la infraestructura de transporte	Alto	Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	Alto
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano a alto	

\* Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de determinados impactos climáticos.

#### 4.4 Agricultura

El Municipio de Salinas es un productor agrícola importante en la costa sur de Puerto Rico, y tiene grandes fincas de papaya y plátanos cerca de la costa. La producción agrícola del Municipio es altamente vulnerable a los impactos climáticos. Temperaturas más altas y eventos de calor extremo generan estrés por calor en los cultivos, lo que puede limitar la productividad. Además, los cambios en el ciclo hidrológico podrían hacer que las precipitaciones sean menos previsibles a lo largo del año y eventos de precipitación más intensos podrían dañar los cultivos, aumentar las inundaciones y la pérdida de suelo. La agricultura es un gran consumidor de agua para riego y experimentaría impactos significativos debido a la gran escasez de agua y a la intrusión de agua salada en los acuíferos. El agua salina puede matar o dañar considerablemente los cultivos.

Los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron una vulnerabilidad potencial del sector agrícola del Municipio de Salinas. Esta fue clasificada como de **riesgo mediano a alto**:

***Vulnerabilidad: Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola***

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.4.1. Variables climáticas e impactos asociados a la producción agrícola**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de las temperaturas medias anuales Aumento de los eventos de calor extremo Aumento del nivel del mar Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Estrés térmico en los cultivos Inundación de zonas agrícolas costeras/bajas Falta de abastecimiento constante y previsible de agua durante todo el año
Aumento de la intensidad de la lluvia Disminución de la precipitación general Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alta	Inundaciones y daños a cultivos y campos Falta de lluvia y/o disponibilidad de agua para riego
Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Pobre calidad del agua para riego

En la Tabla 4.4.2 se presentan las consecuencias detalladas, las probabilidades, el riesgo y las puntuaciones generales de riesgo en cuanto a vulnerabilidad potencial para el sector agrícola.

**Tabla 4.4.2. Agricultura: Consecuencia, probabilidad, riesgo y puntuaciones de riesgo general**

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola	Mediano	Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	
		Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano	Mediano		

\* Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de los impactos climáticos particulares.

#### 4.5 Turismo y Desarrollo Económico

El turismo es una de las actividades económicas más importantes del Municipio de Salinas y depende en gran medida de los ecosistemas costeros de la comunidad. Los impactos climáticos, como la elevación del nivel del mar, la escasez de agua y los daños causados por las tormentas, no solo tendrían efectos directos en los ecosistemas costeros y la infraestructura turística, sino que también podrían hacer de este Municipio un lugar menos atractivo para visitar.

Los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron una vulnerabilidad potencial del sector de turismo y desarrollo económico del Municipio de Salinas. Esta vulnerabilidad fue clasificada como de **riesgo mediano a alto**.

#### **Vulnerabilidad: Impactos sobre la capacidad del municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.5.1. Variables climáticas e impactos asociados con el turismo y el desarrollo económico**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de las temperaturas medias anuales Aumento de los eventos de calor extremo Aumento del nivel del mar	Alto	Clima menos deseable para turistas y nuevos negocios Inundación de sitios costeros y otras atracciones turísticas
Reducción de la disponibilidad de agua Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Incapacidad para proveer agua a empresas que sirven a turistas y a nuevos negocios
Mayor intensidad de tormentas Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Aumento en los daños a los servicios turísticos y hace del lugar menos deseable para el turismo o el desarrollo de nuevos negocios Limitaciones de la capacidad de proporcionar agua potable a los servicios turísticos y potenciales nuevos negocios

La Tabla 4.5.2 presenta las consecuencias detalladas, la probabilidad, el riesgo y las puntuaciones generales de riesgo para las vulnerabilidades potenciales en el sector del turismo y el desarrollo económico de la vulnerabilidad mencionada anteriormente.

**Tabla 4.5.2. Turismo y desarrollo económico: consecuencias, probabilidad, riesgo y puntuaciones generales de riesgo**

Vulnerabilidad potencial		Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico	Mediano		Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
			Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	
			Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	
			Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
			Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
			Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	
			Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano	

\* Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de los impactos climáticos particulares.

#### 4.6 Energía

Las centrales eléctricas de Aguirre de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (AEE) producen aproximadamente un tercio de toda la electricidad de Puerto Rico, aunque el propio Municipio de Salinas no recibe electricidad de la planta. Se estima que las plantas generadoras localizadas de Aguirre podrían enfrentar una mayor demanda de electricidad a medida que aumentan las temperaturas promedio y los eventos de calor extremo se hacen más frecuentes, mientras que su posición en la costa hace que esta infraestructura de producción de electricidad sea vulnerable a los daños ocasionados por tormentas. Aunque la planta está basada en el Municipio de Salinas, gran parte de Puerto Rico es vulnerable a los impactos climáticos que la planta podría experimentar. Por ejemplo, en septiembre de 2016, un fallo de equipo en la planta dejó gran parte de la Isla sin energía eléctrica, incluyendo una gran parte del Municipio de San Juan.

Los participantes de los grupos focales y los entrevistados identificaron una posible vulnerabilidad del sector energético del Municipio de Salinas. Esta vulnerabilidad fue clasificada como una de **riesgo mediano a alto**:

#### **Vulnerabilidad: Impactos en la producción de energía**

La siguiente tabla muestra un análisis de cada variable climática relacionada a esta vulnerabilidad, su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial.

**Tabla 4.6.1. Variables climáticas e impactos asociados con la producción de energía**

Variable climática	Probabilidad	Impacto potencial primario
Aumento de las temperaturas medias anuales Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Aumento de la demanda de electricidad
Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Daños a la infraestructura de producción y entrega de energía eléctrica

La Tabla 4.6.2 presenta las consecuencias detalladas, la probabilidad, el riesgo y las puntuaciones generales de riesgo para la vulnerabilidad potencial en el sector de energía.

**Tabla 4.6.2 Producción de energía: Consecuencia, probabilidad, riesgo y puntuaciones de riesgo general**

Vulnerabilidad potencial		Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Impactos en la producción de energía	Mediano		Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
			Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	
			Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	

\* Se asignó una puntuación de riesgo general basada en la puntuación de riesgo más alta asociada con cualquier variable climática relevante para evitar la ponderación de determinados impactos climáticos.

## V. PLAN DE ACCIÓN DE ADAPTACIÓN

El siguiente paso en la planificación de la adaptación al cambio climático por parte del Municipio de Salinas es identificar acciones específicas de adaptación que podrían abordar cada una de las vulnerabilidades de mayor riesgo que fueron identificadas y tomadas en consideración en la evaluación de vulnerabilidad realizada en secciones anteriores. La Sección 6 presenta las posibles acciones de adaptación y presenta el análisis de su efectividad, viabilidad, costos relativos y enfoques de acción recomendado.

### *Desarrollo y Evaluación de Acciones de Adaptación Potencial por Vulnerabilidad*

#### *5.1 Criterios de evaluación y su puntuación*

Esta sección define y explica el análisis a ser realizado para cada acción de adaptación que se presenta en la próxima sección utilizando tres criterios de evaluación: efectividad, viabilidad y costo.

- La *efectividad* se define como la capacidad de la acción de adaptación para reducir el riesgo general de la vulnerabilidad.
- La *viabilidad* analiza o mide si la acción de adaptación propuesta podría ser implantada, tanto a nivel técnico como organizacional.
- El *costo* es el desembolso monetario que una acción particular requeriría.

Sobre la base de estos criterios de evaluación anteriormente explicados, se asignó una puntuación de *buena*, *razonable* o *pobre* a cada criterio de evaluación para cada una de las acciones de adaptación de manera individual. Estas puntuaciones están basadas en el entendimiento del contexto comunitario que se obtuvo a través de grupos focales, entrevistas y visitas al Municipio de Salinas; y mediante evaluación profesional. La tabla 5.1 muestra la matriz de puntuación de los criterios de evaluación que fueron utilizados para analizar cada acción de adaptación.

**Tabla 5.1. Criterios de evaluación para las acciones de resiliencia o adaptación**

Criterio de evaluación	Puntuación: Descripción		
	Bueno	Razonable	Pobre
<b>Efectividad</b>	La acción reduciría completa o casi completamente el riesgo de vulnerabilidad.	La acción reduciría significativamente parte o la totalidad del riesgo de vulnerabilidad.	La acción no reduciría significativamente el riesgo de vulnerabilidad.
<b>Viabilidad</b>	La acción podría realizarse a nivel técnico y organizacional.	La acción podría realizarse a nivel técnico y organizacional, o solo se podría implantar una parte de la acción.	La acción no se puede implantar a nivel técnico ni organizacional.
<b>Costo</b>	La acción tendría bajos costos monetarios en relación con otros tipos de proyectos evaluados. Esta puntuación se aplica principalmente a los proyectos que para ser implantados necesitan de trabajo de oficina, a menudo con poco o ningún componente de infraestructura.	La acción tendría costos monetarios moderados en relación con otros tipos de proyectos evaluados. Las acciones que recibieron esta puntuación incluyen, a menudo, un modesto componente de infraestructura.	La acción tendría altos costos monetarios en relación con otros tipos de proyectos evaluados. Las acciones que reciben esta puntuación incluyen, a menudo, grandes componentes de infraestructura.

### 5.2 Métodos recomendados y su puntuación

Se utilizaron las puntuaciones de los criterios de evaluación (Tabla 5.1) para hacer una de las siguientes tres recomendaciones para cada acción de resiliencia o adaptación:

- **“Hacer ahora”** (*Do now*) - identificada con color verde - aplica a las acciones de adaptación que son acciones de ninguno o de “bajo-remordimiento” que el Municipio de Salinas podría razonablemente realizar, incluso si el cambio climático no fue considerado.
- **“Continuar evaluando”** - identificada con color amarillo - se aplica a las acciones de adaptación que necesitan información adicional antes de clasificarlas como una acción o decidir no tomarlas en consideración.
- **“No tomar en consideración”** - identificada en color rojo - se aplica a acciones que son insostenibles o no se pueden implantar por una o más razones.

Al analizar las recomendaciones en esta sección del informe para cada acción, es importante considerar los siguientes puntos:

- Las recomendaciones se basan en el juicio u opinión de profesionales expertos en estos temas.

- Estos juicios u opiniones están basados, además, en información recopilada durante los grupos focales, entrevistas y visitas al Municipio de Salinas.
- Cada acción de adaptación se desarrolló de una manera consistente entre todas las vulnerabilidades; no solo en una vulnerabilidad. Por ejemplo, si una acción recibió una puntuación de “*hacer ahora*”, esa puntuación permanecerá igual si se compara con acciones que abordan otras vulnerabilidades.
- En esta etapa no se asignó ninguna prioridad entre los criterios o acciones recomendadas. Esta prioridad debe ser decidida por la persona que lleve a cabo la evaluación para la implantación de estas medidas. Esta persona podría asignar a cada acción de resiliencia un enfoque o prioridad diferente al recomendado por nuestro equipo de trabajo. Por ejemplo, una persona que tenga una perspectiva de recursos limitados podría enfatizar en el costo, mientras que una persona con una perspectiva más técnica podría priorizar la viabilidad o la efectividad.
- Varias de las acciones de adaptación incluyen la realización de investigaciones preliminares sobre infraestructura o una acción de restauración. Por razones de consistencia, se consideró la efectividad de todas estas actividades de investigación como “**buenas**”. Aunque las acciones que de fortalecimiento de la capacidad de ejecución institucional, como es el caso de los proyectos de investigación, no tienen un efecto directo en la reducción de la vulnerabilidad, a menudo son los primeros pasos críticos antes de tomar acciones más concretas dirigidos a reducir la vulnerabilidad.

En resumen, se determinaron estas puntuaciones como una forma de presentar una posible priorización de las acciones de adaptación y recomendar un proceso y enfoque potencial para investigar, seleccionar e implantar acciones de adaptación en el Municipio de Salinas.

## VI. ACCIONES DE ADAPTACIÓN

Esta sección presenta un resumen de todas las acciones de adaptación que fueron identificadas y evaluadas para cada vulnerabilidad y evalúa y discute cada acción de adaptación de manera individual.

**Es importante que el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), los líderes del Municipio de Salinas y otras personas claves realicen sus propias evaluaciones acerca de las recomendaciones presentadas en esta sección antes de tomar decisiones de adaptación o inversión basadas en estas puntuaciones. Las acciones que se lleven a cabo deben estar basadas en investigaciones adicionales y análisis de viabilidad específicos para cada proyecto.**

Por ejemplo, varias acciones de adaptación en este plan requieren que profesionales expertos en diversos temas de carácter local (líderes del municipio, urbanistas, ingenieros, científicos, y otros expertos técnicos) usen su conocimiento (enmarcado en el contexto local) y/o los resultados del análisis de Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés) para identificar áreas, infraestructura o servicios que son especialmente vulnerables a los impactos climáticos aquí señalados. Estos expertos podrían evaluar y decidir cuáles son los lugares más críticos, y cuáles son las acciones que serían más apropiadas y efectivas en un lugar en específico. Por ejemplo, aunque muchos edificios, carreteras, servicios y casas están localizadas en áreas que se proyectan a ser afectadas por el aumento en nivel del mar, la condición estructural actual de cada elemento de infraestructura es de suma importancia para determinar su vulnerabilidad. En este caso y en muchos otros, no se pueden determinar todos los aspectos de vulnerabilidad solo con mapas de GIS, sino que es necesario que profesionales expertos evalúen y prioricen necesidades específicas de adaptación antes de tomar una decisión final acerca de la manera más efectiva de implantar las acciones aquí recomendadas.

**Vulnerabilidad: Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.1. Acciones de adaptación potenciales para abordar la degradación de los ecosistemas costeros**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies clave	Alto	a) Aumentar el cumplimiento de los códigos existentes de uso de la tierra y las regulaciones de zonificación en la zona costera.	Razonable	Bueno	Bueno	Hacer ahora
		b) Evaluar las directrices existentes para el uso público de la reserva marina y la capacidad actual para hacer cumplir las reglas y prevenir y responder a las violaciones.	Razonable	Bueno	Bueno	Hacer ahora
		c) Implantar regulaciones más estrictas sobre uso público y recreación en el estuario y otras áreas de la reserva marina y aumentar la capacidad para hacer cumplir nuevas reglas	Razonable	Bueno	Bueno	Hacer ahora
		d) Asociarse con científicos en PR para llevar a cabo la evaluación científica de áreas críticas e identificar y priorizar las necesidades de conservación y restauración en las zonas costeras de Salinas.	Bueno	Bueno	Razonable	Hacer ahora
		e) Sobre la base de los resultados de la <i>Acción d</i> , aplicar la restauración de las áreas críticas identificadas mediante la evaluación costera.	Bueno	Razonable	Razonable	Continuar evaluando

**Acción de Adaptación (a): Aumentar el cumplimiento de los códigos de uso de la tierra existentes y los reglamentos de zonificación en la zona costera.**

El desarrollo ilegal a lo largo de la costa se observó en varios puntos costeros del Municipio de Salinas. Este en algunos casos involucra el corte de manglares que protegen la costa y que su corte intensifica los efectos de los impactos climáticos en los ecosistemas costeros. El desarrollo a lo largo de la costa, especialmente el que promueve la remoción de manglares y vegetación costera, conduce a la erosión de las playas y a la sedimentación del hábitat costero y estuarino. La perforación de pozos ilegales en estos lugares también contribuye al uso extremo de los acuíferos y a la reducción del suministro de agua dulce a los estuarios. La construcción y desarrollo ilegal en las costas y los pozos ilegales fueron repetidamente mencionados en los grupos focales y en las entrevistas como asuntos que causan preocupación.

El aumento de la aplicación de los códigos de uso de la tierra existentes y las regulaciones de zonificación en las zonas costeras podría impedir el desarrollo ilegal adicional y sus impactos posteriores. Además, ayudaría a limitar el número de desarrollos que experimentan impactos climáticos futuros y daños potenciales.

Esta acción recibió una puntuación de efectividad "**razonable**" porque podría reducir las vulnerabilidades al prevenir la destrucción de los ecosistemas costeros que atenúan la energía de las olas y protegen contra oleajes de tormenta. Sin embargo, esto se aplicaría a un número relativamente pequeño de actividades de desarrollo costero a lo largo de una longitud total relativamente pequeña de la costa. La acción recibió una puntuación de "**buena**" en viabilidad porque el DRNA ya ha desarrollado reglas y regulaciones para el desarrollo costero. También recibió una puntuación de "**buena**" en costo porque la aplicación de las reglas existentes implica un costo relativamente bajo que se traduce en tiempo adicional del personal o mayor personal para monitorear de manera más regular las actividades que se llevan a cabo en la costa. También implica mayor tiempo administrativo para procesar las violaciones. Debido a la facilidad general de implementación, bajo costo y potencial para mejorar la conservación costera, se recomienda esta acción como una de "**hacer ahora**".

**Acción de Adaptación (b): Evaluar las directrices existentes para el uso público de la reserva marina y la capacidad actual para hacer cumplir las reglas y prevenir y responder a las violaciones.**

Los participantes de los grupos focales describieron el uso recreativo ilegal o excesivo de la reserva marina. Esto puede implicar el anclaje de embarcaciones a lo largo de la costa en el estuario y el uso del estuario y la bahía por un gran número de personas en el mismo momento. El personal de JBNERR también ha observado el uso ilegal de los cayos que rodean la bahía y han hallado basura en la reserva. Estos tipos de actividades ilegales en ecosistemas sensibles pueden contribuir a una mayor erosión de la costa y las islas que actualmente ayudan a proteger la bahía de las tormentas, de daños a la vegetación costera y estuarina, y de la alteración del comportamiento de las especies.

Esta acción implicaría una evaluación formal de las reglas de JBNERR y DRNA para el uso público y la capacidad actual para hacer cumplir las reglas existentes. Este proceso de evaluación podría ayudar a los administradores a evaluar sistemáticamente las reglas actuales y la conciencia pública sobre las reglas, e identificar tendencias en las violaciones actuales. El personal de JBNERR señaló la necesidad de una mayor coordinación entre los grupos locales y agencias en el manejo de impactos en la reserva,

incluyendo la Junta de Calidad Ambiental, el Municipio de Salinas, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU y el DRNA. Este grupo también podría incluir grupos locales de conservación de base comunitaria. Además de JBNERR y NOAA, estos grupos podrían participar en la evaluación de las capacidades de gestión existentes para reducir las actividades actuales que aumentan la vulnerabilidad de la reserva a los impactos climáticos.

Esta acción recibió una puntuación de efectividad "**razonable**" porque no reduce directamente los impactos climáticos, pero podría reducir la degradación de los ecosistemas que aumenta la vulnerabilidad a los impactos climáticos. Tiene una puntuación de viabilidad "**buena**" porque se basa principalmente en la coordinación de un grupo de trabajo de agencias que ya existen y recibió una puntuación de costos "**buena**" porque los costos primarios de organizar el personal existente para llevar a cabo una evaluación implican solamente tiempo de trabajo adicional del personal. Debido a la facilidad general de implementación, bajo costo y potencial para mejorar la conservación costera, se recomienda esta acción como una de "**Hacer ahora**".

**Acción de Adaptación (c): Aplicar reglamentos más estrictos sobre uso público y recreación en el estuario y otras áreas de la reserva marina y aumentar la capacidad para aplicar nuevas normas**

La *Acción c* sigue la misma línea de las conclusiones y recomendaciones del proceso de evaluación en la *Acción b*. Las agencias y grupos locales mencionados anteriormente podrían determinar acciones de manejo que podrían reducir las contribuciones de actividades humanas a las vulnerabilidades del ecosistema costero frente a los impactos climáticos y determinar qué agencias están mejor capacitadas para aumentar el cumplimiento de las normas y prevenir las violaciones. Si el proceso de evaluación en la *Acción b* determina que las normas existentes son suficientes y que solo requieren una aplicación más activa y coherente, no se necesitarán nuevas regulaciones y las agencias actuarán simplemente sobre las actividades de aplicación de la *Acción c*.

Al igual que las *Acciones a y b*, la *Acción c* tiene una puntuación de efectividad "**razonable**" porque aborda la vulnerabilidad a los impactos climáticos indirectamente, reduciendo la degradación del ecosistema que contribuye a la vulnerabilidad. También tiene una viabilidad "**buena**" y un costo "**bueno**" porque depende de las acciones de fortalecimiento o desarrollo de la capacidad de ejecución institucional de las agencias locales existentes. La *Acción c* es una acción para "**hacer ahora**".

**Acción de Adaptación (d): Asociarse con científicos de Puerto Rico para realizar evaluaciones científicas de áreas críticas e identificar y priorizar las necesidades de conservación y restauración en las zonas costeras del Municipio de Salinas.**

Esta acción involucra investigación para el desarrollo de capacidad que ayudaría a los administradores de ecosistemas a identificar las áreas de conservación más críticas y priorizar las actividades potenciales de conservación y restauración. Este tipo de actividad de investigación puede ayudar a aumentar la efectividad y la rentabilidad de las acciones de restauración. El trabajo podría implicar la asociación entre JBNERR y NOAA, investigadores académicos locales y consultores en restauración.

Como se señaló anteriormente, las acciones de fortalecimiento o desarrollo de la capacidad de ejecución institucional recibieron una puntuación de "**buena**" en efectividad en este análisis. Aunque el fortalecimiento de estas capacidades para el manejo institucional de los efectos del cambio climático no reduce directamente la vulnerabilidad, a menudo es un requisito previo para adoptar medidas más concretas de reducción de la vulnerabilidad y para garantizar que esas medidas se apliquen eficazmente y se reduzcan las consecuencias no intencionales. Esta acción también recibió una puntuación de "**buena**" en viabilidad porque hay muchos profesionales expertos locales que entienden estos ecosistemas costeros y los enfoques técnicos para estudiar y priorizar las necesidades de restauración. Se le asignó una puntuación de costo "**razonable**" porque los estudios ecológicos dependerían probablemente de fuentes externas de financiamiento. Además, debido a que muchos de estos profesionales ya están familiarizados con áreas críticas en los ecosistemas costeros del Municipio de Salinas, podrían dirigir más eficazmente la investigación para limitar los costos. Se recomienda esta acción como una de "**Hacer ahora**" para sentar las bases para futuras acciones de restauración.

**Acción de Adaptación (e): En base en los hallazgos de la Acción d, implantar la restauración de áreas críticas identificadas a través de la evaluación costera.**

La *Acción e* llevaría a cabo las recomendaciones de actividades de investigación que se determinen en la *Acción d* para la restauración en áreas críticas y reducir directamente la vulnerabilidad a los impactos climáticos aumentando la resiliencia natural de los ecosistemas costeros. Esta acción recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad debido a los beneficios probados de la restauración costera para reducir directamente los efectos de los impactos climáticos. Recibió una puntuación de viabilidad "**razonable**" porque, aunque hay expertos locales que podrían administrar y llevar a cabo este trabajo, la restauración requiere coordinación, planificación y esfuerzos para asegurar el financiamiento. Esta

acción recibió una puntuación de "razonable" en costo porque los esfuerzos de restauración son muy intensivos en el uso de mano de obra y pueden ser costosos. Sin embargo, los participantes en los grupos focales sugieren el uso de trabajadores estudiantiles y voluntarios para reducir los costos de la restauración costera y la restauración continental (a discutirse en la *Acción g*); un enfoque en que muchas organizaciones no gubernamentales confían y que han realizado para implantar actividades de conservación y restauración. Se recomienda que los responsables de la toma de decisiones "continúen evaluando" esta acción basándose en los resultados de la investigación inicial.

**Vulnerabilidad: Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.2. Acciones de adaptación posibles para abordar la disponibilidad limitada de agua para la gestión de la conservación**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Limitaciones de la disponibilidad para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema	Alto	f) Aprovechando la <i>Acción d</i> , comisionar estudios para estimar el potencial de restauración del ecosistema costero para aumentar el almacenamiento y disponibilidad de agua.	Bueno	Bueno	Razonable	Hacer ahora
		g) Identificar y restaurar las zonas interiores donde la hidrología alterada afecta el suministro de agua a los ecosistemas interiores y costeros, y evaluar la viabilidad de la restauración para restablecer el tiempo y la cantidad de suministro de agua en el Municipio.	Bueno	Razonable	Razonable	Continuar evaluando

**Acción de adaptación (f): Comisionar estudios para estimar el potencial de restauración del ecosistema costero para aumentar el almacenamiento y la disponibilidad de agua.**

Esta acción de fortalecimiento y desarrollo de la capacidad de ejecución institucional podría ocurrir simultáneamente con las actividades de investigación establecidas en la *Acción d*. En colaboración con expertos locales, los administradores de ecosistemas costeros podrían identificar áreas costeras específicas donde las actividades de restauración sean más propensas a restaurar la hidrología natural de la zona de manera que incremente el almacenamiento temporal de agua en ecosistemas costeros, recargue los acuíferos y mejore el suministro de agua dulce y nutrientes a los hábitats costeros. Esta actividad probablemente involucraría el modelaje hidrológico e investigaciones de campo.

Debido a que se trata de una actividad de investigación que fortalece y desarrolla la capacidad de ejecución institucional y que ayudaría a los administradores de los ecosistemas costeros a dirigir las actividades de restauración de manera más efectiva y rentable, recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad. También recibió una puntuación de "**buena**" en viabilidad porque los profesionales expertos locales podrían llevar a cabo esta investigación en alineación con otras actividades de investigación de restauración. Se le asignó una puntuación de "**razonable**" en costo porque esta investigación probablemente dependerá de financiamiento externo y el desarrollo de nuevos modelos puede ser relativamente costoso. Se recomienda que esta acción sea una de "**hacer ahora**" en coordinación con la *Acción d*.

**Acción de Adaptación (g): Identificar las zonas interiores en las que la hidrología alterada afecta el suministro de agua a los ecosistemas interiores y costeros e implantar actividades de restauración en el interior para restablecer el tiempo y la cantidad de suministro de agua del Municipio.**

Al igual que con la *Acción e*, esta acción implantaría las actividades de restauración que podrían restablecer el tiempo y la cantidad de suministro de agua a las áreas costeras. La restauración de los arroyos y canales de riego, y la construcción de charcas de retención que restauran el tiempo de suministro de agua, puede reducir las inundaciones y proteger la infraestructura física, aumentar la retención de agua durante los periodos secos, disminuir la escorrentía y ayudar a recargar los acuíferos y mejorar la calidad del agua al reducir la escorrentía.

Las actividades de restauración recibieron una puntuación "**buena**" en efectividad debido a sus beneficios para reducir la vulnerabilidad a los impactos climáticos. Esta acción tiene una puntuación de viabilidad "**razonable**" debido a la coordinación, planificación y adquisición de fondos. También tiene una puntuación de costos "**razonable**" porque, aunque las actividades de restauración pueden ser bastante caras cuando se implantan, los administradores de proyectos de restauración pueden compensar algunos costos empleando labor voluntaria de la ciudadanía y de estudiantes para hacer trabajos de restauración. Esto fue sugerido por los participantes del grupo focal. Se recomienda un enfoque de "**seguir evaluando**" para diseñar y planificar actividades de restauración en coordinación con las actividades de investigación bajo las *Acciones d y f*.

**Vulnerabilidad: Limitaciones de la capacidad de las autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.3. Posibles medidas de adaptación para abordar las limitaciones de la capacidad del Municipio y del Estado para mantener las operaciones y los servicios de agua**

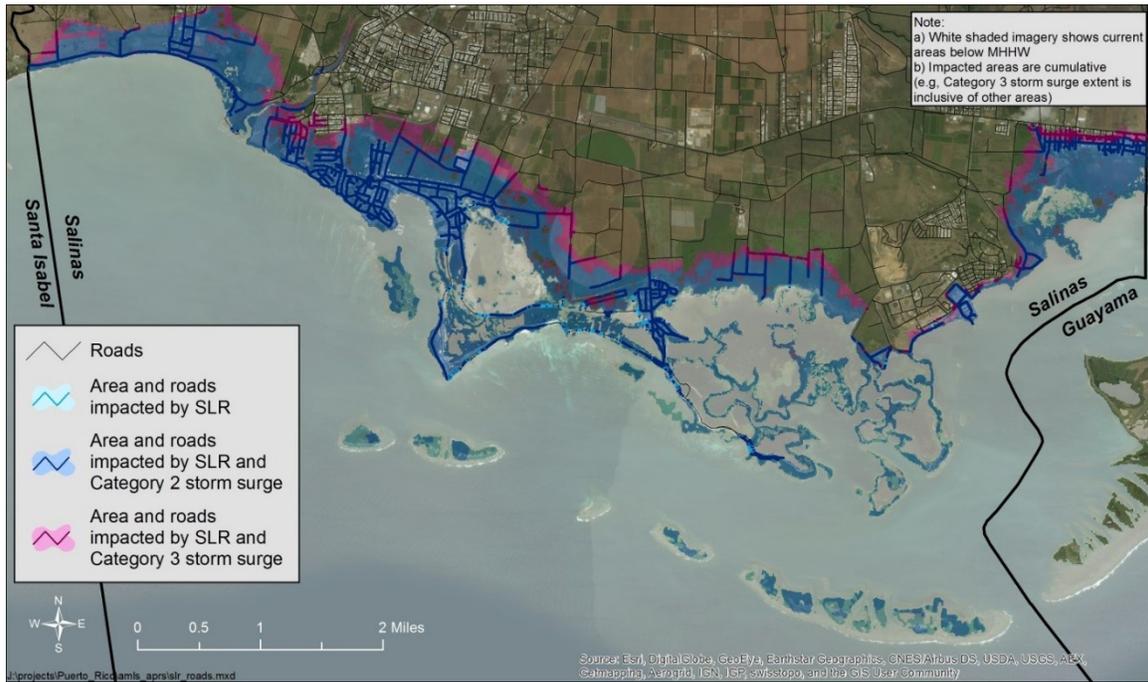
Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Limitaciones en la capacidad de las autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables	Alto	h) Basándose en el análisis SIG de marejadas ciclónicas proyectadas, identificar la infraestructura vulnerable de suministro de agua en las áreas afectadas y reemplazarla con infraestructura de suministro de agua a prueba del clima.	Bueno	Pobre	Pobre	Continuar evaluando
		i) Construir una infraestructura temporal de almacenamiento de agua (por ejemplo, tanques de recogida de agua de lluvia y / o tanques de almacenamiento de agua más grandes) en lugares técnicamente apropiados en el Municipio.	Bueno	Razonable	Razonable	Continuar evaluando

**Acción de adaptación (h): Basado en el análisis de SIG (GIS) de las marejadas ciclónicas proyectadas, identificar la infraestructura de suministro de agua vulnerable en las áreas afectadas y reemplazar con infraestructura de suministro de agua a prueba del clima.**

Esta acción aplica los resultados del análisis GIS (ver Apéndice 3) para identificar la infraestructura municipal de suministro de agua que es vulnerable a la inundación debido al aumento del nivel del mar y/o al daño causado por las marejadas ciclónicas. Los responsables municipales podrían entonces reemplazar la infraestructura vulnerable con soluciones de infraestructura más resistentes al clima.

Por ejemplo, si se comparan los mapas que se presentan a continuación, se pueden observar los impactos del aumento del nivel del mar y de la marejada ciclónica en los barrios del Municipio de Salinas. La infraestructura en las áreas pintadas de color azul y rosado podrían ser vulnerables a estos impactos. Esta área incluye los barrios de Playa de Salinas, Playita, Las Mareas, y Aguirre. Los líderes de Salinas, con apoyo de profesionales técnicos, pueden usar los resultados de este análisis y su conocimiento de la condición en que se encuentra la infraestructura de estas áreas, para identificar y priorizar la infraestructura crítica que tiene menos capacidad de aguantar los impactos del aumento del nivel del mar y de la marejada ciclónica.

Mapa 1. Áreas de inundación y carreteras potencialmente amenazadas del aumento del nivel del mar y marejada ciclónica



Mapa 2. Mapa de los barrios del Municipio de Salinas



Las mejoras en las infraestructuras que reducen la vulnerabilidad a los impactos climáticos pueden ser altamente eficaces si cumplen con los estándares de diseño e ingeniería apropiados. Se le asignó a esta acción una puntuación **"buena"** en efectividad porque podría reducir directamente la vulnerabilidad de la infraestructura a los impactos climáticos. Tiene una puntuación **"pobre"** en viabilidad debido a la dificultad técnica derivada de la sustitución de los sistemas de infraestructura de suministro de agua a gran escala, especialmente la infraestructura bajo tierra, y las interrupciones que crea en las zonas de trabajo. También tiene una puntuación **"pobre"** en costos porque la eliminación de la infraestructura y la realización de mejoras importantes y permanentes pueden ser muy costosas. A pesar de los desafíos de viabilidad y los altos costos, se recomienda que los administradores del municipio **"continúen evaluando"** esta acción, dada su importancia para el manejo de esta vulnerabilidad. El explorar la infraestructura a una escala específica y de menor envergadura - por ejemplo, mejorar las secciones vulnerables de una o dos grandes líneas de suministro de agua que proporcionan agua a los servicios críticos del Municipio - podría ser un enfoque más factible para implantar esta acción.

**Acción de Adaptación (i): Construir una infraestructura temporal de almacenamiento de agua (por ejemplo, tanques de recogida de agua de lluvia y / o tanques de almacenamiento de agua más grandes) en lugares técnicamente apropiados en el Municipio.**

Al igual que la *Acción b*, la *Acción i* implica soluciones de infraestructura para el manejo de los recursos hídricos. Esta acción propone la construcción de una infraestructura temporal de almacenamiento de agua para aumentar la oferta disponible durante la sequía. Esto podría incluir tanques de recolección de agua de lluvia a nivel del hogar o del vecindario, o tanques de almacenamiento de agua más grandes para servir a múltiples usuarios de agua municipales, residenciales y comerciales.

Las acciones temporales de infraestructura de almacenamiento de agua recibieron una puntuación **"buena"** en efectividad porque podían reducir de manera efectiva la vulnerabilidad a la sequía. A esta acción se le asignó una puntuación **"razonable"** en viabilidad debido a las consideraciones técnicas y de ingeniería para situar los tanques adecuadamente y construir la infraestructura de almacenamiento de agua. Esta acción tiene una puntuación de costo **"razonable"** que considera los costos de materiales, construcción y mantenimiento de las soluciones de infraestructura. Se recomienda que los responsables de la toma de decisiones del municipio **"continúen evaluando"** las opciones temporales de infraestructura de almacenamiento de agua y consideren un proyecto piloto para determinar la viabilidad de construir el almacenamiento de agua a una escala mayor.

**Vulnerabilidad: Impactos en las vías de acceso de transporte críticos, especialmente Carreteras #1 y #3**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

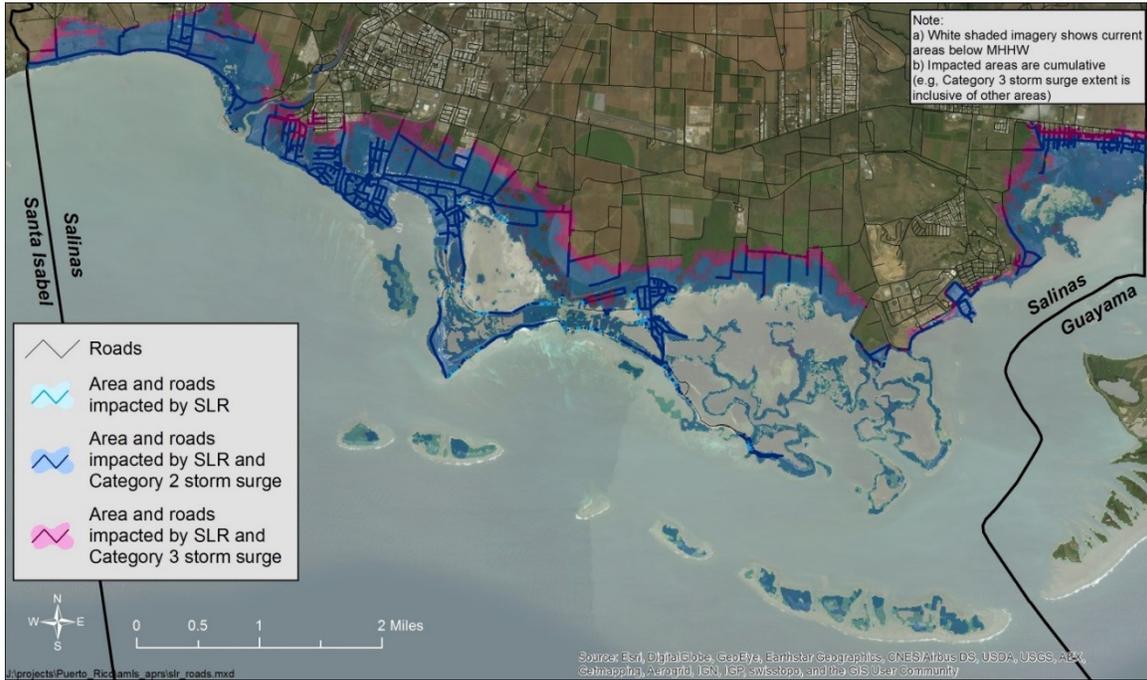
**Tabla 6.4. Acciones potenciales de adaptación para abordar impactos en corredores de transporte críticos**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Impactos en vías de acceso críticas, especialmente las Carreteras #1 y #3	Alto	j) Utilizar los resultados del análisis SIG del aumento proyectado del nivel del mar y la marejada ciclónica para identificar lugares para la instalación de infraestructura verde y/o gris que aumentarían la protección de la infraestructura de transporte crítica y analizarían la rentabilidad y los co-beneficios de estos tipos de infraestructura.	Bueno	Bueno	Razonable	Hacer ahora
		k) Trabajar con ingenieros y funcionarios de transporte locales para identificar e implantar los proyectos de infraestructura verde y/o gris más rentables para reducir los impactos climáticos a la infraestructura de transporte crítica.	Bueno	Razonable	Pobre	Continuar evaluando

**Adaptación Acción (j):** Utilizar los resultados de análisis de SIG del aumento en el nivel del mar proyectado y marejadas ciclónicas para identificar lugares para colocación de infraestructura verde y/o gris que aumentaría la protección de la infraestructura crítica de transporte, y analizar la rentabilidad y los beneficios colaterales de esta infraestructura.

Este tipo de infraestructura fue mencionada en los grupos focales como una alternativa a ser evaluada con más detenimiento. Como se discutió en la *Acción b*, se pueden comparar los resultados del análisis de SIG con el mapa de los barrios del Municipio de Salinas para identificar las vías de acceso de transporte más vulnerables a los impactos climáticos. Profesionales técnicos con un mejor conocimiento de la condición de las carreteras, puentes, alcantarillado, etc., pueden priorizar la infraestructura en áreas tales como Playa de Salinas, Playita, Las Mareas y Aguirre que tienen menos capacidad de tolerar los impactos del aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica.

Mapa 3. Áreas de inundación y carreteras potencialmente amenazadas del aumento del nivel del mar y oleada de tormenta



Mapa 4 Mapa de los barrios de Salinas



La *Acción j* es un proyecto de fortalecimiento y desarrollo de la capacidad de ejecución institucional para ayudar a los responsables de la toma de decisiones a identificar las acciones más efectivas y rentables para proyectos de infraestructura que podrían ayudar a proteger las vías de acceso críticas. Esta acción implicaría identificar y evaluar los múltiples enfoques de infraestructura verde tales como restauración de los manglares de protección y humedales entre el mar y la carretera, la restauración de arroyos navegables y canales para reducir los daños por inundaciones a las carreteras, entre otros. Esta acción implicaría también identificar y evaluar los múltiples enfoques de infraestructura gris, o infraestructura física, tales como el fortalecimiento y/o elevación de caminos o construcción de barreras de protección a lo largo de las secciones más vulnerables de las carreteras.

Debido a que es una acción de fortalecimiento y desarrollo de la capacidad de ejecución institucional, la *Acción j* recibió una puntuación de "buena" en efectividad. La realización de esta investigación también recibió una "buena" puntuación en viabilidad, ya que los expertos y consultores locales podrían llevar a cabo esta investigación y aprovechar la experiencia de otras comunidades costeras en la implantación de la infraestructura verde y gris para reducir la vulnerabilidad a los impactos climáticos de manera rentable y con la consideración de los beneficios colaterales. Esta acción recibió una puntuación de "razonable" en costo debido al tiempo y los costos asociados con el inicio de una nueva iniciativa de investigación. Esta acción recibió una recomendación de "hacer ahora" porque los corredores de transporte importantes ya están experimentando los impactos de inundaciones terrestres y marinas, y se entiende que es importante que los responsables de las decisiones comiencen a idear alternativas potenciales para mitigar estos impactos antes de que ocurra un daño mayor.

**Acción de adaptación (k): Trabajar con ingenieros y funcionarios de transporte locales para identificar e implantar los proyectos de infraestructura verde y/o gris más rentables para reducir los impactos del clima en la infraestructura de transporte crítica.**

La *Acción k* pondrá en práctica las soluciones de infraestructura verde y/o gris identificadas en los estudios de Acción. Ejemplos de infraestructura verde son charcas de retención o humedales construidos, los cuales protegen infraestructura de transporte capturando o reteniendo agua, y reduciendo los riesgos de inundación. Infraestructura gris, por su parte, puede ser el establecimiento de muros de contención o barreras de hormigón, los cuales, aunque, no reducen inundaciones en las áreas que rodean la infraestructura de transporte, pueden prevenir o reducir el daño a dicha infraestructura. Esta acción recibió una puntuación de "buena" en efectividad porque las soluciones de infraestructura pueden reducir efectivamente la vulnerabilidad de los corredores de transporte

críticos. Recibió una puntuación "razonable" en viabilidad porque ciertas soluciones de infraestructura, especialmente proyectos de infraestructura verde como la restauración, se pueden implantar con estrategias de baja tecnología. Esta acción recibió una puntuación de "pobre" en costo porque la longitud de las secciones vulnerables de las carreteras requeriría acciones de infraestructura a una escala muy grande, y este nivel de intervención puede ser muy costosa. Se recomienda que los administradores de las entidades municipales y estatales "continúen evaluando" estas opciones de infraestructura y ver qué opciones más costo-efectivas se podrían implantar para reducir daños futuros a las carreteras en sitios específicos de alta vulnerabilidad, aportando múltiples beneficios de resiliencia.

**Vulnerabilidad: Limitaciones en la capacidad de entidades municipales y estatales o de servicios externos para acceder al Municipio de Salinas y brindar servicios regulares y de emergencia debido a daños a la infraestructura de transporte**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.5. Posibles medidas de adaptación para abordar las limitaciones de acceso debido a daños en la infraestructura de transporte**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Limitaciones en la capacidad de las entidades municipales, estatales y servicios externos para acceder al Municipio de Salinas y brindar servicios regulares y de emergencia por daños a la infraestructura de transporte	Alto	1) Establecer un grupo de trabajo de respuesta de emergencia de funcionarios gubernamentales de múltiples municipios costeros y a nivel estatal para evaluar y revisar los protocolos y estrategias de respuesta de emergencia basados en los impactos climáticos proyectados y las posibles limitaciones en el acceso de la comunidad.	Bueno	Bueno	Bueno	Hacer ahora

**Acción de Adaptación (1):** Establecer un grupo de trabajo de respuesta de emergencia de funcionarios gubernamentales de múltiples municipios costeros y a nivel estatal para evaluar y revisar los protocolos y estrategias de respuesta de emergencia basada en los impactos climáticos proyectados y las limitaciones potenciales al acceso del municipio y sus comunidades.

La *Acción 1* propone la formación de un grupo de trabajo para evaluar y revisar las acciones de respuesta de emergencia necesarias para integrar mejor las proyecciones de los impactos climáticos y las limitaciones potenciales del acceso al Municipio de Salinas. Aunque ya existen protocolos de respuesta

de emergencia para casos de desastres naturales, esta iniciativa evaluaría los protocolos existentes basados en los resultados del análisis de SIG y los cambios proyectados en el número y ubicación de personas y lugares que podrían verse afectados por inundaciones y marejadas ciclónicas. También reevaluaría las rutas de acceso y salidas de emergencia, teniendo en cuenta las carreteras que podrían verse afectadas por el aumento del nivel del mar combinado con las marejadas ciclónicas.

Esta acción de fortalecimiento o desarrollo de la capacidad de ejecución institucional tiene el potencial de aumentar la preparación para emergencias y ayudar a los socorristas o personas que atienden emergencias y a los líderes del municipio a anticipar los problemas y a idear respuestas alternativas. Los impactos climáticos, como el aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónicas, podrían limitar la eficacia de los protocolos anteriores y podrían afectar las rutas de acceso de emergencia existentes si se ven afectadas diferentes áreas y/o vías. Esta acción recibió una calificación de "buena" en efectividad por su potencial para mejorar la preparación para emergencias. También recibió una calificación de "buena" tanto en viabilidad como en costos porque ya existen sistemas y grupos de respuesta a emergencias tales como la división de Manejo de Emergencias municipal que podrían llevar a cabo este trabajo de evaluación. Se trata de una acción de "hacer ahora".

### **Vulnerabilidad: Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.6. Posibles medidas de adaptación para abordar las dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible	Mediano a alto	m) Utilizar los resultados del análisis SIG de la subida proyectada del nivel del mar y marejada ciclónica para evaluar los códigos de desarrollo existentes en las zonas costeras, diseñar códigos alternativos que tengan en cuenta los impactos climáticos proyectados e identificar lugares alternativos para el desarrollo futuro.	Bueno	Bueno	Bueno	Hacer ahora
		n) Sobre la base de los resultados del análisis SIG de la subida del nivel del mar y de marejada ciclónica proyectada, reubicar a los residentes más vulnerables y la infraestructura municipal.	Bueno	Pobre	Pobre	Continuar evaluando

**Acción de Adaptación (m):** Utilizar los resultados del análisis de SIG para proyectar el aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónicas para evaluar los códigos de desarrollo existentes en las zonas costeras, elaborar códigos alternativos que tengan en cuenta los impactos climáticos proyectados e identificación de lugares alternativos para el desarrollo futuro.

La *Acción m* es otra actividad de fortalecimiento de la capacidad de ejecución institucional que complementa las actividades de la *Acción a*. Mientras que la *Acción a* se centra en mejorar el cumplimiento de los códigos de uso de la tierra existentes en las zonas costeras para prevenir daños adicionales por el desarrollo ilegal, la *Acción m* explora nuevos códigos que expliquen mejor los impactos climáticos proyectados e identifican lugares alternativos para nuevos desarrollos.

Esta acción tiene una puntuación "**buena**" en efectividad debido a su potencial para prevenir daños adicionales a las zonas costeras y para proteger el desarrollo futuro de posibles impactos del aumento en el nivel del mar y marejadas ciclónicas. También recibió una calificación de "**buena**" en viabilidad y costos porque los expertos locales en planificación pueden llevar a cabo este trabajo de evaluación. Se trata de una acción de "**hacer ahora**".

**Acción de Adaptación (n):** Sobre la base de los resultados del análisis de *SIG* de la elevación del nivel del mar y la marejada ciclónica proyectada, reubicar a los residentes más vulnerables y la infraestructura municipal.

Los resultados del análisis de SIG indican que los residentes y la infraestructura municipal en los barrios de Playa de Salinas, Playita, Las Mareas, y Aguirre son más vulnerables a los impactos del aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónica. Expertos técnicos y profesionales del Municipio de Salinas que tienen un mayor conocimiento de las condiciones de los residentes y de la infraestructura específica pueden priorizar las comunidades e infraestructura más vulnerable.

Aunque la reubicación de los residentes más vulnerables y la infraestructura crítica puede reducir la vulnerabilidad a los impactos climáticos, esta acción recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad, ya que hay muchas sensibilidades culturales asociadas con la reubicación y retos técnicos significativos asociados con la reubicación de la infraestructura. Por lo tanto, esta acción recibió una puntuación "**pobre**" en viabilidad y costos, ya que la reubicación también es muy costosa. Además de los costos directos asociados con la reubicación de residentes e infraestructura, los líderes que participaron del primer grupo focal señalaron los altos costos asociados con la expansión del desarrollo

en un área más grande en los límites del municipio. Esto limita los servicios municipales que tendrían que expandirse para llegar a las áreas suburbanas. Por lo tanto, esta acción también recibió una calificación de "pobre". Se recomienda que los encargados de la toma de decisiones del Municipio e Salinas "continúen evaluando" esta opción para determinar si la reubicación de residentes o infraestructura crítica podría ocurrir a una menor escala de manera experimental.

**Vulnerabilidad: Limitaciones en la capacidad de autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.7. Acciones potenciales de adaptación para abordar las limitaciones en la capacidad de autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y servicios en áreas costeras**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Limitaciones en la capacidad de autoridades estatales y municipales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras	Mediano a alto	o) En coordinación con la <i>Acción j</i> , identifique otras infraestructuras municipales vulnerables de las que depende actualmente el Municipio para prestar servicios a las zonas costeras. Considerar el efecto combinado entre las inversiones en infraestructura que podrían proteger la infraestructura de transporte crítico y otros servicios e infraestructura municipales.	Bueno	Bueno	Bueno	Hacer ahora

**Acción de Adaptación (o):** En coordinación con la *Acción j*, identificar otras infraestructuras municipales vulnerables de las que depende actualmente el municipio para prestar servicios a las zonas costeras. Considerar el efecto combinado entre las inversiones en infraestructura que podrían proteger la infraestructura de transporte crítico y otros servicios e infraestructura municipales.

Esta acción de fortalecimiento de la capacidad de ejecución institucional podría realizarse en coordinación con la *Acción j*, acción que analiza opciones de infraestructura verde y gris para proteger los corredores de transporte críticos. Este análisis también podría encontrar asuntos en común entre las soluciones de infraestructura que protegen las carreteras y las soluciones de infraestructura que

protegen otras infraestructuras municipales críticas en áreas vulnerables. Este enfoque más holístico o integral podría ayudar a los responsables de la toma de decisiones a identificar proyectos de infraestructura verdes y grises que cumplan con múltiples objetivos de resiliencia y que proporcionen mejores beneficios.

Esta acción recibió una puntuación de **"buena"** en efectividad debido a su potencial para apoyar la toma de decisiones sobre las soluciones de infraestructura más eficaces. También recibió una puntuación de **"buena"** en viabilidad y costos porque agregaría solo un incremento en el nivel de trabajo de empleados ya contratados y a los costos ya estipulados por concepto de trabajo de evaluación llevado a cabo por empleados o profesionales bajo la *Acción j*. Se recomienda como una acción de **"hacer ahora"**.

**Vulnerabilidad: Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.8. Posibles medidas de adaptación para abordar los impactos sobre la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola	Mediano a alto	p) Establecer un grupo de trabajo de agricultores, científicos, representantes de negocios agrícolas o agropecuarios y personal municipal para: identificar áreas vulnerables de producción agrícola (basadas en el análisis SIG); Orientar las prácticas de manejo agrícola que podrían reducir los impactos a la producción en áreas vulnerables; y evaluar los mecanismos existentes y la capacidad de prestar apoyo a los agricultores afectados por los efectos del clima.	Bueno	Bueno	Bueno	Hacer Ahora
		q) Incentivar la adopción de prácticas agrícolas más resistentes y resilientes al clima por parte de los agricultores y brindar apoyo técnico para la implantación de estas prácticas.	Bueno	Razonable	Razonable	Continuar evaluando

**Acción de Adaptación (p):** Establecer un grupo de trabajo de agricultores, científicos, representantes de negocios agrícolas y agropecuarios y personal municipal para: identificar áreas vulnerables de producción agrícola (basadas en el análisis *SIG*); orientar sobre prácticas de manejo agrícola que podrían reducir los impactos a la producción en áreas vulnerables y

**evaluar los mecanismos existentes y la capacidad de prestar apoyo a los agricultores afectados por los efectos del clima.**

La *Acción p* podría ayudar al desarrollo de capacidad de ejecución institucional en el sector agrícola mediante la creación de un grupo de trabajo de expertos para identificar vulnerabilidades e identificar acciones de adaptación específicas para el lugar. El grupo de trabajo podría utilizar los resultados del análisis *SIG* para identificar las operaciones agrícolas que podrían ser vulnerables al aumento del nivel del mar y/o marejadas ciclónicas. El grupo también podría llevar a cabo evaluaciones sobre el terreno para orientar prácticas específicas de conservación y manejo de suelos y aguas que puedan aumentar la resiliencia climática de los cultivos y evaluar los mecanismos existentes y la capacidad de apoyar a los agricultores afectados por los impactos climáticos.

Debido a su potencial para el desarrollo de capacidad de ejecución institucional en el sector agrícola, la *Acción p* recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad. También recibió una puntuación "**buena**" tanto en viabilidad como en costos porque los agricultores locales y otros expertos del sector pueden liderar esta iniciativa. La *Acción p* es una acción de "**hacer ahora**".

***Acción de Adaptación (q): Incentivar la adopción de prácticas agrícolas más resilientes al clima y proporcionar apoyo técnico para la implantación de estas prácticas.***

La *Acción q* se basaría en la *Acción p* al proporcionar incentivos y apoyo técnico para implantar prácticas de manejo agrícolas resilientes al clima. Estas prácticas podrían incluir bandas protectoras, métodos de labranza que reduzcan la pérdida de suelo y que aumenten la infiltración de agua, cultivos de cobertura, entre otras prácticas. Esta acción recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad porque las prácticas de conservación de suelos y agua pueden ser altamente efectivas para reducir la vulnerabilidad a los impactos del clima reduciendo los daños por inundaciones y la pérdida de suelos, reteniendo la humedad durante períodos secos y aumentando la salud y productividad del suelo. La acción recibió una puntuación en viabilidad de "**razonable**" debido a que la focalización e implantación de prácticas de resiliencias al clima requieren de evaluaciones específicas del lugar. La implantación de estas prácticas a una escala que podría reducir la vulnerabilidad del sector agrícola a escala comunitaria requeriría de muchos expertos técnicos para trabajar sobre el terreno con los agricultores del Municipio de Salinas. La acción también recibió una puntuación de "**razonable**" en costo porque, a pesar de que muchas prácticas de conservación tienen costos directos relativamente bajos, proporcionar incentivos de conservación a escala comunitaria podría ser costoso. Se recomienda

que los encargados de la toma de decisiones "**continúen evaluando**" esta acción y exploren opciones para asociarse con programas existentes para aumentar la adopción de prácticas agrícolas resilientes al clima. Por ejemplo, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales, que administra los programas federales agrícolas, puede ser una buena opción de asociación.

**Vulnerabilidad: Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico**

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.9. Acciones potenciales de adaptación para abordar los impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico	Mediano a alto	r) En coordinación con las <i>Acciones d y e</i> , identificar los lugares turísticos más populares e integrar esta información en el análisis de priorización y costo-efectividad de las acciones de restauración.	Bueno	Bueno	Bueno	Hacer ahora
		s) Identificar los servicios turísticos más vulnerables e implantar mejoras en las infraestructuras resilientes al clima o reubicar los principales servicios turísticos en las áreas menos vulnerables del Municipio.	Bueno	Pobre	Pobre	Continuar evaluando

**Acción de Adaptación (r):** En coordinación con las *Acciones d y e*, identificar los lugares turísticos más populares e integrar esta información en el análisis de priorización y costo-efectividad de las acciones de restauración.

Esta acción podría apoyar el trabajo bajo las *Acciones d y e* y ayudar a identificar y priorizar los lugares de restauración. Debido a que el turismo en el Municipio de Salinas es altamente dependiente de los ecosistemas costeros y sus recursos, los expertos y profesionales locales en el sector o industria turística podrían contribuir a las discusiones sobre la asignación de recursos de restauración y la priorización de los lugares que atraen a la mayoría de los turistas. Los ingresos provenientes del turismo podrían prestar apoyo a las actividades de restauración.

Esta acción de creación de capacidad recibió una puntuación de "**buena**" en efectividad debido a su potencial para contribuir a la restauración rentable y a la planificación económica. También recibió

una puntuación de **"buena"** en viabilidad y en costos porque es viable y barato que las partes interesadas locales en el sector del turismo colaboren con los planificadores y personas que toman las decisiones a nivel municipal para priorizar las futuras acciones de restauración. Este es un enfoque de **"hacer ahora"**.

**Acciones de adaptación (s): Identificar los servicios turísticos más vulnerables e implantar mejoras en las infraestructuras resilientes al clima o reubicar los principales servicios turísticos en las áreas menos vulnerables del Municipio.**

Los resultados del análisis de SIG indican que los servicios turísticos en los barrios de Playa de Salinas, Playita, Las Mareas, y Aguirre son los más vulnerables a los impactos del aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica. Expertos técnicos, propietarios y gerentes de negocios de turismo, quienes conocen con más precisión la condición de los residentes, los negocios y la infraestructura de estos lugares, pueden asignar prioridades entre las áreas, los negocios o infraestructura más vulnerables.

La *Acción s* propone mejoras en infraestructura o reubicación de servicios turísticos a áreas menos vulnerables de la comunidad. Esto podría incluir servicios turísticos públicos y privados. Esta acción recibió una puntuación de **"buena"** en efectividad porque las mejoras en la infraestructura o en la reubicación podrían reducir la vulnerabilidad a los impactos climáticos. Sin embargo, es importante considerar el efecto en el interés de los turistas en el uso de servicios turísticos que no proporcionan una experiencia costera o cercana al mar. Por ejemplo, muchos turistas se sienten atraídos por hoteles y restaurantes localizados en la costa y que tienen vista al mar. La reubicación de estos negocios probablemente reduciría su atractivo para los turistas, mientras que las mejoras de infraestructura importantes que parezcan artificiales o poco atractivas o que alteren la percepción de una auténtica comunidad costera caribeña podrían llevar a los turistas a elegir otros destinos vacacionales. Esta acción recibió puntuaciones de viabilidad y costo **"pobres"** porque, no solo las soluciones de infraestructura y la reubicación son costosas, sino que, además, esta acción dependerá en gran medida de la inversión en el sector privado. Se recomienda que las personas que toman las decisiones de planificación del Municipio de Salinas colaboren con el sector privado para **"continuar evaluando"** opciones de mejoramiento de la infraestructura que podrían ser asequibles y eficaces, tal vez mediante una asociación público-privada para aumentar la resiliencia de la economía del turismo. Esta evaluación también podría realizarse en colaboración con otras actividades de planificación del desarrollo costero, con el fin de identificar los lugares menos vulnerables para el futuro desarrollo de los servicios turísticos.

### Vulnerabilidad: Impactos en la producción de energía

La siguiente tabla presenta un análisis de las acciones de adaptación o resiliencia recomendadas para la vulnerabilidad bajo análisis. En específico, esta tabla presenta las puntuaciones de los criterios de evaluación definidos en la Tabla 5.1, con sus respectivas recomendaciones de enfoque de implantación.

**Tabla 6.10. Acciones de adaptación potenciales para abordar los impactos en la producción de energía**

Vulnerabilidad potencial	Puntuación general de riesgo	Acciones de adaptación	Criterios de evaluación y puntuación			Enfoque recomendado
			Efectividad	Viabilidad	Costo	
Impactos en la producción de energía	Mediano a alto	u) Establecer un grupo de trabajo del personal municipal de Salinas, representantes de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, gerentes de la central eléctrica de Aguirre, gerentes de otras centrales eléctricas de PR y funcionarios de los municipios que reciben electricidad de la planta de Aguirre. El grupo de trabajo debe evaluar: los impactos potenciales a la planta de Aguirre debido al aumento de la intensidad de los eventos de tormenta; Tecnologías para la impermeabilización de la planta; Demanda futura de electricidad basada en proyecciones de aumento de temperatura y eventos de calor más extremos; Capacidad de la planta para satisfacer la creciente demanda bajo el cambio climático; y alternativas para responder al aumento en la demanda.	Razonable	Bueno	Bueno	Hacer ahora

**Acción de Adaptación (t): Establecer un grupo de trabajo del personal municipal de Salinas, representantes de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, gerentes de la central eléctrica de Aguirre, gerentes de otras centrales eléctricas de PR y funcionarios de los municipios que reciben electricidad de la planta de Aguirre. El grupo de trabajo debe evaluar: los impactos potenciales a la planta de Aguirre debido al aumento de la intensidad de los eventos de tormenta; tecnologías para la impermeabilización de la planta; demanda futura de electricidad basada en proyecciones de aumento de temperatura y eventos de calor más extremos; capacidad de la planta para satisfacer la creciente demanda bajo el cambio climático; y alternativas para responder al aumento en la demanda.**

En la sección 4 de la evaluación de la vulnerabilidad se describen los desafíos relacionados con la gestión de los efectos del clima sobre la producción de electricidad en la central eléctrica de Aguirre. La planta está ubicada en el Municipio de Salinas, pero el municipio no recibe o recibe muy poca de la electricidad de la planta y no tiene injerencia en la operación de la planta ni en las decisiones que allí se tomen. Sin embargo, la planta es una fuente crítica de electricidad para aproximadamente un tercio

de Puerto Rico, por lo que el resto de la Isla es altamente vulnerable a los impactos climáticos que afecten el funcionamiento de la planta.

La acción establecería un grupo de trabajo para evaluar las vulnerabilidades potenciales de la planta frente a los impactos de tormentas, evaluar tecnologías para la impermeabilización de la planta y evaluar la capacidad de la planta para responder a la creciente demanda de electricidad bajo el cambio climático. Esta acción es una de fortalecimiento de la capacidad de ejecución institucional, que se clasificaría como “buena” en términos de efectividad. Sin embargo, se clasifica como "**razonable**", ya que la relocalización de la planta eléctrica no es posible. Además, esta medida es única, ya que para su implantación depende de la participación de muchas entidades o personas de fuera del Municipio de Salinas, en particular de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico y de personal clave de muchos municipios. Esta acción tiene asignada una puntuación "**buena**" en viabilidad y costos porque establecer el grupo de trabajo para abordar vulnerabilidades a nivel estatal en el sector de producción de electricidad no presenta retos técnicos ni costos significativos. Esta sería una acción de "**hacer ahora**".

## VII. PRÓXIMOS PASOS

Todas las acciones de adaptación, puntuaciones y recomendaciones presentadas en la Sección 6 deben considerarse preliminares debido a que muchas de éstas podrían ser re-evaluadas y modificadas por personal, profesionales y expertos a nivel local al momento de la implantación.

Muchas de las recomendaciones presentadas se basaron en la información recibida durante los grupos focales y las entrevistas, y exhortamos al personal del DRNA y del Municipio de Salinas a reevaluar cada acción de adaptación para asegurar que cualquier acción seleccionada sea afín con las prioridades de política pública y para beneficio del Municipio de Salinas.

Hay que considerar, además, que Puerto Rico presenta retos a nivel económico y fiscal que tal vez impongan restricciones presupuestarias en el corto plazo para la implantación de algunas de las acciones aquí presentadas. Lo importante es que exista la voluntad para dialogar sobre el cambio climático e incorporar este tema en todos los esfuerzos de planificación a nivel municipal. Bajo esta línea, acciones que por razones presupuestarias no se puedan realizar en estos momentos pueden ser consideradas o puedan ser evaluadas para ser implantadas en el mediano o largo plazo.

Por esta razón, este Plan de Adaptación a Cambio Climático no establece prioridades entre los tres criterios de evaluación: efectividad, viabilidad y costo. Esto significa que, de acuerdo a las prioridades de política pública y a la situación fiscal, las recomendaciones de implantaciones de las acciones de “hacer ahora”, “continuar evaluando” o “no tomar en consideración” pueden variar. De hecho, el análisis aquí presentado no recomendó el no tomar en consideración ninguna acción por considerar que todas las acciones propuestas son hasta cierto punto viables y costo-efectivas.

Las siguientes sugerencias se ofrecen al DRNA y a los responsables de la toma de decisiones en el Municipio de Salinas:

- ***Establecer un proceso continuo para institucionalizar e integrar el proyecto de adaptación al cambio climático del Municipio de Salinas.***

Más allá de explorar e implantar las acciones descritas en el Plan de Acción de Adaptación, las personas encargadas de la toma de decisiones del DRNA y el Municipio deben explorar maneras de integrar e institucionalizar el proceso de evaluación de la vulnerabilidad y la planificación de la acción de adaptación. Las condiciones cambiarán con el tiempo a medida que la comprensión de la variabilidad y el cambio climático mejore y de cómo la política pública, los objetivos del DRNA y las condiciones climáticas cambien en Puerto Rico. Las

evaluaciones periódicas y las actualizaciones asegurarán que el Municipio de Salinas ejerza de manera continua la gestión adaptativa de las acciones de adaptación e integren la información más reciente disponible en los esfuerzos de adaptación.

- ***Desarrollar un proceso para mantenerse al día sobre los desarrollos en ciencia climática que podrían afectar al Municipio de Salinas y a la misión del DRNA.***

La ciencia climática está en constante evolución. Algunas de las vulnerabilidades del Municipio de Salinas pueden incluir variables climáticas para las cuales la ciencia es incierta; por ejemplo, cambios en la intensidad de los eventos de tormenta. Como resultado, se puede considerar la probabilidad de puntuación en la evaluación de vulnerabilidad realizada hasta cierto punto tan provisional como la evolución de la ciencia. Estos cambios en la ciencia, pueden traer consigo cambios en la evaluación de riesgos de futuros esfuerzos de planificación de la adaptación. Consultas de manera rutinaria con expertos en el tema a nivel local y regional ayudarán a personal calve del DRNA y del Municipio a mantenerse al tanto de los últimos avances en ciencia climática.

- ***Hacer la "pregunta climática".***

Siempre que el DRNA y el liderato del Municipio de Salinas estén considerando inversiones a largo plazo, particularmente mejoras en la infraestructura, pregúntese cómo la variabilidad y el cambio climático podrían afectar esas decisiones en el corto plazo y en el largo plazo.

- ***Prepárese para futuros inciertos.***

A través de la planificación de la adaptación en curso, los encargados de la toma de decisiones del Municipio de Salinas deben evitar el atractivo de planificar en torno a un futuro climático de un solo escenario. Comprender y prepararse para una serie de posibles "futuros climáticos" asegurará que el Municipio de Salinas seleccione las acciones de adaptación que más beneficiarán a la comunidad en general, aun cuando las tendencias del clima que se observen no estén claras o las proyecciones entren en conflicto.

- ***Busque acciones de resiliencia que sean estrategias de "ningún o bajo-remordimiento".***

Las acciones de adaptación en la Sección 6 describen acciones de adaptación viables y específicas para las vulnerabilidades del Municipio de Salinas y el contexto de la comunidad. Estas medidas de fortalecimiento o desarrollo de la capacidad de ejecución institucional

podrían proporcionar una mejora inmediata en la capacidad del Municipio de Salinas para manejar los impactos climáticos, aun cuando las condiciones climáticas continúen cambiando.

- ***Continuar identificando las acciones a corto y largo plazo.***

La adaptación al cambio climático puede no requerir una acción inmediata sobre todas las opciones de adaptación; algunas acciones pueden necesitar más estudio. Además, algunas medidas de adaptación pueden no ser urgentes en estos momentos, pero pueden ser más urgentes en el futuro a medida que cambien las condiciones del clima. La implantación futura puede depender de los resultados del monitoreo o análisis de variables climáticas que se lleve a cabo.

- ***Aprender de los demás y colaborar con otras agencias y municipios a medida que se adaptan al cambio climático.***

El Municipio de Salinas debe colaborar con agencias como el DRNA, otras entidades relacionadas al manejo de los recursos naturales y otros municipios costeros tanto locales como regionales, para conocer cómo otras comunidades están aplicando prácticas de adaptación en la actualidad y realizando sus propias evaluaciones de vulnerabilidad y planificación de adaptación. Por ejemplo, el DRNA y el Municipio de Salinas podrían ponerse en contacto con el personal de agencias y municipalidades de otras comunidades costeras de los Estados Unidos u otras islas del Caribe que dependen en gran medida de los ecosistemas costeros y las estrategias de medios de vida costeros. El DRNA y el Municipio de Salinas pueden colaborar con otras agencias y municipios y nutrirse del conocimiento de cada uno y de las lecciones aprendidas.

En conclusión, nos gustaría compartir una lección clave de nuestra propia experiencia en el desarrollo del plan de adaptación al cambio climático del Municipio de Salinas: Entender las vulnerabilidades a nivel comunitario y planificar acciones de adaptación para reducir esas vulnerabilidades no es un proceso lineal. Mantener la planificación y las acciones de adaptación debe ser un proceso continuo. Ninguna acción de adaptación única puede eliminar por completo una vulnerabilidad e, incluso, la planificación integral de ahora no será efectiva indefinidamente - especialmente cuando se habla de cambio climático - si esta planificación no es parte de un proceso más amplio y continuo. La adaptación requerirá la atención continua de personal del Municipio de Salinas y del DRNA. Con la participación continua de los actores locales, las comunidades y otros expertos, el Municipio de Salinas

y el DRNA podrán adoptar un enfoque proactivo de adaptación y aumentar la resiliencia climática de su comunidad y sus recursos naturales.

## VIII. APÉNDICES

### Apéndice 1– Marco de Impactos Preliminares para el Municipio de Salinas

# Sector: Recursos Costeros

¿Cómo afectará el impacto del cambio climático en los recursos costeros -por ejemplo, la acidificación de los océanos y la degradación de los arrecifes, el aumento en el nivel del mar y la pérdida de humedales y estuarios costeros- afectan la seguridad, infraestructura, economía y cultura de la comunidad?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

<b>Ecología y Conservación de la Biodiversidad</b>	Aumento del nivel del mar, aumento de la temperatura de la superficie del mar, aumento de la acidificación de los océanos: impactos en los manglares y estuarios: intrusión de agua salada, alteración del hábitat de especies estuarinas clave y poblaciones de especies marinas y sus movimientos y comportamientos
<b>Desarrollo Socioeconómico y Urbano</b>	Disminución de la precipitación general, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía, aumento del nivel del mar podría tener repercusiones en la planificación del desarrollo y le sostenibilidad del desarrollo en las zonas costeras. Esto es particularmente problemático dado la tendencia en el desarrollo ilegal (y los pozos ilegales) en áreas residenciales costeras.
<b>Sostenibilidad</b>	

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

<b>Mejoras de capital</b>	La subida del nivel del mar, la reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de la intensidad de la sequía, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener repercusiones en las capacidades de la ciudad para mantener operaciones y prestar servicios en las zonas costeras a través de los sistemas existentes. Además, la recesión económica en Puerto Rico ha hecho que las autoridades tengan menos presupuesto para mantenimiento, inversión en infraestructura y otras mejoras de capital. Este es otro desafío.
<b>Operaciones y mantenimiento</b>	
<b>Servicios del estado/ciudad</b>	

# Sector: La planificación del uso del suelo

El Plan de Ordenamiento Territorial llama a una gran revitalización y crecimiento en el centro urbano del Municipio de Salinas ¿Cómo afectan los impactos del cambio climático a estos Planes? ¿Qué planes y propuestas probablemente experimentarán los mayores efectos de los impactos del cambio climático? ¿Cuáles son las propuestas que son las menos vulnerables a los impactos del cambio climático? ¿Cómo planificaría la ciudad de manera diferente si se tuvieran en cuenta los impactos potenciales del cambio climático en los nuevos proyectos?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Ecología y Conservación de la Biodiversidad**

**Desarrollo Socioeconómico y Urbano**

**Sostenibilidad**

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Mejoras de capital**

**Operaciones y mantenimiento**

**Servicios del estado/ciudad**

# Sector: Gestión de los recursos hídricos

¿Cómo podrían las proyectadas disminuciones en la precipitación total y los aumentos proyectados en eventos extremos de precipitación (e inundaciones potenciales) afectar los suministros de agua y la infraestructura de agua del Municipio? ¿Cuál es probablemente el mayor reto en la gestión de los recursos hídricos bajo estos cambios proyectados? ¿Qué tan vulnerables son los suministros de agua de la ciudad a la salinización del aumento en el nivel del mar?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Ecología y Conservación de la Biodiversidad

Aumento del nivel del mar, cambios en las precipitaciones anuales y estacionales, aumento de los eventos de calor extremo, aumento de la intensidad de las lluvias, disminución de la precipitación, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía, reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros Y la salud del ecosistema costero, y podría comprometer la capacidad del estado y la ciudad para manejar y proteger los recursos hídricos para alcanzar los objetivos de conservación costera.

### Desarrollo Socioeconómico y Urbano

### Sostenibilidad

Disminución de la precipitación general, Reducción de la disponibilidad de agua, Aumento de la intensidad de la sequía, Aumento del nivel del mar podría tener implicaciones para el desarrollo, la planificación y la sostenibilidad del desarrollo en las zonas costeras. Esto es particularmente problemático dado la tendencia en el desarrollo ilegal (y los pozos ilegales) en áreas residenciales costeras.

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Mejoras de capital

### Operaciones y mantenimiento

### Servicios del estado/ciudad

Los cambios en las precipitaciones anuales y estacionales, la disminución de la precipitación general, la reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de la intensidad de la sequía, el aumento de la intensidad de los eventos de tormenta y la reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros podrían afectar la capacidad de la ciudad para mantener operaciones y continuar proporcionando seguridad Y servicios de agua confiables a la comunidad.

# Sector: Salud pública y seguridad

¿Cuáles son los impactos de la salud pública y la seguridad de temperaturas más altas, eventos climáticos más extremos, aumentos en la prevalencia de enfermedades, inundaciones? ¿Cuál es la capacidad de la ciudad para responder a las mayores exigencias de los sistemas y recursos de salud y seguridad? ¿Cuál es probablemente el mayor reto en el manejo de la salud pública y la seguridad bajo los impactos proyectados del cambio climático?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Ecología y Conservación de la Biodiversidad**

**Desarrollo Socioeconómico y Urbano**

**Sostenibilidad**

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Mejoras de capital**

**Operaciones y mantenimiento**

**Servicios del estado/ciudad**

# Sector: Transportación

¿Cómo afectarán los impactos del cambio climático la infraestructura de transporte y los proyectos de carreteras mencionados en el Plan Territorial? ¿Cuál es la infraestructura más expuesta? ¿Están los caminos y puentes en riesgo de ser sumergidos o dañados por una tormenta o un aumento en el nivel del mar? ¿Hay áreas de la comunidad que podrían ser inaccesibles debido a inundaciones o daños por oleadas de tormenta? ¿Cómo podrían las temperaturas más altas afectar las superficies de las carreteras?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Ecología y Conservación de la Biodiversidad

### Desarrollo Socioeconómico y Urbano

### Sostenibilidad

El aumento del nivel del mar, el aumento de los fenómenos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las lluvias, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener repercusiones en el sector del transporte. El Camino 1 y el Camino 3 son corredores de transporte críticos y son altamente vulnerables a estos impactos, especialmente inundaciones y daños por tormentas.

## Responsabilidades del del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Mejoras de capital

### Operaciones y mantenimiento

### Servicios del estado/ciudad

El aumento del nivel del mar, el aumento de los fenómenos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las lluvias, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener repercusiones en el sector del transporte. Si la ciudad y / o si los servicios externos no pueden acceder al Municipio de Salinas debido a daños a las carreteras 1 y 3 y otras infraestructuras de transporte, no puede mantener niveles ni prestar servicio o responder eficazmente durante una emergencia.

# Sector: Turismo y Desarrollo Económico

¿Cómo afectará el cambio climático a la industria del turismo? ¿Cómo afectarán los impactos a los recursos costeros (aumento en el nivel del mar, blanqueo de arrecifes) el número de turistas que visitan la costa? ¿Hasta qué punto una disminución del turismo afectaría la economía del Municipio de Salinas? ¿Qué otras actividades de desarrollo económico podrían verse afectadas negativamente por los impactos del cambio climático?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Ecología y Conservación de la Biodiversidad

### Desarrollo Socioeconómico y Urbano

### Sostenibilidad

El aumento de la temperatura media anual, el aumento de la temperatura del mar, la reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de la intensidad de la sequía, el aumento de la intensidad de las tormentas, la reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros podrían limitar la capacidad del Municipio para atender y servir a los turistas. Salinas y sus zonas costeras serían menos atractivas para los turistas. La reducción del gasto en turismo reduciría la contribución del sector a la economía del municipio.

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Mejoras de capital

### Operaciones y mantenimiento

### Servicios del estado/ciudad

# Sector: Agricultura

¿Cómo afectarán a la agricultura los cambios en la precipitación (proyectada para disminuir en general) y la intensidad de precipitación (proyectada para aumentar)?  
¿Qué tan vulnerables son los cambios en la actividad económica costera por aumento en el nivel del mar? ¿Cómo podrían los cambios en la intensidad de la escorrentía de las tierras agrícolas afectar la calidad del agua y las inundaciones aguas abajo?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Ecología y Conservación de la Biodiversidad

### Desarrollo Socioeconómico y Urbano

### Sostenibilidad

Aumento de las temperaturas anuales promedio, aumento de los eventos de calor extremo, cambios en las precipitaciones anuales y estacionales, aumento de la intensidad de las lluvias, disminución de la precipitación general, aumento del nivel del mar, reducción de la disponibilidad de agua, aumento de la intensidad de la sequía y reducción de la calidad del agua cruda de acuíferos costeros (doméstica y externa), actividad económica y producción agrícola - Abastecimiento de agua, rendimientos de los cultivos, variedades de cultivos apropiadas, viabilidad económica del sector agrícola.

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

### Mejoras de capital

### Operaciones y mantenimiento

### Servicios del estado/ciudad

Los cambios en las precipitaciones anuales y estacionales, el aumento de la intensidad de las lluvias, la disminución de la precipitación general, la reducción de la disponibilidad de agua y el aumento de la intensidad de la sequía, la reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos y el aumento del nivel del mar podrían repercutir en el turismo, producción. Tendrá un impacto en la recaudación de impuestos del estado y la ciudad que afectará la promoción y otros servicios del estado y la ciudad y la inversión en mejoras de capital.

# Sector: Energía

¿Cómo afectarán el aumento en el nivel del mar y potenciales aumentos en eventos climáticos extremos las operaciones de la Planta Termoeléctrica y Planta Combinada de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA, por sus siglas en inglés) ubicada en Aguirre?

## Objetivos del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Ecología y Conservación de la Biodiversidad**

**Desarrollo Socioeconómico y Urbano**

**Sostenibilidad**

El aumento de las temperaturas promedio anuales, el aumento de los eventos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían tener impactos sobre la capacidad de la ciudad para mantener su papel como un importante proveedor de energía a otras partes de Puerto Rico.

## Responsabilidades del Municipio de Salinas y/o del Gobierno de Puerto Rico

**Mejoras de capital**

**Operaciones y mantenimiento**

**Servicios del estado/ciudad**

El aumento de las temperaturas medias anuales, el aumento de los eventos de calor extremo, el aumento de la intensidad de las tormentas podrían afectar la capacidad del estado para mantener las operaciones y continuar proporcionando servicios de energía confiables a la Isla de Puerto Rico.

***Apéndice 2– Tabla de Puntuaciones de las Consecuencias y Riesgo del Municipio de Salinas para todas las Vulnerabilidades identificadas***

Vulnerabilidad potencial	Consecuencia	Variable climática	Probabilidad	Puntuación de riesgo	Puntuación general de riesgo
Degradación de manglares y estuarios protectores, intrusión de agua salada y degradación del hábitat de especies importantes	Alto	Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	Alto
		Aumento de las temperaturas de la superficie del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la acidificación de los océanos	Alto	Alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	
Dificultades para la planificación y el desarrollo sostenible	Mediano	Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	Mediano a alto
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
Limitaciones de la disponibilidad de agua para fines de manejo de conservación debido a la disminución de la calidad ambiental y la salud del ecosistema	Alto	Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	Alto
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Alto	
Limitaciones en la capacidad de las autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y continuar proporcionando servicios de agua seguros y confiables	Alto	Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Alto	Alto
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Alto	
		Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano a alto	
Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales y estatales para mantener operaciones y proveer servicios en áreas costeras	Mediano	Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano a alto	Mediano a alto
		Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
Impactos en vías de acceso críticas, especialmente Carreteras #1 y #3	Alto	Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	Alto
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Alto	
Limitaciones en la capacidad de autoridades municipales, estatales y de servicios externos para acceder a áreas de Salinas y proporcionar servicios regulares y de emergencia debido a daños a la infraestructura de transporte	Alto	Mayor intensidad de tormentas	Mediano a alto	Mediano a alto	Alto
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Alto	
Impactos en la producción agrícola y la viabilidad económica del sector agrícola	Mediano	Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano	Mediano a alto
		Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	
		Cambios en las cantidades de precipitación anuales y estacionales	Alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la lluvia	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Disminución de la precipitación general	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto			
Impactos sobre la capacidad del Municipio para servir a los turistas y la viabilidad económica del sector turístico	Mediano	Reducción de la calidad del agua cruda de los acuíferos costeros	Mediano	Mediano	Mediano a alto
		Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	
		Aumento del nivel del mar	Alto	Mediano a alto	
		Reducción de la disponibilidad de agua	Mediano a alto	Mediano a alto	
		Aumento de la intensidad de la sequía	Mediano a alto	Mediano a alto	
Impactos en la producción de energía	Mediano	Mayor intensidad de tormentas	Mediano	Mediano	Mediano a alto
		Aumento de las temperaturas medias anuales	Alto	Mediano a alto	
		Aumento de los eventos de calor extremo	Alto	Mediano a alto	

### Apéndice 3 – Análisis de GIS

#### **Proyecciones de aumentos en el nivel del mar y activos potencialmente amenazados**

Se modeló la cantidad proyectada de aumento del nivel del mar (ANM) a lo largo de la costa del Municipio de Salinas hasta el año 2050 para identificar aquellos activos y recursos costeros potencialmente vulnerables a inundaciones. La proyección del ANM se basó en una estimación eustática (media global) utilizada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC) del 5<sup>o</sup> Informe de Evaluación (Church et al., 2013). Las proyecciones anuales del ANM están disponibles bajo una variedad de escenarios de emisión y expresadas como rutas de concentración representativas (RCR). Después de haber consultado con el DRNA, se utilizó la proyección del ANM del año 2050 bajo RCR 6.0, un escenario de emisión de mediano alcance.

Para tomar en cuenta la variación regional en el ANM, se combinó la proyección eustática con proyecciones en cuadrícula del ANM derivadas de los modelos de circulación general (MCG) de la serie de datos de modelos múltiples CMIP5 (ver Tabla 1 de este apéndice). La salida de los MCG es proporcionada por el *software* climático SimCLIM (Warrick, 2009) y expresada como escalares a la media global. Para limitar la proyección a un solo escenario, se utilizó el valor mediano de los 23 modelos disponibles para la célula de los MCG ubicada a lo largo de la costa del Municipio de Salinas. La Tabla 1 enumera el valor escalar por los MCG, el valor mediano, la eustática proyectada por el PICC y el ANM relativo calculado.

**Tabla 1. El valor mediano derivado, la proyección eustática del ANM del PICC (Church et al., 2013), y el valor final calculado del ANM relativo utilizado para el modelo de inundación.**

GCM	ANM Escalar	ANM Eustática (RCR 6.0, año 2050)	
CanESM2	0.63	23 cm	
CCSM4	0.84		
INMCM4	0.86		
NorESM1-M	0.94		
MIROC5	0.95		
GFDL-ESM2M	0.96		
NorESM1-ME	0.96		
GFDL-ESM2G	0.97		
MRI-CGCM3	1.03		
GFDL-CM3	1.04		
HADGEM2-ES	1.05		
CMCC-CM	1.07		
MPI-ESM-LR	1.09		
CSIRO-MK36	1.11		
BCC-CSM1-1-M	1.12		
CMCC-CMS	1.13		
HADGEM2-CC	1.18		
GISS-E2-R	1.2		
GISS-E2-R-CC	1.26		
BCC-CSM1-1	1.4		
MIROC-ESM-CHEM	1.42		
MIROC-ESM	1.44		
CNRM-CM5	1.94		
<b>Escalar Mediano</b>	<b>1.07</b>		
<b>ANM Relativo: 23.54 (1.07 escalar * 23 cm eustática)</b>			

Para trazar el mapa de la huella espacial de las inundaciones por la marea alta (marejada ciclónica), se descargaron datos del modelo de elevación digital de 10 metros (DEM) del Centro de Servicios Costeros de NOAA (NOAA, 2013). Nuestro objetivo fue el trazar el mapa de la huella de inundación por futuros aumentos en el nivel del mar en relación con dos diferentes datos de marea – promedio del nivel de la marea (MTL, en inglés) y media más alta del agua (MHHW, en inglés). Como la elevación del DEM es relativa al Datum Vertical de Puerto Rico de 2002 (PRVD02), que es aproximadamente igual al MTL del Municipio de Salinas, se aplicaron las proyecciones de ANM directamente al DEM para identificar las áreas que probablemente serán inundadas. Para el análisis MHHW, primero se calculó la elevación de MHHW en relación con el dato PRVD02 utilizando el software VDatum de NOAA (v.3.6) (NOAA, 2017) y posteriormente se añadieron las proyecciones de ANM. Utilizando los valores resultantes, se utilizó el DEM para identificar las elevaciones bajo cada escenario de ANM y para trazar el mapa de las áreas que serían inundadas.

Luego se retuvieron solo las zonas situadas por debajo del nivel del mar proyectado, pero que están espacialmente conectadas al mar. Además, se limitó el análisis a la extensión espacial del Municipio de Salinas, utilizando los límites obtenidos de la Junta de Planificación, 2015.

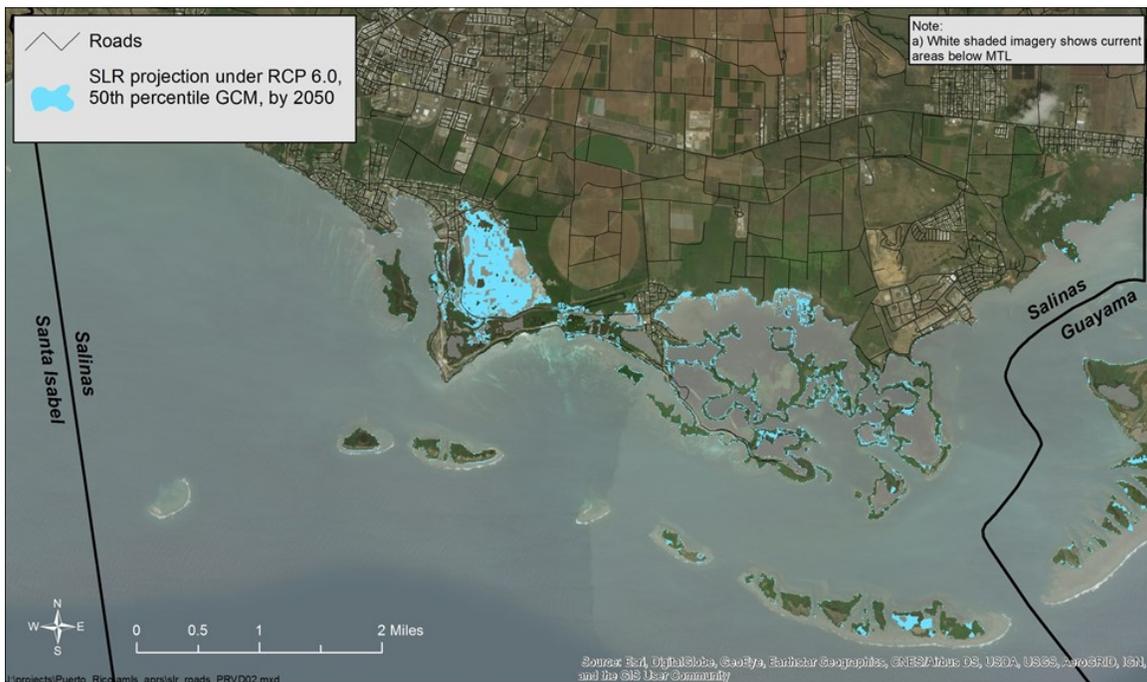
Una vez se generó la huella especial para el escenario del ANM, se añadió en el ANM con el conjunto de datos espaciales como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Conjuntos de datos geospaciales de activos de interés y fuente.**

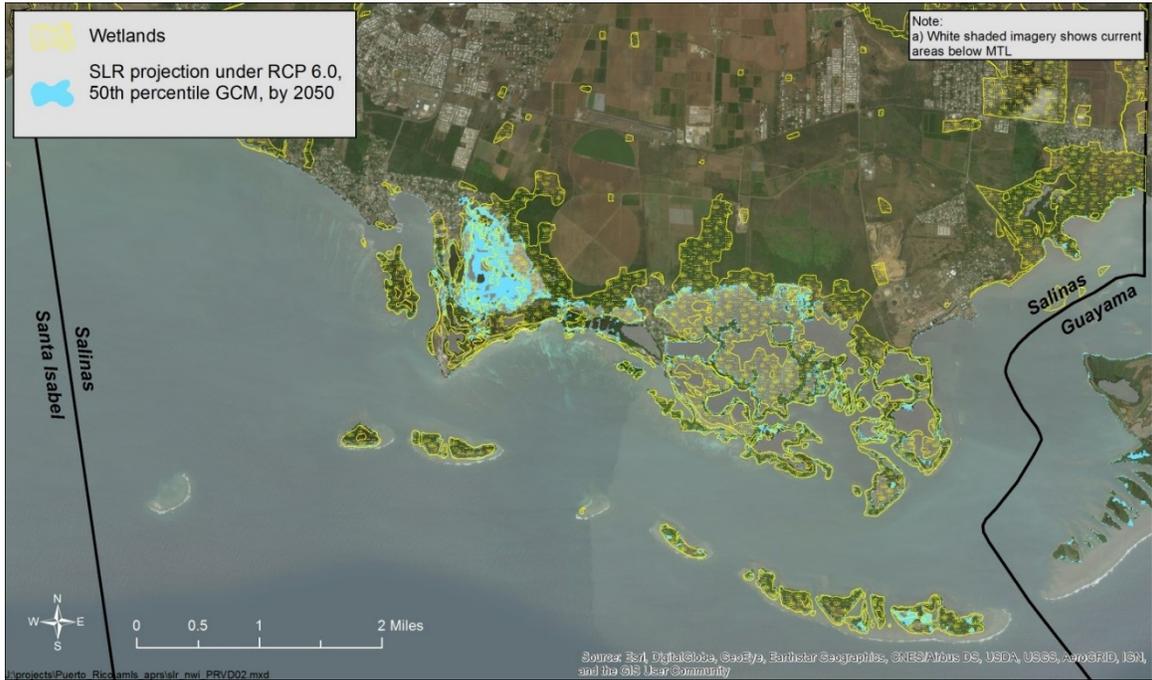
Conjunto de datos	Fuente
Carreteras (Tiger Census)	<a href="http://www.census.gov/geo/maps-data/data/tiger-Downloads.html">http://www.census.gov/geo/maps-data/data/tiger-Downloads.html</a>
Inventario nacional de humedales	<a href="http://www.fws.gov/wetlands/data/State-Downloads.html">http://www.fws.gov/wetlands/data/State-Downloads.html</a>
Áreas críticas de Vida Silvestre	Ventosa Febles, et. al., 2005. <a href="http://gis.otg.pr.gov/Downloads">http://gis.otg.pr.gov/Downloads</a>
Áreas prioritarias de conservación	<a href="http://gis.otg.pr.gov/Downloads">http://gis.otg.pr.gov/Downloads</a> Gis Files.html

Los mapas 1 al 4 muestran carreteras, humedales, áreas críticas de vida silvestre y áreas prioritarias de conservación, que podrían ser inundadas bajo el aumento del nivel del mar en relación al MTL para el 2050.

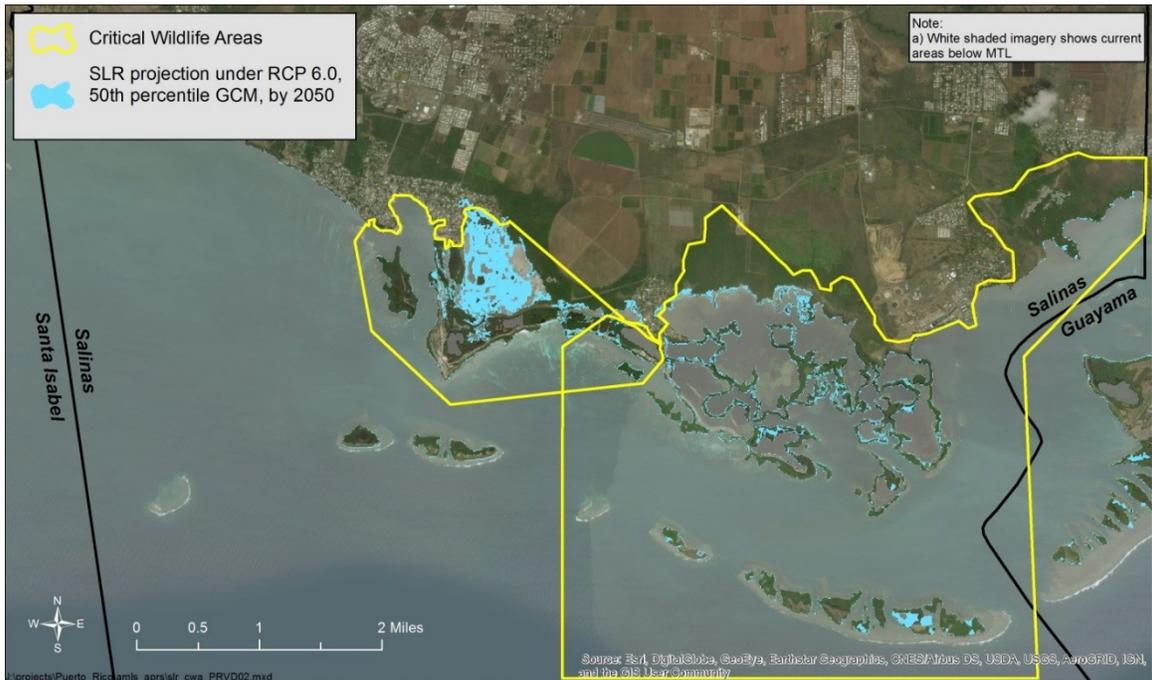
**Mapa 1. Área de inundación y vías de acceso potencialmente amenazadas por el aumento del nivel del mar. Fuente: “US Census Bureau TIGER roads (U.S. Census, 2015)”.**



Mapa 2. Humedales potencialmente amenazados con inundaciones por el aumento del nivel del mar. Fuente: "National Wetlands Inventory data" (U.S. Fish and Wildlife Service, 1983).

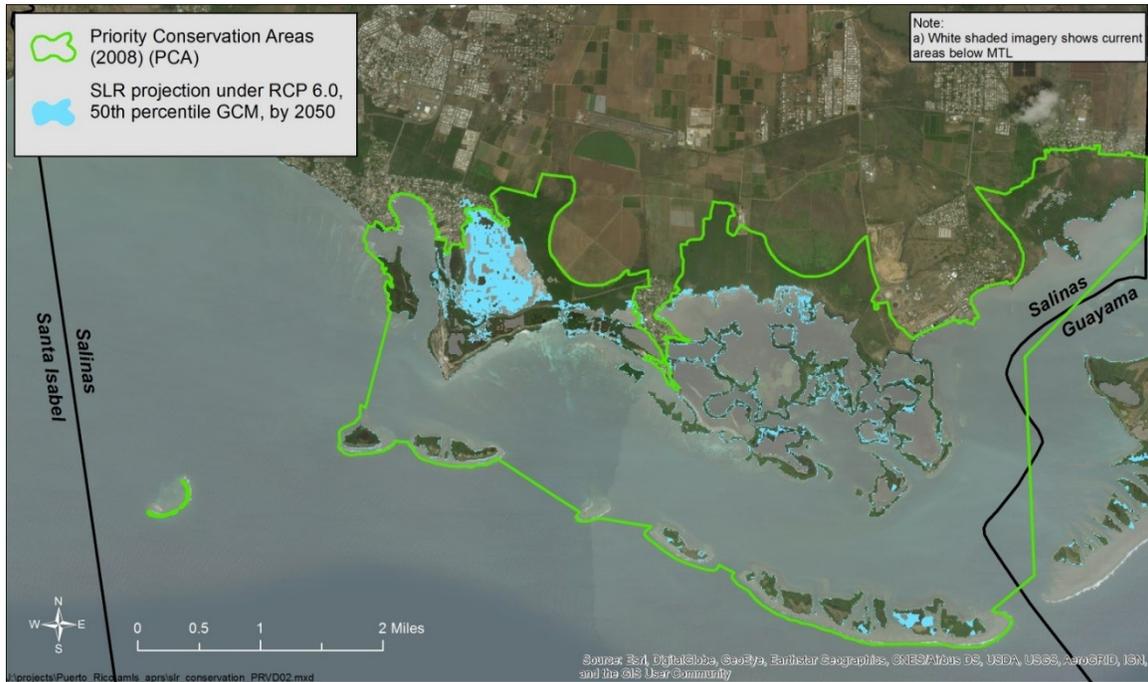


Mapa 3. Zonas críticas de vida silvestre potencialmente amenazadas de inundación por el aumento del nivel del mar. Fuente: "División Recursos Terrestres, DRNA (Ventosa et. al., 2005).



#### Mapa 4. Áreas críticas de vida silvestre y áreas de conservación potencialmente amenazadas por inundación debido al aumento del nivel del mar.

Fuente: *Áreas Prioridad Conservación 2008 (División de Patrimonio, DRNA).*



#### Proyecciones de marejadas ciclónicas de huracanes categoría 2 y 3 y Activos potencialmente amenazados

Además de modelar ANM estáticos, se modeló la huella espacial potencial de ANM con marejadas ciclónicas asociadas con huracanes de categoría 2 y 3. Se utilizaron los valores de marejadas ciclónicas calculados desde el sitio web de CARICOOS (CARICOOS, 2017) de 2.2 metros y 3.1 metros con base en el modelado SLOSH de huracanes de categoría 2 y 3, respectivamente, para el área alrededor del Municipio de Salinas, P.R. Estos valores de marejadas ciclónicas se añadieron entonces a las proyecciones de cambio de ANM y se modelaron con respecto a MHHW. Al igual que con el análisis ANM estático, se desarrolló la huella espacial de la inundación teniendo en cuenta espacios con elevaciones vulnerables que están espacialmente conectadas al mar.

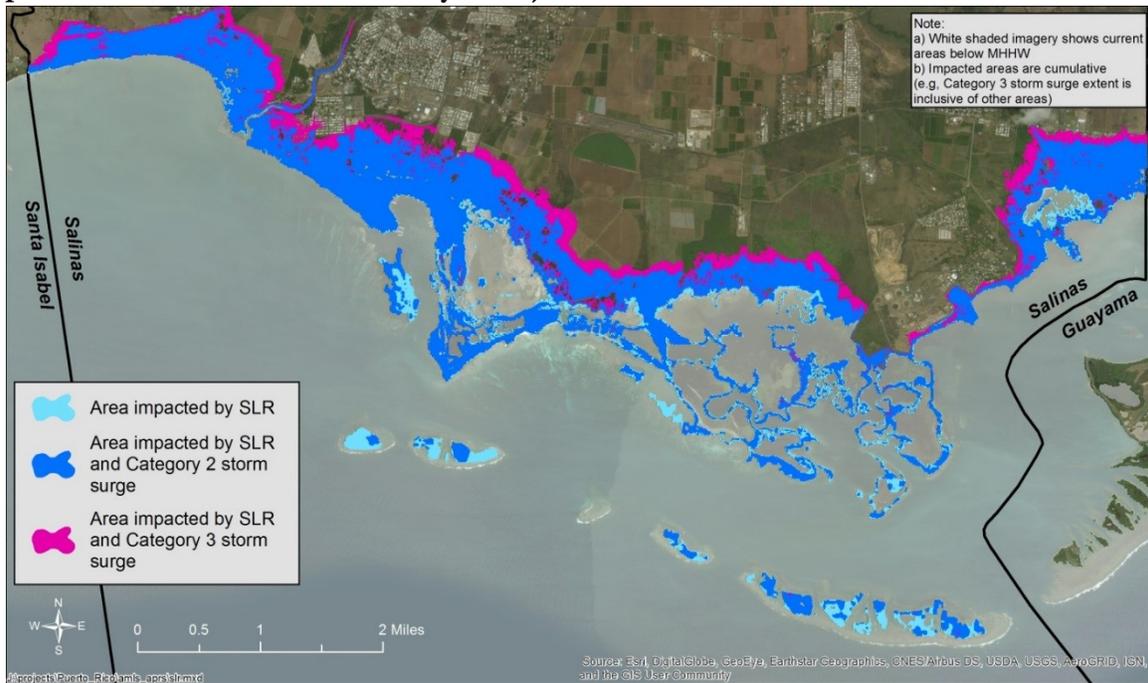
Luego de esto, se sobrepusieron las capas de huella de inundación ANM/Marejada ciclónica con los conjuntos de datos de infraestructura y hábitat mostrados en la Tabla 2. Luego se cuantificó la longitud o área vulnerable a ANM y los escenarios de marejadas ciclónicas (ver Tabla 3). Es importante señalar que los datos tabulados muestran solo los activos que se proyectan sean inundados y, por lo tanto, no incluyen áreas por debajo de la MHHW actual. Además, las huellas de inundación para ANM y

escenarios de marejada ciclónica (en relación con MHHW) se muestran en el mapa 5, mientras que la infraestructura y los hábitats que probablemente se verán afectados se muestran en los mapas 6 al 9.

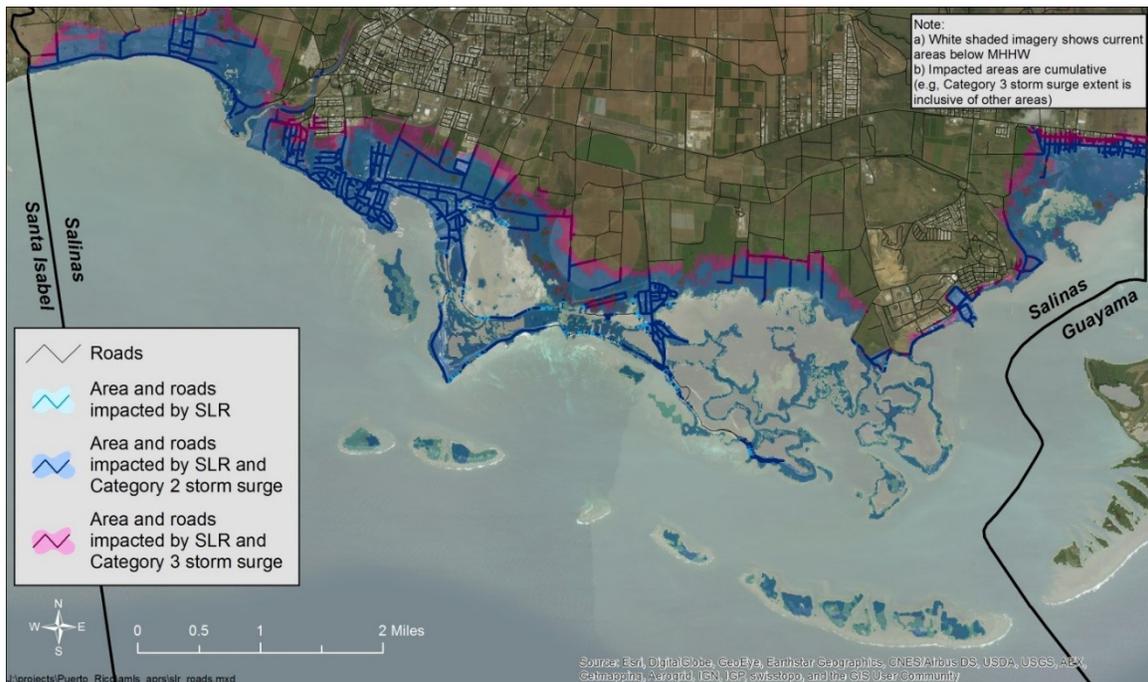
**Table 1. Longitud o área de activos críticos amenazados por la inundación por ANM y marejadas ciclónicas de huracanes categoría 2 y 3.**

Activo	Descripción	Extensión o Área Impactada			
		ANM RCP 6	ANM Cat 2 Marejada Ciclónica	ANM Cat 3 Marejada Ciclónica	Unidades
Carreteras	Transportación	1.48	41.76	50.68	millas
Humedales	Humedales estuarinos y marinos	295.57	1,005.75	1,025.20	acres
	Humedal emergente de agua dulce	1.82	47.19	63.66	acres
	Arboles de agua dulce / humedal de matorral	13.34	327.44	421.31	acres
	Humedales fluviales	.35	6.47	7.40	acres
Áreas de críticas de vida silvestre	Bosque Estatal de Aguirre, Punta Pozuelo, Cayo Caribe	266.49	1,055.49	1,154.03	acres
	Punta Arenas	95.39	405.12	424.64	acres
Áreas prioritarias de conservación	APC Punta Pozuelo	396.24	1,569.01	1,717.43	acres

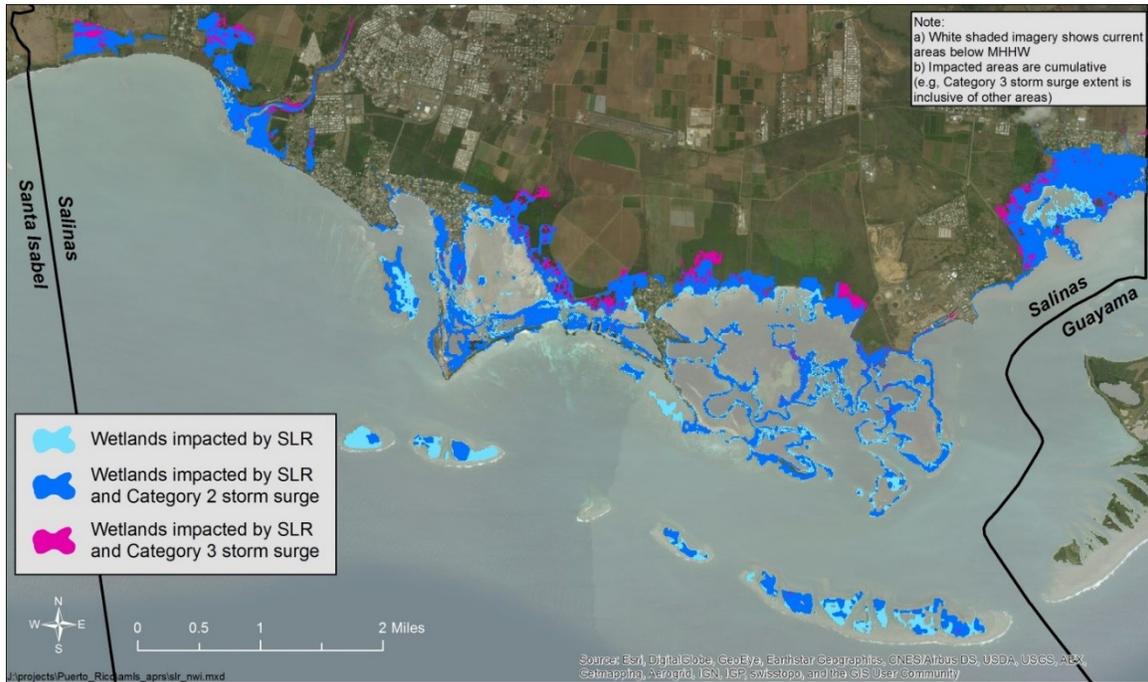
Mapa 5. Aumento del nivel del mar y marejadas ciclónicas en relación con la media más alta



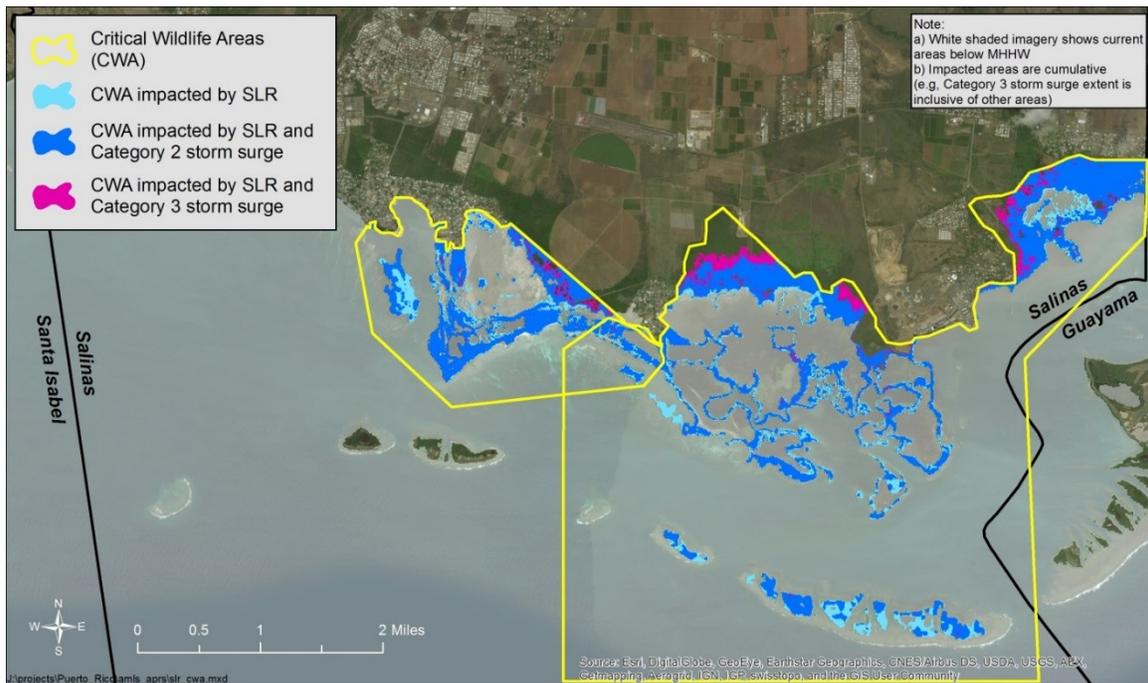
Mapa 6. Área de inundación y vías de acceso potencialmente amenazados por el aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica. Fuente: “US Census Bureau TIGER roads (U.S. Census, 2015)”.



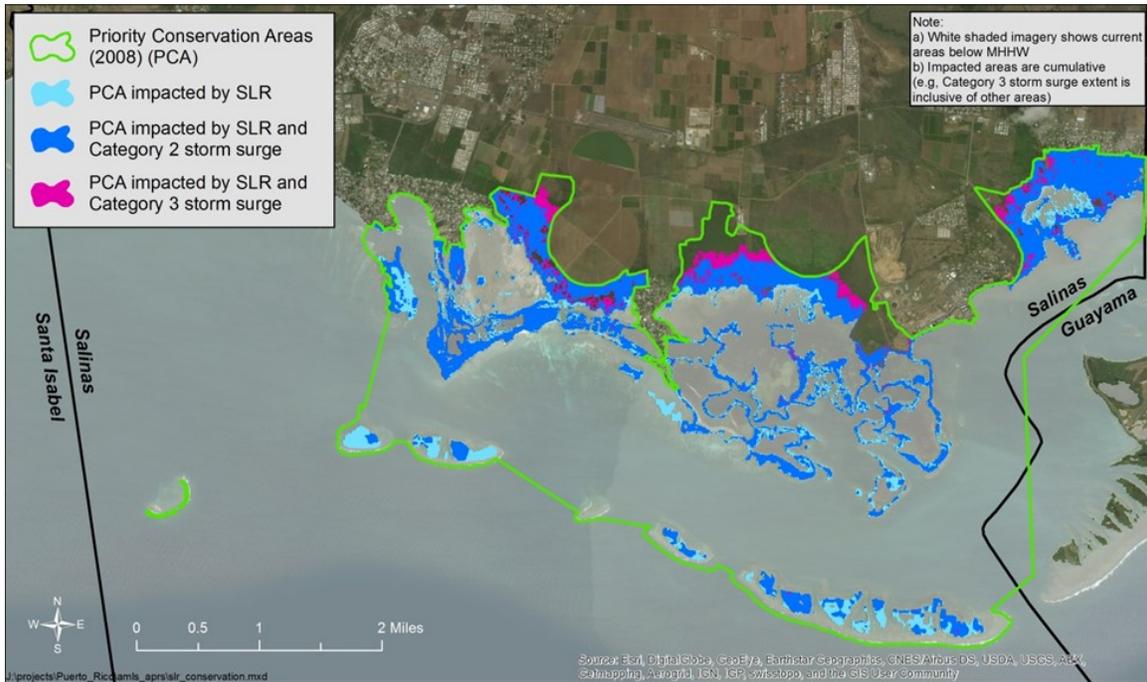
Mapa 7. Humedales potencialmente amenazados de inundación por el aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica. Fuente: "National Wetlands Inventory data (U.S. Fish and Wildlife Service, 1983).



Mapa 8. Zonas críticas de vida silvestre potencialmente amenazadas de inundación por el aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica. Fuente: División Recursos Terrestres, DRNA (Ventosa et al., 2005).



Mapa 9. Zonas prioritarias de conservación potencialmente amenazadas de inundación por el aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica. Fuente: *Áreas Prioridad Conservación 2008 (División de Patrimonio, DRNA)*.



## Referencias

- Caribbean Coastal Ocean Observing System (CARICOOS). 2017.  
<http://www.caricoos.org/map/storm-surge#!?detail=map-disclaimer>. Accessed 3/13/2017.
- Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- División de Patrimonio, DRNA. 2008. Areas Prioridad Conservacion 2008. Vector digital data. Available: [http://gis.otg.pr.gov/Download\\_GIS\\_Files.htm](http://gis.otg.pr.gov/Download_GIS_Files.htm)
- Junta de Planificación, 2015. Municipios y barrios, edicion 2015. Puerto Rico. Vector digital data. Available: <http://www2.pr.gov/agencias/gis/descargaGeodatos/Delimitaciones/Pages/Limites-legales.aspx>
- NOAA National Geodetic Survey (NGS), Office of Coast Survey (OCS), and Center for Operational Oceanographic Products and Services (CO-OPS). 2017. VDatum Vertical Datum Transformation software,(v3.6). Available: <https://vdatum.noaa.gov/welcome.html>
- NOAA Coastal Services Center. 2013. NOAA Coastal Services Center Coastal Inundation Digital Elevation Model: San Juan, Puerto Rico Weather Forecast Office (SJU WFO) - Puerto Rico. Available: <https://coast.noaa.gov/slrdata>
- U.S. Census Bureau. 2015. TIGER Geodatabase. Puerto Rico Roads Tiger vector data. Available: <http://www.census.gov/geo/maps-data/data/tiger-geodatabases.html>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1983. National Wetlands Inventory. Available: <https://www.fws.gov/wetlands/data/State-Downloads.html>
- Ventosa Febles, E.A., N. Pesca, and V. Silvestre. 2005. División Recursos Terrestres, DRNA. Vector Digital Data. Available: [http://gis.otg.pr.gov/Download\\_GIS\\_Files.htm](http://gis.otg.pr.gov/Download_GIS_Files.htm)
- Warrick, R., W. Ye, Y. Li, M. Dooley, and P. Urich. 2009. SimCLIM: A Software System for Modelling the Impacts of Climate Variability and Change. CLIMsystems Ltd. Hamilton, New Zealand.