Plan de Adaptación de Base Comunitaria al Cambio Climático del Municipio de Loíza

Preparado por
Marine Awareness Research & Education Society (MARES)

Tabla de Contenido **Pag.**

Acrónimos …… iv

Prefacio ……. v

I. INTRODUCCIÓN …… 1
A. Exposición del Problema …… 1
B. Localización y Descripción del Área del Proyecto ……... 3
C. Propósito y Enfoque ……... 7
D. Metas y Objetivos …… 8
E. Escenarios del Cambio Climático a ser Evaluados en Loiza ……. 9

II. RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LOIZA …….. 10
A. Métodos de Estudio …….. 10
1. Proceso de Evaluación de Vulnerabilidad y Priorización de Riesgos ……. 10
2. Encuesta a Residentes …….. 13
3. Identificación, Evaluación y Priorización de Estrategias Adaptativas …… 14

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN …… 14
A. Peligros, Cambios, Proyecciones Efectos, Consecuencias y Escenarios del Cambio Climático …….. 14
1. Aumento en la temperatura atmosférica …….. 15
2. Aumento en la temperatura superficial de cuerpos de agua (TSCA) …..… 15
3. Cambios en los patrones de precipitación ……. 16
4. Alza en nivel del mar (ANM) …….. 17
5. Intensificación de huracanes y tormentas invernales ……..…….. 18
6. Acidificación de los océanos …….…… 18

B. Riesgo y Vulnerabilidad del Municipio de Loíza …….. 19

C. Estrategias de Adaptación …….. 26
1. Identificación, Evaluación, Categorización y Priorización de Estrategias Adaptativas …….. 26

IV. IMPLEMENTACIÓN ……. 29
A. Herramientas …… 29
B. Estrategias y Acciones Recomendadas ………... 29

V. CONCLUSIÓN …….. 36

VI. FUENTES DE INFORMACIÓN …….. 37

VII. APÉNDICES …… 41
A. Términos ……. 42
B. Mapas de Zonas de Riesgo …… 43
C. Mapas de Riesgo de Aumento en Nivel del Mar (ANM) …… 50

Tabla de Contenido (cont.) **Pag.**

Figuras, Tablas y Matrices

Figura 1. Localización del Municipio de Loíza ……. 3

Figura 2. Barrio de Loiza y Municipios Colindantes …… 4

Figura 3. Mapa de Inventario de Humedales del Municipio de Loiza ……. 5

Figura 4. Mapa del Bosque Estatal de Piñones …….. 6

Matriz 1a-c. Priorización de Riesgo del Cambio Climático de Loiza ……. 23

Matriz 2a-c. Priorización de Estrategias y Medidas de Adaptación para Riesgos del Cambio Climático …….……. 33

Tabla 3 – Entidades, Financiamiento, Implementación de Acciones Recomendadas 35

Anejos

1. **Plan de Participación Comunitaria para el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria del Municipio de Loíza**

2. **Informe sobre Encuesta para el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria para el Municipio de Loíza**

3. **Informe de Resultados de Participación Comunitaria**

4. **Estudio de Vulnerabilidad para el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Base Comunitaria para el Municipio de Loiza**

Acrónimos

AAA - Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
AC - Autoridad de Carreteras
AEMEAD - Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres
AMERICORPS - Initiative of the Corporation for National and Community Service
ANM - Alza en el nivel del mar
$CaCO_3$ - Carbonato de calcio
CCCPR - Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico
CNN – Cable News Network
CO_2 - Dióxido de carbono
DIAF – Declaración de Impacto Ambiental Final
DRNA - Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
DS - Departamento de Salud
DTOP - Departamento de Transportación y Obras Públicas
EPA – Environmental Protection Agency
F – Fahrenheit
FEMA – Federal Emergency Management Agency
FPH - Fundación Puertorriqueña de las Humanidades
JP – Junta de Planes
MARES – Marine Awareness Research & Education Society
MPH – Millas por hora
NFWF – National Fish and Wildlife Foundation
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration
ONG – Organización No Gubernamental
OCPR – Oficina del Contralor de Puerto Rico
OPZCCC - Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambio Climático
PRCZMP – Puerto Rico Coastal Zone Management Program
PUTM - Plan de Usos de Terrenos Municipal
SIG - Sistemas de información geográfica
TSM - Temperatura superficial del mar
USACE – United States Army Corps of Engineers
USCB - United States Census Bureau
USFS – United States Forest Service
USFWS – United States Fish and Wildlife Service
USGS – United States Geological Service

Prefacio

La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en ingles) y la Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambio Climático (OPZCCC) del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), auspicia y coordina este esfuerzo. Estos identificaron la necesidad de desarrollar un Plan de Adaptación a Cambios Climáticos de Base Comunitaria para el Municipio de Loíza, en donde se evalúen los riesgos y vulnerabilidad al Cambio Climático a los que está expuesto el Municipio y se desarrollen estrategias de adaptación en conjunto con la comunidad.

Agradecimientos

Agradecemos a los líderes comunitarios, miembros de organizaciones y ciudadanos particulares. por su interés, respaldo y envolvimiento en la Iniciativa. Particularmente a los miembros y amigos de Cooperativa Piñones se Integra, la Junta Comunitaria de Parcelas Suarez y Extensión Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez. También, agradecemos la ayuda que nos brinda la Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambio Climático

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta el Plan de Adaptación a Cambios Climáticos de Base Comunitaria para el Municipio de Loíza, en donde se evalúan los riesgos y la vulnerabilidad a los que está expuesto el Municipio y se desarrollan estrategias de adaptación en conjunto con la comunidad.

El cambio climático se caracteriza por ser paulatino, pero continuo y persistente. Esto merita el diseñar unas estrategias que contengan una serie de iniciativas de acción ante el cambio climático la cual se puedan establecer e implementar de manera sostenida y perdurablemente, mediante la participación comunitaria.

Por ende siendo, la participación ciudadana la base primordial en la preparación e implementación del Plan de Adaptación, se preparó como anejo, un Plan de Participación Comunitaria. Este Plan también tiene el propósito de concientizar al pueblo de Loíza sobre el riesgo del cambio climático y lograr el envolvimiento de la comunidad.

También, tenemos como anejo, el informe de la encuesta, cuyo propósito fue conocer el nivel de entendimiento que el pueblo de Loíza tiene acerca del cambio climático, sus efectos sobre la comunidad, y su infraestructura construida y natural. También, aprender sobre los problemas ambientales y de salud a los que están expuestos, y como les ha afectado. Además, nos ayudó a entender mejor las alternativas de adaptación a esos efectos y problemas.

Además, como anejo, tenemos un informe de resultados de participación comunitaria, donde se presentan los resultados de los riesgos identificados durante las varias actividades de participación comunitaria, incluyendo entrevistas, reuniones, y talleres de cartografía participativa realizados por los diferentes grupos focales de líderes y miembros comunitarios, servidores públicos, y científicos.

Por último se preparó y se incluye como anejo, el Estudio de Vulnerabilidad donde se evalúa la exposición y vulnerabilidad a los riesgos relacionados al cambio climático que puedan afectar áreas en el Municipio de Loíza. Incluyendo, las estructuras e infraestructura crítica y ecosistemas costeros sensitivos. También, describe los eventos y condiciones climáticas que afectan o han afectado a la comunidad.

A. Exposición del Problema

El incremento sobre lo normal de los gases de invernadero en la atmósfera, debido a la quema de combustibles fósiles, ha ocasionado un rápido calentamiento de las temperaturas atmosféricas del planeta. Como resultado de este calentamiento ha ocurrido un marcado cambio en los patrones climatológicos.

- Sequías más severas y duraderas;
- Lluvias torrenciales más intensas;

- Olas de calor más intensas y recurrentes;
- Huracanes o Tormentas de mayor intensidad
- Aumento en el nivel del mar
- Acidificación de los océanos

Además, de desestabilizar la atmósfera y su sistema climático, este calentamiento ha descongelado aceleradamente las capas de hielo sobre los continentes en zonas árticas y antárticas, y los glaciares sobre las grandes cordilleras continentales. Este aporte de agua sumado a la expansión térmica de los océanos por el calentamiento de la atmósfera está elevando el nivel del mar a una tasa cada vez más rápida.

Es sumamente preocupante la reciente aceleración en el incremento en: la temperatura, el descongelamiento, el nivel del mar y los cambios climáticos. ¿Habrá tiempo suficiente para que la naturaleza y la civilización humana se puedan adaptar a estos cambios adecuadamente? Según el informe del Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC, 2013), estos cambios seguirán a un ritmo nunca visto en la historia.

El PRCCC añade, que el cambio climático es otro estrés adicional que agravará las vulnerabilidades y problemas sociales ya existentes. La vulnerabilidad a estos peligros se incrementa como resultado de varias prácticas indebidas realizadas en el pasado. Entre estas tenemos, el desarrollo que ha ocurrido en áreas de alto riesgo, la falta de mantenimiento de sistemas de desagüe de aguas pluviales, y la sedimentación de los ríos, canales y embalses, debido a las malas prácticas de manejo del suelo en las cuencas hidrográficas. También sufrimos la eliminación y degradación de ecosistemas naturales que ha ocasionado una reducción o pérdida en el servicio de protección que ofrecían estos sistemas al medio ambiente construido. La vegetación costera y ribereña, las dunas, arrecifes, manglares, y otras características naturalmente protectoras que reducen los efectos negativos de los eventos de riesgo, están degradadas o inexistentes en muchos casos.

Principales preocupaciones de la población con respecto a los impactos de los cambios climáticos globales se relacionan a los riesgos para la vida y propiedad asociados a los incrementos potenciales en la frecuencia y magnitud de los fenómenos atmosféricos, tales como tormentas y huracanes, marejadas ciclónicas, inundaciones, y la erosión de las costas. También tenemos, los impactos a la salud humana, la producción de alimentos, los abastos de agua y a la biodiversidad (PRCCC, 2013).

Existen varios factores sociales, económicos, culturales y políticos que influyen en la capacidad de responder, manejar o adaptarse a las amenazas del cambio climático. La condición social y económica son factores determinantes en la capacidad de adaptación de la población. Una comunidad que se encuentre en una situación socioeconómica desventajosa estará más vulnerable pues no tienen capacidad o acceso a los recursos económicos necesarios para responder efectivamente y adaptarse a situaciones amenazante.

A medida que estos riesgos se hacen más marcados no habrá recursos sociales y económicos suficientes para atenderlos a todos. Las estructuras de protección contra estos eventos son sumamente costosas, especialmente las estructurales. Al PRCCC le preocupa las decisiones que habría que tomar eventualmente sobre qué áreas se van a proteger y cuáles no.

Información de Trasfondo

Este Plan cumple con algunos de los propósitos del Consejo de Cambio Climático, apoyado por el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).Los cuales son entre otros, "orientar a los que toman decisiones sobre la formulación e implantación de políticas públicas" sobre "vulnerabilidad a cambios climáticos, de planificación, y el desarrollo en áreas vulnerables, así como fortalecer los procesos de educación y concienciación ciudadana sobre los riesgos y las alternativas de adaptación a escenarios climáticos futuros". "Fortalecer la capacidad de Puerto Rico para lidiar con estos riesgos es de suma importancia para salvaguardar el progreso económico y aumentar la capacidad de recuperación de nuestros ecosistemas y nuestra gente." (PRCCC, 2013).

B. Localización y Descripción del Área del Proyecto

Localización

El Municipio de Loíza esta localizado en la costa noreste de Puerto Rico (Figura 1), en la latitud 18º 25' 23 norte y la longitud 65º 52' 23 oeste, cuenta con una extensión superficial de 19 millas cuadradas. Colinda con Canóvanas por el sur, con Carolina por el oeste y al este con Río Grande. Tiene una población de 30,060 habitantes (Censo, 2012). Su Barrios son Canóvanas, Medianía Alta, Medianía Baja, Pueblo, Torrecilla Alta, Torrecilla Baja (Figura 2).

Figura 1. Localización del Municipio de Loíza

https://en.wikipedia.org/wiki/Lo%C3%ADza,_Puerto_Rico

Figura 2. Barrio de Loíza y Municipios Colindantes

http://www.salonhogar.net/Link%20P.R/www.linktopr.com/loiza.html

Clima

Loíza está localizado en la provincia climatológica de la Zona Costera Norte. La precipitación promedio es de 58.75 pulgadas al año. Durante el periodo de 1971 a 2000 ha ocurrido una tendencia de mayor precipitación en los meses durante octubre a noviembre y los más secos son febrero y marzo. La temperatura promedio es de 85.6^0 F con una máxima de 94^0 F y mínima de 69^0 Fahrenheit. El viento sopla en dirección este-noreste durante el día y este-sureste durante la noche a una velocidad promedio de 8.6 mph y una máxima de 12.7 mph y mínima de 5.9 millas por hora (DIAF, 1997).

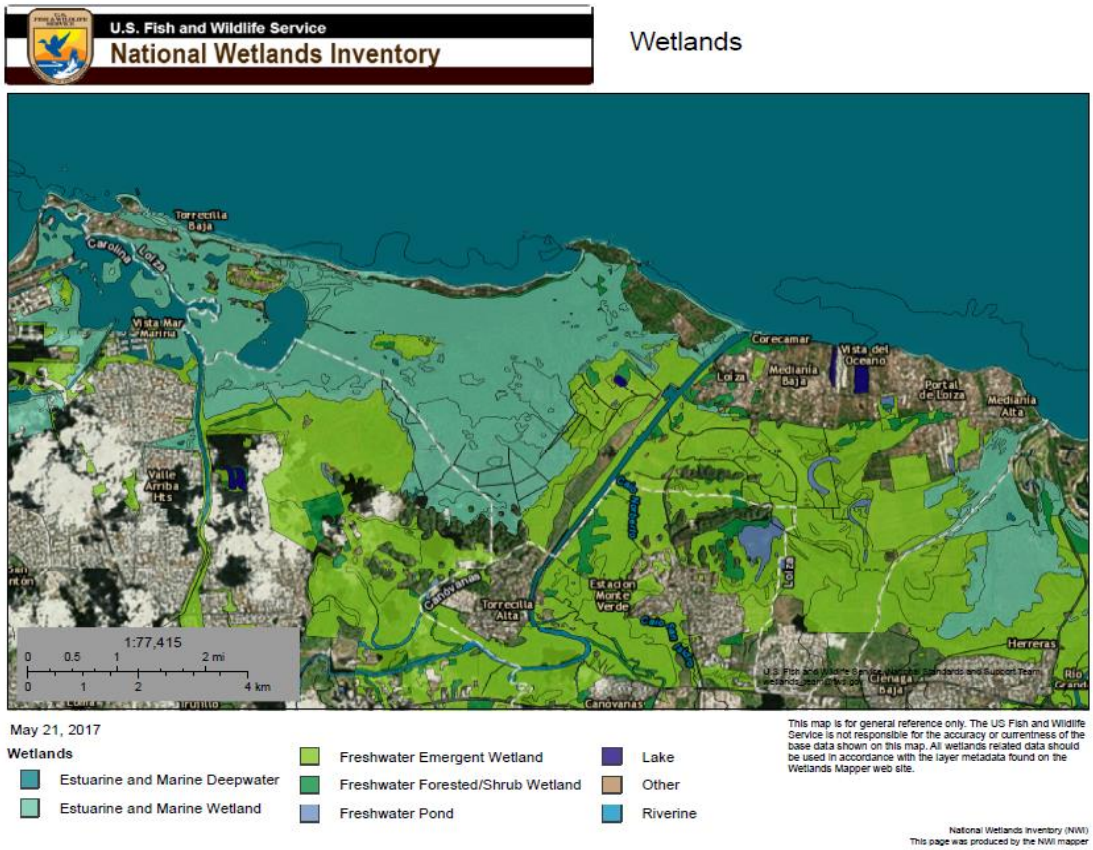
Topografía

Su relieve es mayormente llano con un máximo en elevación de 100 metros (328 pies) de altura sobre el nivel del mar (FPH). Correspondiente a los llanos costaneros del norte y a zonas Kársticas. La elevación sobre el nivel del mar de la mayoría del territorio del Municipio de Loíza varía entre 1 a 3 metros (USGS, 1969).

Hidrografía

Su sistema hidrográfico consiste en ríos, varias lagunas, y pantanos. Entre los ríos se destaca el Río Grande de Loíza y el Río Herrera. También, consiste de las lagunas de Piñones y La Torrecilla, y grandes extensiones de suelos pantanosos (Figura 3). El Río Grande de Loíza nace en el barrio Espino (San Lorenzo) y desemboca junto a Loíza Aldea. Se extiende a lo largo de 65 kilómetros (40 millas) aproximadamente, siendo el tercer río más largo en Puerto Rico y el más caudaloso.[14]

Figura 3. Mapa de Inventario de Humedales del Municipio de Loiza



Geología y Suelos

La geología y composición del área del Municipio de Loíza incluye depósitos de arena, depósitos aluviales, arcillas, terrenos pantanosos, lagunas y dunas (USGS, 1969).

Sistemas Naturales

Los sistemas naturales del Municipio de Loíza incluyen, playas arenosas, dunas, manglares, lagunas, ríos, zonas Kársticas y los llanos costeros. En la zona costera, en el área oeste del Municipio de Loíza, se localiza el Bosque Estatal de Piñones (Figura 4). Considerado un bosque costero, incluido en la Zona de Vida de Bosque Húmedo Subtropical. Tiene una cobertura de 630 hectáreas (1560 acres). El manglar es su mayor componente, representando un 70 por ciento de la flora existente. Considerado el mayor sistema natural continúo de manglares en Puerto Rico. El Bosque Estatal está constituido también por playas, bahías, arrecifes, praderas de hierbas marinas, salinas, islotes, lagunas y dunas de arenas. En este último ecosistema se observan hierbas, rastreras, y arbustos, típicos de playa. También, varias especies de cangrejos, tortugas marinas, y aves playeras. Entre las especies de fauna protegidas están el pelícano pardo (*Pelecanus occidentales*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*) (DRNA, 2008).

El Bosque provee habitáculo a aproximadamente 96 especies de aves. La Laguna de Torrecilla y la de Piñones, bordeada de mangle rojo, sostienen aproximadamente, 38 especies de peces. La laguna de Piñones es uno de los pocos lugares donde se puede observar este curioso e interesante fenómeno de fosforescencia en algunas temporadas (DRNA, 2008).

Figura 4. Mapa del Bosque Estatal de Piñones

https://www.alltrails.com/us/puerto-rico/waterfall

También, como parte de la costa, se aprecian las puntas Maldonado, Vacía Talega, Iglesia y Uvero y la Cueva de los Indios o María de la Cruz (Loíza Aldea). En esta última se han realizado investigaciones arqueológicas sobre el pasado indígena de la región.

Economía

Las principales industrias Loiceñas y las mayores fuentes de ingresos son el turismo y la pesca. Aunque las fuentes que mayor cantidad de empleos generan son la manufactura artesanal, las ventas al detal y la hostelería. La agricultura está orientada hacia el cultivo de frutos menores como los cocos, la caña de azúcar y otros frutos.[15]

Durante el 2012, se recaudó en ventas de productos agrícolas – ganado – un total de $ 434,993 y en el 2011 se informó la pesca de 5,354 libras con una valor de $ 13,383 (Caraballo, 2012), lo que evidencia el poco rendimiento en estos sectores económicos. A pesar de su cercanía a la zona metropolitana de San Juan, Loíza es uno de los municipios más pobres del archipiélago puertorriqueño.[19]

Loíza cuenta con lugares de interés turístico a lo largo de la costa, en especial, desde la punta de Cangrejos hasta la de Vacía Talega. Particularmente el Bosque Estatal de Piñones, único en su

clase por su ecosistema y la riqueza de su fauna y su flora. El Bosque posee un paseo tablado para caminatas, paseos en bicicletas, observación de paisaje y de aves. Cuenta también con una vereda interpretativa, torre de observación, gazebos para pasadías y muelle para paseos en kayak y botes.

Cultura

El casco urbano del pueblo es también conocido como "Loíza Aldea". Su santo patrón es San Patricio, sin embargo, las fiestas patronales del municipio se dedican a Santiago Apóstol. Son éstas uno de sus mayores atractivos, especialmente, la participación de los típicos vejigantes. Loíza es uno de los pocos lugares en Puerto Rico donde se manifiesta la herencia africana a través de la cultura. Aquí se conservan fuertemente la música y baile de bomba y de plena, reconocidas ampliamente gracias a diversos grupos folclóricos del área. Entre éstos se destacan los Hermanos Ayala y los Mayombes. El Río Grande de Loíza merece mención aparte, pues ha servido de gran inspiración a grandes poetas puertorriqueños tales como Julia de Burgos y Evaristo Ribera Chevremont.[14]

C. Propósito y Enfoque

Propósito

El propósito principal del Plan de Adaptación es evaluar la exposición y vulnerabilidad a los

riesgos relacionados al cambio climático que puedan afectar áreas en el Municipio de Loíza con estructuras e infraestructura crítica, y ecosistemas costeros sensitivos. Describir la severidad y periodicidad de los eventos y condiciones climáticas que pueden impactar o han impactado el Municipio de Loíza. Sensibilizar a la comunidad de Loíza sobre los peligros relacionados al cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación, envolviendo intrínsecamente a la comunidad en la creación, ejecución e implementación del Plan, promoviendo una comunidad más segura y resiliente.

Enfoque

Nuestro enfoque primordial es lograr que la comunidad se envuelva y sea partícipe clave en la preparación e implementación del Plan. Durante las reuniones participativas los actores nos brindaron información de riesgos y vulnerabilidad, e insumo sobre asuntos preocupantes, ideas, y posibles soluciones. La comunidad también fue participe clave en la identificación, evaluación y priorización de las acciones de adaptación a tomar.

D. Metas y Objetivos

Metas

1. Desarrollar un Plan de Adaptación a Cambios Climáticos de Base Comunitaria para el Municipio de Loíza donde:
    a. Se describan los eventos y condiciones climáticas que afectan o han afectado a la comunidad;
    b. Se identifiquen las áreas con estructuras e infraestructura crítica y ecosistemas costeros sensitivos y se evalué la exposición, vulnerabilidad y los riesgos relacionados a los cambios climáticos que puedan impactar esas áreas;
    c. Desarrollar y priorizar estrategias de adaptación en conjunto con la comunidad.

Objetivos

1. Revisar y recopilar información disponible sobre el Municipio de Loíza en los planes de riesgos, usos, planificación, y emergencias, y otros documentos ya existentes;

2. Recopilar información sobre la severidad y periodicidad de los eventos y condiciones climáticas que afectan o han afectado o impactado ha Loíza;

3. Describir los peligros, cambios y proyecciones en los patrones del cambio climático en Puerto Rico y los diferentes escenarios de cambio climático, aplicables al municipio de Loíza;

4. Describir los efectos potenciales y consecuencias del cambio climático y las circunstancias que agravan estos en el municipio de Loíza;

5. Preparar y ejecutar una encuesta entre los residentes de Loiza con el propósito de:
    a. Indagar sobre la percepción y conocimiento sobre el tema del cambio climático;
    b. Indagar sobre problemas relacionados a la exposición y vulnerabilidad a riesgos que tengan o puedan tener algún efecto o impactar el ambiente y la salud;
    c. Identificar los sectores, con mayor vulnerabilidad y sus necesidades.

6. Llevar a cabo varios talleres de cartografía participativa con diferentes grupos focales para:
    a. Identificar y delimitar las zonas y lugares en riesgo basado en las preocupaciones y percepción de la comunidad;
    b. Identificar y delinear dentro de zonas de riesgo:
        i. Facilidades e infraestructura critica;
        ii. Población con necesidades especiales;
        iii. Los principales sectores económicos y centros de actividad primarios;

iv. Lugares o áreas con riesgos secundarios y recursos sensitivos y claves y sus usos incompatibles.

c. Evaluar, categorizar y priorizar la vulnerabilidad a los riesgos relacionados al cambio climático;
d. Identificar, evaluar y priorizar acciones y estrategias de adaptación;

7. Recomendar estrategias y acciones de adaptación y como implementarlas.

E. Escenarios del Cambio Climático a ser Evaluados en Loiza

Como resultado de las altas temperaturas atmosféricas ha ocurrido un marcado y evidente cambio en los patrones climatológicos. Estamos viendo olas de calor más intensas y recurrentes, sequías más severas y duraderas, lluvias torrenciales más frecuentes e intensas, que resulta en inundaciones más severas y recurrentes, huracanes más intensos, y erosión de playas. A continuación se describen someramente una serie de escenarios climáticos bajo el contexto del efecto que tienen o tendrán en el Municipio de Loíza.

Temperatura

Las altas temperaturas atmosféricas están ocasionando olas de calor más intensas y recurrentes. Las *olas de calor* son eventos de larga duración con temperaturas extremadamente altas.

Nivel del mar

Las altas temperaturas atmosféricas están ocasionando aumento en la temperatura superficial del mar. Este calentamiento ha descongelado aceleradamente las capas de hielo sobre los continentes en zonas árticas y antárticas, y los glaciares sobre las grandes cordilleras continentales. Este aporte de agua sumado a la expansión térmica de los océanos por el calentamiento de la atmósfera está elevando el nivel del mar a una tasa cada vez más rápida. El alza en el nivel del es el factor predominante ocasionando un incremento en la tasa de erosión de playas y marcado retroceso en la línea de orilla de playas de Loíza y de Puerto Rico en general.

Tormentas y huracanes

Se ha notado una intensificación de huracanes debido al calentamiento de la columna de agua del mar. Se proyecta que esta tendencia continuara con un aumento en la frecuencia de los eventos de ciclones tropicales más intensos. También, se proyecta un aumento en la intensidad de las marejadas invernales que llegan a las costas de Puerto Rico.

Precipitación

Se proyecta que eventos de precipitación extrema podría aumentar en frecuencia e intensidad resultando en inundaciones más frecuentes y de mayor magnitud. También, han ocurrido cambios

en los patrones de precipitación, ocasionando sequías más severas y duraderas, Se proyecta que esto eventos de sequía continuaran.

Acidificación del océano

Los océanos al absorber de la atmosfera parte del exceso del gas de invernadero, dióxido de carbono (CO_2) se tornan ácidos lo que resulta en precipitación del carbonato de calcio, disminución en la calcificación de minerales de carbonato que forman los exoesqueletos de organismos marinos y disolución de rocas calcáreas.

II. RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LOIZA

A. Métodos de Estudio

El método de estudio consistió primeramente en revisar y recopilar información disponible sobre cambios observados, proyecciones, efectos y consecuencias actuales y/o potenciales, que provocaría cada una de las variables climáticas relacionadas al cambio climático. Se recopilo información sobre la severidad y periodicidad de los eventos y condiciones climáticas que afectan o han afectado o impactado ha Loíza.

Se llevaron a cabo una serie de talleres de cartografía participativa con los diferentes grupos focales donde se evaluó la exposición y vulnerabilidad a los diferentes escenarios y proyecciones de cambio climático, se identificaron estructuras críticas y ecosistemas costeros sensitivos y aquellos vulnerables o en riesgo. Se complementó el estudio de vulnerabilidad y riesgos con una encuesta a los residentes de Loíza.

También, se realizaron talleres de cartografía participativa con los diferentes grupos focales donde se identificó, desarrollo, evaluó y priorizaron las medidas y estrategias de adaptación a los riesgos potenciales.

1. Proceso de Evaluación de Vulnerabilidad y Priorización de Riesgos

A continuación se describe el método utilizado para identificar, evaluar y priorizar los riesgos climáticos en el municipio de Loíza durante los varios talleres de cartografía participativa con los diferentes grupos focales. El mismo está basado principalmente en el método de Flax, et. al, (2002). El método contiene los siguientes siete (7) Pasos.

PASO 1: Identificación y Descripción de Peligros, sus Efectos y Riesgos

Lista de Peligros

1. Olas de calor intenso;
2. Sequias más frecuentes e intensas;
3. Lluvias más frecuentes e intensas;
4. Alza en el nivel del mar;
5. Intensificación de huracanes y tormentas invernales;

6. Acidificación del océano.

PASO 2: Delineación Cartográfica de Zonas de Riesgo

a. Resaltar áreas vulnerables a impactos de múltiples riesgos

Con la información generada en la evaluación de riesgo se delinean las zonas vulnerables a impactos de múltiples riesgos en un mapa interactivo utilizando la plataforma de "Google Maps API". Esta información esta localizada en el portal digital. Con esta plataforma los usuarios de la comunidad puedan actualizar el Mapa de Zonas de Riesgo, cuando surja nueva información.

El Portal de Loiza.accionclima.org contiene una página con el Mapa de Zonas de Riesgo. Este es actualizable mediante la una aplicación de "Google Maps". Estas capas y puntos creados en la aplicación de "Google Maps" se pueden convertir a formato convencional KML de los sistemas de información geográfica (SIS).

PASO 3: Análisis de Vulnerabilidad de Infraestructura Crítica

i. Identificar y Delinear Infraestructura Dentro de Áreas de Riesgo - Tipo y Localización

Este paso de la evaluación identifica y delinea en los mapas de zonas de riesgo las facilidades críticas y la infraestructura vital del Municipio de Loíza.

1. ***Facilidades***

Se identifican las facilidades que proveen servicios esenciales a la comunidad y que son integrales para el manejo de emergencias – preparación, respuesta y recuperación a desastres – y para el funcionamiento de la comunidad. Incluyendo: refugios de emergencia, escuelas, hospitales y CDT's, egidas y hogares de ancianos, edificios públicos, bomberos, emergencias médicas, cuarteles de policía, entre otros.

2. ***Infraestructura***

Se identifica la infraestructura vital para el funcionamiento de la comunidad. Incluyendo: viviendas, infraestructura vial (rutas de acceso), bombas y tuberías de alcantarillados sanitario y pluvial, pozos sépticos, desagües naturales y construidos de escorrentía superficial, tuberías y bombas de agua potable.

PASO 4: Análisis de Vulnerabilidad a la Salud

i. Identificar y delinear áreas con necesidades especiales dentro de áreas de Riesgo

1.***Riesgo a la salud y vida***

PASO 5: Análisis de Vulnerabilidad Socioeconómica

i. Identificar y delinear las áreas de alto riesgo en los principales sectores económicos y centros de actividad primarios.

Identificar que empresas son más importantes para la comunidad. Donde los impactos podrían tener efectos adversos en la economía local

ii. Identificar y delinear sectores de la población con necesidad de asistencia especial o que podría tener dificultades adaptándose, respondiendo y recuperándose de desastres

PASO 6: Análisis de Vulnerabilidad Ambiental y de Recursos Naturales y Culturales

i. Identificar y delinear lugares o áreas con recursos sensitivos claves con riesgos secundarios e impactos secundarios sobre áreas de riesgo primario

1. ***Recursos sensitivos claves y sus impactos secundarios o usos y actividades no compatibles***
   - Humedales
   - Playas, dunas y vegetación
   - Ríos, quebradas y canales o caños

2. ***Riesgos secundarios***
   - Pozos sépticos
   - Tanques soterrados
   - Almacenamiento de materiales peligrosos
   - Marinas

PASO 7: Priorizar Riesgos

Basado en preocupaciones y percepción de la comunidad y tomando en consideración varios factores de riesgo se analizan cualitativamente, los peligros relacionados al cambio climático, identificando aquellos que presentan el mayor riesgo para el Municipio de Loíza. Para encontrar el valor de riesgo se utiliza la formula a continuación, donde se suman los valores de los primeros cuatro (4) factores y el resultado se multiplica por el valor asignado a la magnitud o severidad, lo cual es el factor más significativo en incrementar el riesgo.

Formula de Valor de Riesgo = (Probabilidad + Escala de tiempo + Área impactada + Categoría de impacto) x Magnitud impacto potencial.

A continuación enumeramos y describimos cada uno de esos factores de riesgo.

1. Factores de Riesgo

a. *Probabilidad:* Con qué frecuencia ocurre el evento o situación;

b. *Escala de tiempo:* Cuando se incrementaría su frecuencia, intensidad o magnitud;

c. *Área impactada:* Tamaño del área que podría verse impactada;

d. *Categorías del impacto:* Categorías del tipo de impacto.

e. *Magnitud o severidad del impacto potencial:* Cuan severo podría ser el impacto;

Probabilidad:

5 Muy alta o muy probable
4 Alta u ocurre ocasionalmente
3 Mediana o poco probable que ocurra, pero podría ocurrir
2 Baja o improbable
1 Muy baja o muy poco probable que ocurra
0 Nula o remota. Casi imposible que ocurra

Escala de tiempo:

3 Está ocurriendo actualmente
2 En años
1 En décadas

Área impactada:

4 Todo el Municipio
3 Toda el área urbana
2 Sectores
1 Localizada

Categorías de tipo de impacto

5 Seguridad
4 Salud
3 Infraestructura
2 Ambiente y recursos naturales y culturales
1 Economía

Magnitud del impacto potencial:

6 Catastrófico
5 Severo
4 Mayor
3 Moderado
2 Leve
1 Incidental

2. Encuesta a Residentes

La encuesta a los residentes de Loiza identifica problemas relacionados a la exposición y vulnerabilidad a riesgos que estén o puedan tener algún efecto o impactar el ambiente y la salud. También, se recolecta información sobre las experiencias relacionadas a eventos y condiciones climáticas específicas y ayudo en la identificación de las comunidades o áreas demográficas afectadas (sectores), con mayor vulnerabilidad.

3. Identificación, Evaluación, Categorización y Priorización de Estrategias Adaptativas

El estudio de vulnerabilidad y riesgos, descrito anteriormente, evalúa la exposición y vulnerabilidad, delinea las zonas vulnerables a impactos de múltiples riesgos, identifica infraestructuras críticas, la población con necesidad de asistencia especial, y los efectos adversos en la economía local. También, identifica ecosistemas sensitivos y claves para la ecología y protección de la infraestructura construida, y aquellos ecosistemas que han sido y/o está siendo impactados. Además, el Estudio analiza cualitativamente y prioriza el riesgo de los diferentes escenarios climáticos.

La segunda etapa del Plan de Adaptación consistió en determinar las estrategias de adaptación para mitigar esos riesgos identificados. La metodología para determinar las estrategias de adaptación, comenzó con la consideración de las consecuencias de los escenarios climáticos de más alto riesgo determinados en el estudio de vulnerabilidad. Luego, se procede a identificar y seleccionar las acciones, medidas y estrategias de adaptación que mitigarían estos riesgos, utilizando información provista por varias guías (Flax, et. al., 2002; IPCC, 2014; NOAA, 2010; PRCCC, 2013; & PRCCC, 2015). Basado en estas guías se presentan y categorizan los diferentes tipos de acción, medidas y estrategias. Entonces con la participación de los diferentes grupos focales y utilizando los diferentes criterios de priorización provistas por las guías, procedimos a evaluar y a priorizar las mismas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Peligros, Cambios, Proyecciones, Efectos, Consecuencias y Escenarios del Cambio Climático

Esta sección presenta los cambios observados en las variables climáticas en Puerto Rico y/o en el Caribe, para cada uno de los peligros del cambio climático que amenazan la región. También, se presentan las proyecciones y/o tendencias estimadas de esos cambios en el futuro basados principalmente en el informe del PRCCC (2013).

También, se provee una descripción de los efectos y consecuencias actuales y/o potenciales, que provocaría cada uno de los causantes o peligros, relacionados al cambio climático. Además, se plasman las circunstancias existentes que agravarían esos efectos y consecuencias. Incluyendo, los diferentes escenarios potenciales del conjunto de variables interrelacionadas actuando de forma unísona y reforzadamente.

Merece mencionar que todos estos efectos y consecuencias causados por los peligros del cambio climático empeoraran a medida que el incremento en temperatura aumenta. Esto es así, debido a varios procesos de retroalimentación positiva, los cuales aceleran el incremento en la temperatura atmosférica, y la severidad de los cambios climáticos (Ver apéndice en página 42).

Los peligros del cambio climático considerados son los siguientes:

1. Aumento en la temperatura atmosférica

Según el PRCCC (2013), en la región del Caribe desde el año 1900 al 2010, la temperatura atmosférica media subió 1ºC (1.8º F). En el periodo 1958-1999 las noches muy cálidas aumentaron en un 8% y el número de días calurosos aumento un 6%. Se proyecta un calentamiento atmosférico de 0.02^0C por año, equivalente a 0.8^0C (1.44^0F) para el 2050 y de 2-5^0C (3.6-9^0F) para el 2100.

Los efectos actuales y/o potenciales del incremento en la temperatura atmosférica son los siguientes:

1) *Olas de calor;*

Las olas de calor son eventos de larga duración con temperaturas extremadamente altas. Estas pueden causar golpe de calor ("heat-stroke") y agotamiento por calor ("heat-stress"), especialmente en personas susceptibles. Las personas susceptibles incluyen, niños menores de 5 años, personas mayores de 65 años, personas con condiciones renales, cardiovasculares o hipertensión, y personas incapacitadas, encamadas o postradas. La encuesta realizada a los residentes de Loiza encontró que el 39.3% de los hogares posee miembros de la familia, incapacitados o de 65 años o más, en el 33% viven personas con condiciones de presión alta, cardiovasculares o problemas con los riñones.

Las olas de calor son exacerbadas por el efecto de la "isla de calor", donde debido a la falta de sombra provista por árboles o plantas las zonas urbanas se sobrecalientan. A esto se le añade la situación actual de la infraestructura de energía eléctrica deteriorada y deficiente, que se combina con mayor demanda de energía eléctrica durante olas de calor. Esta situación conduce a apagones y la consecuencia de no poder usar el aire acondicionado. Esto impacta especialmente aquellos grupos susceptibles mencionados anteriormente y también a familias de bajos recursos que no poseen aire acondicionado ni planta eléctrica.

2. Aumento en la temperatura superficial del mar (TSM)

La temperatura superficial del mar (TSM) en el Caribe se ha elevado por 1.5ºC desde el siglo pasado. Se espera un aumento de 1.17^0 C (2.10^0F) en el TSM promedio dentro de los próximos 50 años.

Los efectos actuales y/o potenciales del incremento en la temperatura de cuerpos de agua (ITCA) son los siguientes:

1) *Blanqueamiento de corales;*

Las temperaturas altas en el mar inducen el blanqueamiento de corales, resultando en la pérdida y degradación de corales, y los bienes y servicios que estos proveen. Incluyendo la capacidad de

reducir la energía del oleaje, protegiendo las playas contra la erosión. Los corales también son un habitáculo de organismos marinos importante para la pesca artesanal local.

El impacto de la sedimentación causada por mal manejo de suelos es una de las circunstancias agravantes que degradan y hacen susceptible a los corales al blanqueamiento.

2) *Intensificación de huracanes.*

Se espera la intensificación de huracanes debido al calentamiento de la columna de agua de mar. Cuando la temperatura de la superficie del agua se eleva, el agua se evapora con mayor facilidad e induce la intensificación de huracanes.

3. Cambio en los patrones de precipitación

Los datos indican que desde el 1948 ha disminuido la precipitación en el Caribe entre -0.01 a -0.05 mm/día/año. La reducción en lluvia de -0.0012 a -0.0032 mm/día/año, continuará hasta el 2050. Los patrones cíclicos se espera que cambiaran con un incremento en precipitación para las Antillas Mayores, durante diciembre a febrero, y reducción entre junio a agosto. No obstante, se proyecta un aumento en la intensidad de precipitación (AIP) (eventos de lluvia extrema) (PRCCC, 2013).

1) *Inundaciones*

Se proyecta que la precipitación intensa podría aumentar en frecuencia e intensidad resultando en inundaciones más frecuentes y de mayor magnitud. Además, una serie de circunstancias que agravarían las inundaciones: 1) en las áreas urbanizadas de Loiza los desagües naturales de escorrentías son interrumpidos por estructuras duras, tales como calles, encintado, viviendas, etc. 2) la reducción en capacidad de desagüe debido a sedimentación, escombros, bloqueos, etc. en sistemas naturales (canales y quebradas) de desagüe y construidos; 3) alza en volumen de escorrentías causadas por menor infiltración de agua de lluvia debido a la menor cobertura vegetal y aumento de superficies impermeables; 4) alza en el nivel freático inducido por alza en el nivel del mar reduce la tasa de percolación; y 5) alza en el nivel de los cuerpos de agua recibidores de las descargas de escorrentías reduce la capacidad de desagüe.

2) *Sequía;*

Disminución de la cantidad y calidad del agua potable en embalses agravada por una menor capacidad de almacenamiento de los embalses debido a la sedimentación causada por prácticas inadecuadas de manejo del suelo en las regiones montañosas.

De acuerdo al Monitor de Sequía de los Estados Unidos, en el 2015, municipios en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Loíza estuvieron bajo una condición de sequía severa y extrema. Katharine Hayhoe, de Texas Tech University realizo estudios de modelaje donde las condiciones climáticas proyectan un ambiente generalmente más cálido y seco, menos precipitación y más evaporación por las altas temperaturas. Lo que se traduce en menos escorrentías supliendo los

embalses de abasto de agua para el área metropolitana. Rafael Rodríguez Cruzado, director del Centro de Estudios Científicos del Caribe-Florida del USGS indico que Puerto Rico contempla la posibilidad de tiempos de sequía prolongada y que lo que está ocurriendo en estas condiciones de sequía ocurran con mayor frecuencia.[10]

4. Alza en el nivel del mar (ANM)

El mareógrafo localizado en la bahía de San Juan Puerto Rico, muestra un alza en el nivel del mar (ANM) de 2.01 mm/año desde 1962 hasta el 2017 y una aceleración de 6.88 mm/año desde el 2010 al 2017. Según la data del mareógrafo, provista por el profesor Aurelio Mercado, el nivel del mar ha subido 11.05 centímetros 0.55mm (4.35 pulgadas) en 55 años. No obstante el nivel del mar ha tenido una tendencia ascendente desde antes del 1962. El promedio global de alza en el nivel del mar en el periodo 1880-2013 ha sido de aproximadamente 23cm (9.05 pulgadas).16

Basado en la tendencia lineal desde 1990, de 3.93 mm/año en la bahía de San Juan, y utilizando el modelo de la NOAA, Mercado-Irizarry (2017) encontró, que el valor más alto proyectado para el ANM, para Puerto Rico es de 0.75 metros (2.46pies) para el año 2050 y de 2.24m (7.35pies) para el año 2100. Ver mapas de riesgo de ANM en páginas 66 a 73.

Los efectos actuales y/o potenciales del alza en el nivel del mar (ANM) son los siguientes:

1) *Incremento en la tasa de erosión de playas;*

El ANM es el factor predominante ocasionando un marcado retroceso en la línea de orilla de playas de Loíza y de Puerto Rico en general. Al nivel del mar estar más alto, el efecto erosivo de las olas de tormentas invernales se amplifica por que la ola impacta la playa a un nivel más alto. Esto se agrava más aun debido a varios factores: 1) el represado de la fuente de arena terrígena que alimentaba las playas de Loíza; 2) menor producción de arena por corales degradados; 3) estructuras construidas en extrema proximidad a la orilla; 4) eliminación de la línea de vegetación y dunas que mitigan la erosión.

En Loíza observamos la destrucción y/o degradación de ecosistemas costeros y pérdida de los servicios de protección que estos no ofrecen en forma de amortiguamiento de la fuerza erosiva del oleaje. Las playas están más estrechas, libres de vegetación y dunas.

2) *Elevación en nivel freático a causa de intrusión subterránea de agua de mar;*

La influencia del alza en el nivel del mar sobre el nivel freático disminuirá la cantidad y calidad del agua de pozo. También, afectará o hará inadecuada los campos de percolación de los sistemas sépticos. Además, esta disminución en percolación crea situaciones en varios lugares de aguas de inundación estancada y mezcladas con aguas séptica, los que compromete la salud de los residentes

3) *Elevación en el nivel de la superficie del agua de canales de desagüe, quebradas, ríos, y lagunas.*

Reducción en desagüe pluvial.

5. Intensificación de huracanes y tormentas invernales

Dos huracanes de gran intensidad (Categoría 4-5), Irma y Maria, impactaron a Puerto Rico en septiembre de 2017 y la tormenta invernal en marzo del 2018, produjo marejadas de 18 pies.
Se proyecta un aumento en la frecuencia de los eventos de ciclones tropicales más intensos y un aumento en la intensidad de las marejadas invernales que llegan a las costas de Puerto Rico.
Los efectos actuales y/o potenciales del Aumento en intensidad de tormentas y huracanes son los siguientes:

1) *Incremento en la tasa de erosión de playas;*

Combinación de alza en el nivel del mar y marejadas ciclónica y marejadas invernales incrementaran tasa de erosión y retroceso de la línea de la orilla. Barreto M. (2017) realizo una evaluación geomórfica de las playas de Puerto Rico donde se encontró un retroceso de la línea de orilla, o perdida de arena, de 1.93 metros por año, desde los años setenta (70) hasta el 2010 en la playa de Parcelas Suarez. También, se encontró que el problema de erosión y mayores cambios en el perfil de playa (elevación y ancho) ocurrieron, entre otras, en la playa de Parcelas Suarez.

2) *Exacerbación de inundaciones costeras por aumento del oleaje y marejada ciclónica;*

Hemos observado que la falta de una línea continua de vegetación en ciertas secciones de la playa de Piñones y Vacía Talega, exacerba las inundaciones costeras.

3) *Daño por viento;*

Infraestructura eléctrica, vial, vivienda deteriorada y susceptible a vientos e inundaciones causada por huracanes más intensos. Destrucción de infraestructuras energéticas resultando en apagones prolongados.

6. Acidificación de los océanos

El pH de los océanos ha descendido de 8.16 a 8.05 desde el año 1800 y la calcificación y precipitación de minerales de carbonato está disminuyendo. Esta tendencia incrementara a medida que se eleve la concentración de CO2 en la atmosfera y la concentración de este en el océano continúe incrementando a su vez debido a la absorción.

Los efectos actuales y/o potenciales de la acidificación de los océanos son los siguientes:

1) *Disolución del carbonato de calcio en el carapacho de organismos marinos y en rocas de elionita.*

La concentración sobre lo normal de dióxido de carbono (CO2) en la atmosfera ha ocasionado que el océano absorba parte de este exceso. Esto resulta en un incremento en la acidez del océano. Esta acidez influye negativamente en la formación de carapachos de organismos marinos, incluyendo los corales.

La elionita es una roca formada por la cementación de arena de playa formadas mayormente por partículas de carbonato de calcio (CaCO3) de organismos marinos muertos. Por ende la roca de elionita que protege las playas del embate del mar, se está disolviendo por la acidez del océano.

Se pierden los bienes y servicios que proporcionan como consecuencia de la pérdida de corales, degradación de ecosistemas marinos y disminución de rocas de elionita. Incluyendo sustento de pesca y reducción en la protección costera por medio del amortiguamiento de oleaje. Esto se exacerba por el deterioro e impacto a corales por falta de prácticas de manejo adecuado.

B. Riesgo y Vulnerabilidad del Municipio de Loíza

Los resultados de la evaluación y priorización de los riesgos se ofrece en la Matriz 1 en la página 23. El peligro que mayor riesgo representa para el pueblo de Loíza son las marejadas de frentes de frío y huracanes. Estas, en combinación con el alza en el nivel del mar, tienen el efecto de erosionar las playas, causando retroceso de la orilla, e inundación de las costas, interrumpiendo las vías de acceso y con potencial de perdida de vida y destrucción de propiedad. Particularmente la sección de playa desarrollada con viviendas y condominios, entre Ocean Point y Punta Uvero por lo cual se delimita en el mapa de riesgo como zona impactada (Mapa, página 44), porque ha sufrido un retroceso significativo de la línea de orilla debido a la erosión y ha ocurrido destrucción de estructuras y calles por marejadas.

Prácticas indebidas de planificación realizadas en el pasado, han permitido el desarrollo en lugares vulnerables. Particularmente en el casco urbano, donde se ha construido estructuras en extrema proximidad a la orilla del mar, lo que agrava el problema de erosión. Esto ha llevado a los dueños de propiedades a depositar revestimientos de rocas en sus frentes de playa para proteger su propiedad de la erosión, lo que ha agudizado aún más el problema en orillas aledañas;

Las secciones de playa a lo largo de la Carretera Estatal PR-187 - La Pocita, Aviones, Tocones, Vacía Talega, Arenas y el área de restaurantes del sector Boca Cangrejos - sufren de inundación costera, lo que la hacen intransitable durante eventos de marejadas de frente de frio y/o huracanes. Esto se debe a la destrucción y/o degradación del ecosistema playa. Las playas en algunas secciones están más estrechas, libres de vegetación y dunas. Lo que redunda en la pérdida del servicio de protección que estos no ofrecen en forma de amortiguamiento del efecto erosivo y de inundación del oleaje. Ósea, el riesgo de inundación costera se incrementa debido al recurso natural playa degradado o impactado. Por ende se delimita en mapa de riesgo la inundación costera paralelo a recurso natural degradado o recurso natural impactado (Mapa, página 46).

El ecosistema playa con sus dunas y su vegetación asociada es un recurso natural sensitivo clave para la protección de la infraestructura vial y de vivienda. La playa, la duna con su vegetación estabiliza la playa y absorbe la energía de la ola, reduciendo la distancia de remonte y por ende su efecto erosivo y de acarreo de arena. También reduce el impacto directo de la ola y la inundación de la infraestructura.

La protección que ofrecían las dunas creadas por la vegetación costera se ha perdido debido a la extracción de arena para la industria de la construcción y a su eliminación para desarrollo. La pérdida de dunas hace que la costa sea más susceptible a inundaciones por marejadas ciclónicas y marejadas de frente de frío. La falta de dunas también acelera el proceso de erosión por la pérdida de las reservas de arena que ofrecen estas, necesario para el funcionamiento efectivo del sistema dinámico de erosión-acreción.

Las playas de Loíza han sufrido de extracción de arena desmedida desde los años cincuenta, cuando se eliminaron alrededor de media (0.5) milla de extensión de dunas de playa, desde Punta Maldonado hacia el este, para la construcción del aeropuerto Luis Muñoz Marín. Esto ocasionó inundaciones recurrentes de la Carretera PR-187, lo que obligó al Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos a elevar la carreta en ese sector

Actualmente el estacionamiento vehicular y el tránsito de usuarios sobre las playas, sus dunas y vegetación están impactando las playas del área de Piñones mayormente. Esta actividad degrada y/o destruye la duna y la cubierta vegetal de la playa. Esto resulta en la pérdida del efecto estabilizante y amortiguador que ofrecen las dunas y/o la vegetación. Se ha observado claramente, secciones de playa donde existe una discontinuidad de la línea de dunas y/o vegetación. Por estas aberturas la ola entra con más fuerza al no encontrar resistencia, y se incrementa su efecto erosivo y de acarreo de arena y aguas de inundación costera.

El aumento en la intensidad de eventos de precipitación (AIEP) y huracanes es otra combinación de peligros con un alto valor de riesgo debido a las inundaciones que causa en muchas diferentes áreas de Loiza y cuya consecuencia son perdida de bienes, interrupción de las vías de acceso, mezcla de aguas estancadas con aguas sépticas y su consecuente exposición a patógenos intestinales, de la piel y criadero de mosquitos. En la matriz de riesgo (Página 23) se enumeran algunas de las áreas o sectores que fueron identificados como susceptible a inundarse y se delimitan en el mapa de riesgo (Página 44) como zona inundable.

Varios factores causados por el ser humano agudizan aún más el problema de inundación por lluvias de muchas áreas urbanizadas de Loiza. Localmente, la falta de mantenimiento y deterioro del sistema de desagüe pluvial, malas prácticas de manejo de desperdicios sólidos y de usos de suelo que ocasionan la deposición de escombros, y la sedimentación de las quebradas y canales de

desagüe, reducen la capacidad de desagüe de estas. También, el desarrollo de viviendas, calles e encintado ha bloqueado en ciertas áreas las vías naturales por donde discurren las escorrentías, interrumpiendo su flujo y disminuyendo la capacidad de drenaje superficial. En adición el sistema de bombas y compuertas manejado por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), no funciona desde el 2013. Esta situación ocasiona que el sistema de canales de desagüe no fluya, las aguas están estancadas. Esta situación crea una susceptibilidad extrema de inundación en los sectores Mini-Mini, Toledo, Villasantos, y Melilla. El caño del Pueblo también tiene la misma situación de sedimentos y escombros que reducen su capacidad de desagüe. En adición el flujo de los ríos está restringido por el alto volumen de arena en los deltas. Un problema adicional de inundación, especialmente en las riberas de las lagunas y el Rio Loiza, ocurre cuando se abren las compuertas de la represa del Lago Carraízo.

El alza en el nivel del mar es un peligro que tiene un efecto multiplicador. Esto es así porque a medida que el nivel del mar aumenta, el efecto y consecuencias de precipitación extrema, marejadas y marejadas ciclónicas de huracanes, combinadas con percolación reducida por alza en nivel freático y menor capacidad de desagüe a cuerpos de agua con niveles elevados. Esto añadido a los varios factores discutidos anteriormente que reducen la capacidad de desagüe, agravará la magnitud y severidad de los efectos y consecuencias de las inundaciones causadas por esto peligros mencionados, y por lo tanto el valor del riesgo aumentará al pasar el tiempo.

Los recursos o ecosistemas naturales sensitivos y claves son aquellos que ofrecen un sinnúmero de beneficios y servicios a la sociedad. Beneficios tales como áreas para el esparcimiento, contemplación, recreación, y turismo. También, nos ofrecen servicios que protegen al medio ambiente construido. La vegetación costera y ribereña, las dunas, arrecifes, manglares, y otras características naturalmente protectoras reducen los efectos negativos de los eventos de riesgo. Sin embargo se ha observado que algunos de estos ecosistemas están degradados o inexistentes por usos y actividades inadecuadas.

Durante evento de vientos huracanados las viviendas de relativa fragilidad son vulnerables. Durante el paso del huracán Maria el 90% de las viviendas de construcción en madera y zinc, y 514 casas con techos de madera y zinc se destruyeron.
Durante el huracán Maria se desplazaron cientos de residentes que vivían en casas de madera y zinc hacia refugios. Sin embargo se documenta un caso de un refugio que no estaba preparado para la emergencia, especialmente para personas con condiciones de salud y envejecientes. No tenían medicinas, equipos médicos especializados y tampoco energía eléctrica para operar los equipos y mantener los medicamentos. También hubo un caso de un hospital que no pudo aceptar nuevos pacientes pues no estaban preparados con suficientes medicamentos, combustible para generadores, agua potable, etc.

Las olas de calor son episodios de temperaturas inusualmente altas de duración de al menos 2 a 3 días. Estos causan un aumento en la mortalidad y morbilidad, especialmente entre personas

mayores de edad, niños pequeños, personas con enfermedades crónicas, y en los grupos social y económicamente desfavorecidos por no tener aires acondicionados. Esta situación se agrava por el efecto de las "islas de calor" en áreas urbanas desprovistas de árboles de sombra y otro tipo de vegetación.

El USGS indico que Puerto Rico contempla la posibilidad de tiempos de sequía prolongada y que lo que está ocurriendo en estas condiciones de sequía ocurran con mayor frecuencia.

El Municipio de Loíza cuenta con varias dependencias para ofrecer sus servicios relacionados a manejo de emergencias: Obras Públicas Municipal, Policía Municipal, y Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres. Sin embargo, la Contraloría de Puerto Rico emitió una opinión parcialmente adversa en su informe para el período auditado del 1 de septiembre de 2012 al 31 de diciembre de 2015, debido a, entre otras razones, el manejo y control del presupuesto operacional en el Municipio de Loíza. Durante el periodo auditado el Municipio opero en déficit, terminando en el 2014-2015 con déficit presupuestario de 75% o $7,986,389 (OCPR, 2017).

El informe de la Contraloría indica lo siguiente referente a operar con déficits: "Efectos de operar con déficit en un año fiscal determinado reduce los recursos disponibles para el año fiscal siguiente, debido a que el importe del mismo tiene que consignarse en el próximo presupuesto con carácter preferente. Por consiguiente, también se afectan adversamente los servicios que se deben prestar a la ciudadanía."

En entrevista por el periódico Primera Hora la alcaldesa Julia Nazario, indicó que el municipio cuenta con un presupuesto de aproximadamente $11.5 millones, y con los recortes el presupuesto le bajaría aproximadamente un millón. También, indico al diario que tienen una deuda de $13.5 millones y que desde que tomó las riendas del Municipio comenzaron a hacer unos ajustes fiscales.[11]

Matriz 1a – Priorización de Riesgo del Cambio Climático de Loiza

Escenario Climático	Peligro(s)	Consecuencias	Área	Probabilidad	Escala de Tiempo	Área Impactada	Categoría de Impacto	Magnitud	Valor de Riesgo
Marejadas de frentes de frio	Erosión de playas	Retroceso de la orilla	Segmento entre Ocean Point a Uvero Point	5	3	2	(5+3) 4	5	70
Huracanes	Marejada ciclónica	Pérdida de vidas y bienes;	Varios sectores cercanos a las costas (mar, lagunas, ríos)	4	3	3	(5+3) 4	5	70
Aumento en la intensidad de eventos de precipitación (AIEP)	Inundaciones	1) Pérdida de vida y bienes; 2) Calles y carreteras intransitables; 3) Aguas estancadas se mezclan con aguas sépticas. a) Exposición a patógenos intestinales, de la piel, etc.; b) Criadero de mosquitos.	Sectores: 1) Acceso a comunidad de Piñones;	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			2) Pueblo centro y área Ancón;	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			3) *C/*La Gallera & Los Millonarios;	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			4) Urb. Palmarenas & Urb. El Cabo (*sec. sur);*	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			5) Parcela Suarez (var. calles);	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			6) Tocones, Los Colobos;	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			7) Los Vizcarrondo, Villa Cristiana;	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
			8) Villa Santos, Miñi-Miñi.	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5
AIP & Huracanes	Aguas de inundación estancadas	Patógenos	Sectores: Mismo que arriba	4	3	3	(4+3) 3.5	5	67.5

Matriz 1b – Priorización de Riesgo del Cambio Climático de Loiza

Escenario Climático	Peligro(s)	Consecuencias	Área	Probabilidad	Escala de Tiempo	Área Impactada	Categoría de Impacto	Magnitud	Valor de Riesgo
Alza en nivel del mar	Inundación	Inhabitabilidad	Todo el Municipio (ver anejo para las áreas que se pudieran ver afectadas)	3	1	4	(15/5) 3	6	66
Marejadas	Inundación costera	Intransitable SR PR-187	Playa La Pocita	4	3	2	(5+3) 4	5	65
Marejadas	Inundación costera	Intransitable SR PR-187	Playa Aviones y Playa Tocones	4	3	2	(5+3) 4	5	65
Marejadas	Inundación costera	Perdida de vida y propiedad	Restaurant área – Boca Cangrejos	4	3	2	(5+3) 4	5	65
Marejadas	Erosión de playas	Retroceso de la orilla	Segmento 4: Uvero Point - Rio Herrera	4	3	2	3	5	60
Incremento en tempera-tura atmosférica (ITA)	Olas de calor;	Agotamiento por calor y golpe de calor (“Heat stroke”)	Todo el Municipio	4	3	4	4	4	60
ITA y reducción en precipitación	Sequia;	Disminución de la cantidad y calidad de agua del acuífero;	Todo el Municipio	4	3	4	4	4	60
Huracanes	Marejada ciclónica	Intransitable PR-187	Desde de restaurantes en sector La Torre hasta puente Rio Loiza	4	3	4	3	4	56
Huracanes	Vientos	Perdida de vida y propiedad	Viviendas frágiles	4	3	4	3	4	56
Huracanes	Vientos	Impacto a infraestructura eléctrica	Todo el Municipio	4	3	4	3	4	56
Alza en nivel del mar	Alza en nivel freático	Drenaje inadecuado del sistema séptico; Aguas estancadas.	Todo el Municipio	4	3	4	(4+3+2) 3	4	56
Marejadas	Inundación costera	Perdida de vida y propiedad	Segmento 2 y 3: Ocean Point - Uvero Pt.	4	3	2	(5+3) 4	4	52
Marejadas	Inundación costera	Perdida de vida y propiedad	Segmento 4: Punta Uvero - Rio Herrera	4	3	2	(5+3) 4	4	52
Alza en nivel del mar	Alza en nivel freático	Reducción de percolación de agua	Todo el Municipio	4	2	4	(4+3+2) 3	4	52

Matriz 1c – Priorización de Riesgo del Cambio Climático de Loiza

Escenario Climático	Efecto y/o Escenario	Consecuencias Potenciales	Área	Probabilidad	Escala de Tiempo	Área Impactada	Categoría de Impacto	Magnitud	Valor de Riesgo
Alza en nivel del mar	Alza en nivel freático	Impacto en calidad agua potable	Todo el Municipio	4	2	4	(4+3+2) 3	3	52
ITA	Fuegos forestales	Destrucción de hábitat natural;	Todo el Municipio	4	2	4	4	3	52
Marejadas	Inundación costera	Intransitable SR PR-187	Playa Vacía Talega - Arenas	4	3	2	3	4	48
Marejadas	Inundación costera	Intransitable SR PR-187	Boca Cangrejos - Área restaurantes	4	3	2	3	4	48
AIP	Hipoxia, proliferación de algas, patógenos	Aumento en vectores virales;	Todo el Municipio	4	3	4	4	3	45
ITA	Calor; Fuegos forestales; Mayor humedad del aire	Enfermedad inducida por particulados, bacterias, hongos y tóxicos (patógenos)	Todo el Municipio	4	3	4	4	3	45
Incremento en temperatura del mar y acidificación									
Alza en nivel del mar	Erosión	Retroceso de la orilla	La Península, Laguna Torrecilla	5	3	2	2	3	36
Marejadas	Erosión de playas	Perdida de vida y propiedad	Segmento 1:Rio Grande - Ocean Point	3	2	2	2	3	27
Marejadas	Erosión de playas	Retroceso de la orilla	Segmento 1: Rio Grande - Ocean Point	4	2	2	2	2	20

Ante la precaria situación fiscal del gobierno local y del estatal afecta el acceso rápido y adecuado de ayudas gubernamentales. La comunidad de Loíza tiene recursos sociales y económicos insuficientes para responder efectivamente, recuperarse y adaptarse a situaciones de riesgo climáticos.

Existen medidas de protección y adaptación contra eventos relacionados al cambio climático que la población las puede realizar a nivel individual a un esfuerzo y costo razonable. Sin embargo muchas de las medidas y estrategias de adaptación pueden ser sumamente costosas, especialmente las estructurales y de restauración de ecosistemas, pues algunas necesitan de equipo y contratistas especializados para realizarlas.
Otra situación que pone en desventaja socioeconómica y influye adversamente en su vulnerabilidad a riesgos climáticos, es que las comunidades Loiceñas muchas veces trabajan de manera independientes, viviendo una forma de fragmentación social que afecta la capacidad y efectividad con que pueden responder, recuperarse y adaptarse a estos eficazmente. También, debido a su relativamente alto nivel de pobreza podemos inferir la carencia de un robusto capital social. Quiere decir que, Loiza no posee las conexiones y acceso a influencias políticas e institucionales que les facilita el acceso al apoyo de las autoridades relativo a otras comunidades más pudientes.

Varios líderes y miembros de la comunidad han expresado en varias ocasiones que se sienten prejuiciados por su raza y estatus social. Durante una reunión un miembro de la comunidad se expresó al respecto y dijo que "… no se debería de perder de perspectiva, que Loíza ha sido discriminado y empobrecido…" "Parte de la riqueza de otros municipios ha sido a base de la pobreza de Loíza. Por ejemplo "los pescadores y el desarrollo de la marina" de botes de placer. Un residente menciono que "El gobierno tiene el trabajo de hacer normas y leyes. Las Agencias no visitan no atienden las necesidades de los residentes. Hay que hacer equipos de líderes que se apoderen de la problemática, esfuerzo en equipo." De este sentir surge la conjetura, que la vulnerabilidad podría también estar siendo influenciada por algún grado de inequidad social. Esto podría existir en caso de que las autoridades gubernamentales le estén dando un trato diferente a la comunidad de Loíza por estas pertenecer a una clase social diferente en términos de aspectos económicos, culturales, raciales, o de procedencia.

C. Estrategias de Adaptación

1. Identificación, Evaluación, Categorización y Priorización de Estrategias Adaptativas

A continuación proveemos la descripción de las diferentes categorías, tipos de acción, y criterios utilizados para la priorización de las acciones adaptativas. Dentro de cada tipo de acción se proveen varias acciones de adaptación recomendadas para el Municipio de Loíza. También proveemos acciones adaptativa tabuladas y priorizadas en la Matriz 2, página 33.

a. Categorías

1. Operación y mantenimiento;
2. Inversión de capital;
3. Manejo;
    a. Políticas públicas, Plan de Ordenamiento Territorial, etc.;
    b. Monitoreo y educación;
    c. Evaluación y planificación.

b. Tipos de Acción (Estrategias y Medidas) - Descripción y Ejemplos

1. **Evitar** – planificación restrictiva - plan de ordenamiento territorial.
    a. Física –
        i. Demoler estructuras abandonadas o en peligro inminente y construir parques, nuevos ecosistemas, u otros bienes no estructurales en las costas.
    b. No Física –
        i. Apoyar la planificación restrictiva del uso del suelo para las áreas de alto riesgo, como por ejemplo:
            - Prohibir nuevos desarrollos en las zonas inundables;
            - Establecer una franja de retiro de la orilla basado en la tasa actual y esperado del retiro de la orilla y geomorfología y proyección del alza en nivel del mar.
2. **Acomodo** – reducir exposición y/o susceptibilidad.
    a. Físico –
        i. Elevar las estructuras (ej. Construir sobre pilotes) o reforzar los edificios;
        ii. Modificar o/y mejorar la capacidad de sistemas de drenaje superficial.
    b. No Físico –
        i. Desarrollar sistemas de alerta temprana y de evacuación.

3. **Protección -**
    a. Dura o Infraestructura Gris –
        i. Revestimiento en piedras, muros, etc. en costa;
        ii. Construir diques contra inundación alrededor de vivienda o en puertas;
        iii. Reforzar edificios y viviendas;
        iv. Impermeabilizar edificios – techos, ventanas y puertas;
        v. Mitigación de inundación - pavimentos permeables - concreto poroso, asfalto permeable, adoquines.
    b. Suave o Infraestructura Verde –
        i. Conservar y restaurar ecosistemas amortiguadores.
            - Arrecifes de coral y hierbas marinas;
            - Sembrar vegetación para restaurar humedales;
            - Sembrar vegetación en riberas de ríos, caños y canales;
            - Sembrar vegetación en playas y restaurar sistemas de dunas y reforestar;
            - Restauración de playas por reabastecimiento artificial de arena (re-nutrición).

ii. Mitigación de inundaciones;
    - Jardines de lluvia, surcos y tiras con vegetación, techos verdes.

4. **Aceptar Riesgo/No hacer nada** - costo de adaptación anula capacidad de respuesta.
    a. Física - N/A
    b. No física - permitir que las estructuras en zonas de alto riesgo sean afectadas por inundaciones, el aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas, etc.

5. **Relocalización Planificada**
    a. FISICA - reubicar casas, estructuras y/o infraestructura crítica fuera de zonas de alto riesgo.
    b. NO FISICA - proporcionar incentivos

6. **Mantenimiento y Manejo**
    c. Mantenimiento de infraestructura;
    d. Manejo de emergencias:
        i. Identificar población con necesidades especiales;
        ii. Refugios seguros.
    e. Plan de salud y seguridad;
    Olas de calor

7. **Monitoreo, educación y comunicación**

8. **Evaluación y Planificación**

c. Descripción de Criterios de Priorización

***Costo** – se evalúa el costo de la acción adaptativa y su resultado óptimo, en base a los beneficios socioeconómicos, esperados;

Viabilidad – analizar si existen obstáculos a su implementación tomando en cuenta las siguientes perspectivas:
Ingeniería: es realizable y practico;
Gobierno: legal, regulatoria, política pública;
Social: es aceptable;
Finanzas: disponibilidad de fondos.

Urgencia – requiere acción o atención inmediata debido a la inminencia y severidad de los impactos esperados.

Efectividad - será capaz y adecuado para cumplir su propósito producir el resultado esperado.

Beneficios – acción generará beneficios colaterales a otros sectores y/o intereses de la comunidad y *no perjudica* a otros sectores o intereses de la comunidad o sociedad en general.

Otros – Otros factores dependiendo de cada caso. Ej.: Acciones basada en valores y principios de *justicia social o equidad*.

Valor Prioritario – Se calcula como promedio del valor asignado a cada criterio excepto costo, que se asigna un valor, pero independiente de los otros criterios:

- Prioridad alta = 3; prioridad mediana = 2; prioridad baja = 1
- *Costo alto = 1; mediano / intermedio = 2; bajo = 3

** El criterio costo es un valor de puntuación inversa. Debido a esto, en un taller de validación de acciones de adaptación, se argumentó por varios científicos y líderes comunitarios, que era mejor el no utilizar el criterio costo como una variable, pues reduciría desproporcionalmente relativo a otros criterios utilizados, el valor de priorización. Por ende se decidió incluir para evaluación el valor prioritario pero como variable independiente.*

IV. IMPLEMENTACIÓN

A. Herramientas

El Plan de Participación Comunitaria será clave en la implementación del Plan de Adaptación. Se comunicará y concientizará al pueblo de Loíza sobre el riesgo del cambio climático para lograr la participación de la comunidad en la iniciativa de acción sobre el cambio climático.

El portal digital loiza.accionclima.org contiene las herramientas digitales para planificar, calendarizar, coordinar y dar seguimiento a las iniciativas de acción para la implementación del Plan. Incluyendo un directorio de colaboradores (‘Red de Apoyo’) y la ‘Agenda de Acción’. Contiene también, copia del Plan, documentos claves de referencia, material educativo sobre el cambio climático y enlaces relacionados, para el público en general. En el Foro Comunitario se publicaran artículos educativos y sobre actividades en curso relacionadas a Loiza Accion Clima y el público tendrá oportunidad de comentar, opinar o hacer preguntas. Contendrá un Mapa Interactivo donde los usuarios autorizados de la comunidad puedan actualizar el Mapa de Zonas de Riesgo, cuando surja nueva información. Cuenta con un correo electrónico - loiza.accionclima@gmail.com y redes sociales para promulgar, divulgar, la iniciativa y así levantar la conciencia, transparencia y promulgar la participación comunitaria en la implementación del Plan de Daptacion

B. Estrategias y Acciones Recomendadas

Implementación

1. Implementar el Plan de Adaptación activando la iniciativa de acción al cambio climático, y las herramientas del Plan de Participación Comunitaria.
   - Los líderes comunitarios Maricruz Rivera, de la Corporación Piñones se Integra, y Alex Correa, de la Junta Comunitaria de Parcelas Suarez, comunicaron personalmente que quieren reunirse para planificar y unir fuerzas en la implementación del Plan.
   - Según la encuesta, la mayoría de los residentes perciben que está ocurriendo un cambio en el clima, están conscientes de que existe un riesgo y están dispuestos a tomar acción para protegerse de la amenaza.

Inundación

1. Realizar estudio hidrológico e hidráulico, especialmente del área urbanizada de Loiza al este del Rio Loiza con el propósito de planificar con más certeza las acciones a seguir;

2. Darle mantenimiento y limpiar de escombros y sedimento los canales de desagüe;

3. Destapar periódicamente la desembocadura de ríos;

4. Arreglar la bomba de agua y compuertas en canal de desagüe;

5. Construcción de sistemas de desagüe pluvial y bombeo;

6. Construir diques contra inundación alrededor de edificios y vivienda e impermeabilizar – techos, ventanas y puertas;

7. Construcción de sistemas de alcantarillado sanitario donde sea necesario y mejorar el flujo y bombeo adecuado del existente;

8. Conservar y restaurar ecosistemas amortiguadores – humedales, vegetación en riberas de canales de desagüe, ríos y lagunas;

9. Jardines de lluvia, surcos y tiras con vegetación, techos verdes.

Inundación Costera y Erosión de Playas

1. Restaurar vegetación costera y de dunas, creando una barrera continua de vegetación con accesos a la playa en forma transversal para evitar entrada de olas;

2. Restringir acceso a playas y cercar;

3. Revestimiento y muro y/o reabastecimiento de playa con arena;

4. Expropiar y/o demoler estructuras abandonadas o en peligro inminente y construir parques, restaurar ecosistema, u otros bienes no estructurales en las costas.

Manejo de Emergencias y Salud

1. Mejorar la preparación, respuesta y recuperación de las comunidades ante emergencias, incluyendo entre otros:
    a. Plan de desalojo - sectores cercanos a la orilla y en áreas inundables durante huracanes y marejadas;
    b. Identificar población con necesidades especiales;
    c. Asegurar un refugio seguro durante emergencias - Planta eléctrica, medicinas, refrigeración, alimentos, aguas, etc.
    d. Plan de salud - Control de vectores, respuesta a olas de calor y a sequias;
    e. Programa de mitigación de isla de calor urbano con reforestación;

Educación y Envolvimiento

1. Programa educativo para sensibilizar y mejorar la capacidad de adaptación para prepararse y responder a riesgos y mejorar la cohesión de la comunidad;

Evaluación y Planificación

1. Investigar, monitorear, evaluar y planificar para la implementación de estrategias de adaptación;

2. Retiro y relocalización de población en riesgo;

La Tabla 3 en la página 35 muestra las entidades que pudieran liderar o que debieran colaborar en la implementación de estas acciones recomendadas, los posibles mecanismos de financiamiento, y cuales se pueden implementar a corto, mediano o largo plazo

MATRIX 2a - Priorización de Estrategias y Medidas de Adaptación para Riesgos del Cambio Climático

Riesgo(s)	Área(s)	Accion Adaptativa	Categoría	Tipo	Viabilidad	Urgencia	Beneficios	Efectividad	Otros	Valor Prioritario	Costo
Retroceso de línea de costa y pérdida de vida y bienes	Ocean Point - Punta Uvero	Reabastecimiento de playa con arena	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	2	3	3	3	1
Retroceso de línea de costa y pérdida de vida y bienes	Ocean Point - Punta Uvero Piñones Boca de Cangrejos	Expropiar y demoler estructuras abandonadas o en peligro inminente y construir parques, restaurar ecosistema	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	2	3	3	3	1
Retroceso de línea de costa pérdida de vida y bienes	Punta Uvero - Rio Herrera	Restaurar vegetación costera y de dunas	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	3	3	3	3	3
Retroceso de línea de costa	Rio Grande - Ocean Point	Restaurar vegetación costera y de dunas	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	3	3	3	3	3
Carr. PR-187 intransitable por inundaciones costeras	Desde sector La Torre – Puente R. Loiza	Restaurar vegetación costera y de dunas	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	3	3	3	3	3
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Todo el Municipio	Estudio H-H	Inversión de capital		3	3	3	3	3	3	2
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Varios sectores	Limpieza y mantenimiento de canales de desagüe y desembocadura de Rios; Arreglar la bomba de agua	Operación y mantenimiento	Acomodo-Físico	3	3	3	3	3	3	2
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Varios sectores	Construir diques contra inundación alrededor de vivienda o en puertas	Inversión de capital	Protección-Dura							
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Varios sectores	Mitigar - jardines de lluvia, techos verdes	Inversión de capital	Protección-Suave							

MATRIX 2b - Priorización de Estrategias y Medidas de Adaptación para Riesgos del Cambio Climático

Riesgo(s)	Área(s)	Accion Adaptativa	Categoría	Tipo	Viabilidad	Urgencia	Beneficios	Efectividad	Otros	Valor Prioritario	Costo
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Varios sectores	Restaurar humedale y vegetacion en riberas de ríos canales y lagunas	Inversión de capital	Proteccion Suave							
Pérdida de vidas y bienes debido a inundaciones	Varios sectores poblados cercanos a la orilla	Manejo de emergencias - evacuación	Operación y mantenimiento	Acomodo-No-Físico	3	3	3	3	3	3	3
Efectos en salud debido a olas de calor	Todo el Municipio	Manejo de emergencias	Operación y mantenimiento	Acomodo-No-Físico	3	3	3	3	3	3	3
Efectos en salud debido a olas de calor	Zonas urbanizadas de todo el Municipio	Reforestación	Inversión de capital	Protección-Suave	3	3	3	3	3	3	3
Disminución cantidad y calidad del agua potable debido a la sequía;	Todo el Municipio	Manejo de emergencias – Proveer oasis de tanques cisterna	Operación y mantenimiento	Acomodo-No-Físico	3	3	3	3	3	3	3
Todos los riesgos del cambio climático	Todo el Municipio	Investigar, evaluar y planificar	Manejo	Evaluación y planificación	3	3	3	3	3	3	3
Patógenos por aguas de inundación estancadas	Todo el Municipio	Construcción de sistema de desagüe pluvial y bombeo	Inversión de capital	Acomodo-Físico	2	2	3	3	3	2.6	1
Retroceso de línea de costa y pérdida de vida y bienes	Ocean Point - Punta Uvero	Revestimiento y muro	Inversión de capital	Protección-Dura	3	3	2	3	1	2.4	1
Destrucción y degradación de vegetación playera y dunas.	Playas de Piñones	Restringir acceso a playas	Manejo	Monitoreo, educación y comunicación							
Destrucción y degradación de vegetación playera y dunas.	Playas de Piñones	Restringir acceso a playas - cercar	Manejo	Acomodo-Físico							

MATRIX 2c - Priorización de Estrategias y Medidas de Adaptación para Riesgos del Cambio Climático

Riesgo(s)	Área(s)	Accion Adaptativa	Categoría	Tipo	Viabilidad	Urgencia	Beneficios	Efectividad	Otros	Valor Prioritario	Costo
Drenaje inadecuado del sistema séptico; Aguas estancadas	Viviendas con sistema séptico	Construcción de sistemas de alcantarillado sanitario	Inversión de capital	Acomodo-Físico	2	1	3	3	3	2.4	1
Retroceso de línea de costa y pérdida de vida y bienes	Ocean Point - Punta Uvero	Revestimiento y muro	Inversión de capital	Protección-Dura	3	3	2	3	1	2.4	1
Subida en nivel freático debido a alza en nivel del mar	Viviendas con sistema séptico	Construcción de sistemas de alcantarillado sanitario	Inversión de capital	Acomodo-Físico	2	1	3	3	3	2.4	1
In-habitabilidad debido a la inundación superficial y subterránea causada por subida del nivel del mar	Todo el Municipio	Retiro y relocalización de población en riesgo.	Inversión de capital	Relocalización planificada	1	0	1	1	1	0.8	1

Tabla 3 – Entidades, Financiamiento, Implementación de Acciones Recomendadas

Accion y Area(s)	Entidad Lider y Colaboradoras	Fuente de Financiamiento	Horizonte de Implementación
Reabastecimiento de playa con arena	USACE, DRNA	USACE, FEMA	Mediano plazo
Expropiar y demoler estructuras abandonadas o en peligro inminente y construir parques, restaurar ecosistema	USACE, DRNA	USACE, FEMA	Mediano plazo
Restaurar vegetación costera y de dunas	DRNA, USFS, USFWS	NFWF, USFS, FEMA	Corto plazo
Estudio Hidrológico-Hidráulico en casco urbano de Loiza	JP, DRNA, USACE	FEMA	Corto plazo
Limpieza y mantenimiento de canales de desagüe y desembocadura de Rios; Arreglar la bomba de agua	AAA, DRNA	FEMA	Corto plazo
Construir diques contra inundación alrededor de vivienda o en puertas	ONG's	Americorps	Mediano plazo
Mitigar - jardines de lluvia, techos verdes	ONG's	EPA	Mediano plazo
Restaurar humedale y vegetacion en riberas de ríos canales y lagunas	ONG's	EPA	Corto plazo
Manejo de emergencias – evacuación, olas de calor, salud	AEMEAD, DS, Mun. Loiza		Corto plazo
Reforestación de Zonas urbanizadas de todo el Municipio	ONG's	EPA	Mediano plazo
Proveer oasis de tanques cisterna	AAA, Mun. Loiza		Corto plazo
Investigar, evaluar y planificar	ONG's, Mun. Loiza, DRNA, AAA, JP, USACE		Corto plazo
Construcción de sistema de desagüe pluvial y bombeo	AAA	FEMA	Mediano plazo
Revestimiento y muro en Ocean Point - Punta Uvero	USACE, DRNA, Mun. Loiza	USACE	Corto plazo
Restringir acceso a playas - cercar	DRNA		Corto plazo
Retiro y relocalización de población en riesgo	ONG's, Mun. Loiza, DRNA, JP, FEMA	FEMA	Largo plazo

V. CONCLUSIÓN

Las características geográficas y varios factores agravantes se interrelacionan, y hacen del Municipio de Loíza uno altamente vulnerable a riesgos de peligros relacionados al cambio climático. Los peligros de mayor riesgo son las inundaciones, las aguas de inundación estancadas, las inundaciones costeras y la erosión de playas.

El Municipio de Loiza es altamente vulnerable al riesgo de inundación por lluvias, no necesariamente intensas. Una situación continua y persistente en muchos sectores: "se inunda cada vez que llueve". Esta grave situación representa un impacto directo sobre los bienes y la seguridad. También, pone en riesgo la salud de los residentes por el estancamiento de las aguas de inundación combinadas con aguas usadas, que en ocasiones por períodos prolongados, expone a la población a patógenos intestinales, de la piel y el criadero de mosquitos.

Este riesgo de inundación por lluvias se agrava por un sinnúmero de razones: 1) se proyecta que la precipitación intensa podría aumentar en frecuencia e intensidad y también la intensidad de los huracanes; 2) la deposición de escombros y sedimentación en las quebradas y canales de desagüe y ríos, reduce su capacidad de drenaje; 3) el sistema de bombas y compuertas está descompuesto; 4) percolación reducida por alza en nivel freático y menor capacidad de desagüe a cuerpos de agua con niveles elevados por el alza en el nivel del mar; 5) el desarrollo de viviendas, calles e encintado que ha bloqueado en ciertas áreas las vías naturales por donde discurren las escorrentías, interrumpiendo su flujo y disminuyendo la capacidad de drenaje superficial; 6) infraestructura de desagüe pluvial construido y natural que carece de mantenimiento, está en deterioro o es inadecuado.

Otros escenarios climáticos adicionales que representa un gran riesgo para el pueblo de Loiza son las marejadas ocasionadas por frentes de frio y las marejadas ciclónicas de huracanes. Estas, combinadas con el alza en el nivel del mar, tienen el efecto de erosionar las playas, causando retroceso de la orilla e inundación de las costas, interrumpiendo las vías de acceso, y con potencial de perdida de vida y destrucción de propiedad. Estos riesgos son agravados por el desarrollo muy cerca de la orilla y ecosistemas naturales mitigadores y protectores, degradados e impactados.

La capacidad de la comunidad de Loíza de prepararse, responder y recuperarse ante emergencias es limitada. Esto es así debido entre otros factores, por la condición social y económica desventajosa, la fragmentación social, y la precaria situación fiscal del gobierno local y estatal. Durante huracanes u otros tipos de emergencias, es necesario tener refugios seguros con planta eléctrica, facilidades sanitarias, mobiliario, servicios médicos, medicinas, refrigeración, alimentos, agua, etc. Hay que identificar las poblaciones con necesidades especiales y en mayor riesgo y tener la infraestructura y equipo necesario para moverlas y cuidar de ellos en los refugios.

Todos estos efectos y consecuencias causados por los peligros del cambio climático empeoraran a medida que la temperatura y el nivel del mar aumentan. Esto es debido a varios procesos de *retroalimentación positiva*, los cuales aceleran el incremento en la temperatura atmosférica, y la severidad de los cambios climáticos - por lo tanto el valor del riesgo aumentará al pasar el tiempo.

La mayoría de los residentes perciben que está ocurriendo un cambio en el clima, están conscientes de que existe un riesgo, y están dispuestos a tomar acción para protegerse de la amenaza. Líderes comunitarios quieren unir fuerzas y comenzar a planificar en la implementación de las estrategias y acciones recomendadas, utilizando las herramientas establecidas en el Plan.

Se está logrando la meta primordial. Integrar y empoderar a la comunidad en el desarrollo e implementación del Plan de Adaptación. Se desarrollo una plataforma efectiva para identificar, priorizar, promover e implementar las acciones de adaptación. Pero aún más importante es la implementación de esas medidas para lograr tener una comunidad más segura y resiliente.

VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

Documentos

Barreto, M. (2017). Assessment of beach morphology at Puerto Rico Island Puerto Rico and Caribbean. Beach Network, Planning School, University of Puerto Rico, Rio Piedras Campus Contract Núm. 2015-000101. Coastal Zone Division, Department of Environmental and Natural Resources of Puerto Rico (DRNA) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 58 pp.

Caraballo, D. M. 2012 Cooperative Fisheries Statistics Program April 2007 – September 2012. Department of Natural and Environmental Resources, Fisheries Research Laboratory Final Report to the National Marine Fisheries Service NOAA Puerto Rico/NMFS NA07NMF4340039, 67pp.

Chung, R. M. 1991 Hurricane Hugo, Puerto Rico, the US Virgin Islands, and Charleston, South Carolina, September 17-22, 1989 (1994). Chapter 6: Coastal Processes, David M. Bush, Duke University, Durham, North Carolina. Natural Disaster Studies, Volume Six, National Research Council. *https://www.nap.edu/read/1993/chapter/8*

Cutter S. L., B.J. Boruff, and W.L, Shirley. 2003. Social Vulnerability to Environmental Hazards. Social Science Quarterly. 84:2

Declaración de Impacto Ambiental Final (DIAF). 1997. Proyecto Costa Serena. Consulta de Ubicación Núm. 1997-21-1075-JPU, Bo. Torrecilla Baja, Loíza, PR. Junta de Planificación de Puerto Rico

DRNA. 2008. Bosque Estatal de Piñones, Hojas de Nuestro Ambiente, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Septiembre 2008, P-032

Flax, L.K. et. al. 2002. Community Vulnerability Assessment Tool Methodology. Natural Hazards Reciew. Pp 163-176

Junta de Planificación (JP). 2016. Memorial del Plan de Usos de Terrenos Municipal de Loíza (PUTM). Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 104pp.

Maldonado-Muñoz, Z. 2009. Vulnerabilidad y resiliencia ante las amenazas en el Municipio de Loíza, Puerto Rico. Revista Umbral - Sección Memorias, N.1 Septiembre 2009: 199-217

Mercado-Irizarry, A. 2017. Sea Level Rise Around Puerto Rico: A Projection. Department of Marine Sciences/University of Puerto Rico/Mayaguez. Report submitted to the Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC)

Méndez-Lázaro P, Martínez-Sánchez O, Méndez-Tejeda R, Rodríguez E, Morales E, et al. (2015) Extreme Heat Events in San Juan Puerto Rico: Trends and Variability of Unusual Hot Weather and its Possible Effects on Ecology and Society. J Climatol Weather Forecasting 3:135. doi:10.4172/2332-2594.1000135. https://www.omicsonline.org/open-access/extreme-heat-events-in-san-juan-puerto-rico-trends-and-variability-ofunusual-hot-weather-and-its-possible-effects-on-ecology-and-society-2332-2594-1000135.php?aid=58106

Morelock J. and M. Barreto. (Undated). An Update of Coastal Erosion in Puerto Rico. Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico at Mayagüez and Geography Department, University of Puerto Rico at Río Piedras.

Morelock J., et. al. 1978. Shoreline of Puerto Rico. Coastal Zone Management Program, Department of Natural Resources, Commonwealth of Puerto Rico, 44pp.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2007. Introduction to Stakeholder Participation. NOAA Coastal Services Center, 20pp.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2009. Introduction to Conducting Focus Groups. NOAA Coastal Services Center, 16pp.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2009. Stakeholder Engagement Strategiesfor Participatory Mapping. NOAA Coastal Services Center, 28pp.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2010. Adapting to Climate Change: A Planning Guide for State Coastal Managers. NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management. http://coastalmanagement.noaa.gov/climate/adaptation.html

Oficina del Contralor de Puerto Rico (OCPR). 2017. Informe De Auditoría. M-18-02, 12 de julio de 2017 Municipio de Loíza (Unidad 4045 - Auditoría 14038).

Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC). 2013. Puerto Rico's State of the Climate 2010-2013: Assessing Puerto Rico's Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate. Puerto Rico Coastal Zone Management Program, Department of Natural and Environmental Resources, NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management. San Juan, PR.

PRCCC, 2015. Ruta hacia la Resiliencia: Guía de Estrategias para la Adaptación a los Cambios Climáticos.

Puerto Rico Coastal Zone Management Program (PRCZMP) Revision and update, September, 2009

Seguinot-Barbosa, J., Batista, J. L. y Sánchez-Celada, M. (2008): "Evaluación de riesgos por inundaciones en los municipios de Carolina y Loíza, Puerto Rico", GeoFocus (Artículos), nº 8, p. 115-138.

U.S. Geological Service (1969). Topographic Quadrangles. Rio Grande & Carolina.

U.S. Geological Survey (1978). Geologic Map of the Rio Grande Quadrangle. Map I-1070

Wongbusarakum, Supin and C. Loper. 2011. Indicators to assess community-level social vulnerability to climate change: An addendum to SocMon and SEM-Pasifika regional socioeconomic monitoring guidelines, NOAA

Artículos de Periódicos en Línea

1. José Rafael Hernández. 22/08/2014. Senado examina problemas de inundaciones en Loíza *http://www.presenciapr.com/senado-examina-problemas-de-inundaciones-en-loiza/*

2. Maribel Hernández Pérez. 19/09/2017. Comienza traslado de refugiados en Loíza. *http://www.primerahora.com/noticias/puerto-rico/nota/comienzatrasladoderefugiadosenloiza-1246377/*

3. UNIVISION 23/8/17. Loíza (Puerto Rico) después del paso del huracán María: últimas noticias. *https://www.univision.com/noticias/huracan-maria/loiza-puerto-rico-despues-del-paso-del-huracan-maria-ultimas-noticias*

4. 28/8/17. Los pacientes en Puerto Rico no pueden llegar a los hospitales. *https://lite.cnn.io/es/article/h_41b13fd554b3eee09cb9b1f17cfacffd*

5. Diciembre del 1967. Área de presión baja en el Atlántico Norte. Periódico El Mundo

6. Jayson Vázquez Torres. 03/04/2018. Evento de peligrosas marejadas que puede pasar cada década http://www.primerahora.com/noticias/puerto-rico/nota/eventodepeligrosasmarejadasquepuedepasarcadadecada-1271184/

7. Karinna D. Sostre Vicario 5/3/18. La "histórica marejada" batió récord de altura en la isla https://www.elnuevodia.com/noticias/locales/nota/lafuertemarejadaestaraensupicohoy-2403954/

8. Rebecca Banuchi. 27/8/15. Temor en Loíza por la tormenta Erika https://www.elnuevodia.com/noticias/locales/nota/temorenloizaporlatormentaerika-2091885/

9. Alarma por la erosión costera en Parcelas Suárez en Loíza. 17/12/2015 http://www.miprv.com/alarma-por-la-erosion-costera-en-parcelas-suarez-en-loiza/

10. Gerardo E. Alvarado León. 28/07/15. Estudian impacto del cambio climático en río Grande de Loíza. https://www.elnuevodia.com/ciencia/ciencia/nota/estudianimpactodelcambioclimaticoenriograndedeloiza-2079127/

11. Cesiach López Maldonado 05/25/2017 Alcaldesa de Loíza está lista para los recortes. http://www.primerahora.com/horizonte/noticias/gobierno-politica/nota/alcaldesadeloizaestalistaparalosrecortes-1226187/

Páginas Electrónicas

12. 1991 Perfect Storm. https://en.wikipedia.org/wiki/1991_Perfect_Storm

13. Censo. 2012. Negociado del Censo de los EE.UU, Censo de Población y Vivienda del 2010, Recuentos de Población y Unidades de Vivienda, CPH-2-53SP, Puerto Rico Imprenta del Gobierno de los EE.UU., Washington, DC, 2012 (https://www.census.gov/prod/cen2010/cph-2-53sp.pdf).

14. Fundación Puertorriqueña de las Humanidades (FPH). Enciclopedia de Puerto Rico. Municipios, Loíza (enciclopediapr.org/esp/article.cfm/ref=07122003) IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas.

15. Salón Hogar. La Gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar. Loíza Aldea. (http://www.proyectosalonhogar.com/enciclopedia_ilustrada/loiza/loiza.htm)

16. Sea Level Vital Signs. *https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/*

17. Sea Level Rise Viewer. NOAA Office for Coastal Management. https://coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/slr.html

18. U.S. Census Bureau (USCB), Census Explorer - https://census.socialexplorer.com/pop-flash/

19. Wikipedia La Enciclopedia Libre. Loíza. (//es.wikipedia.org/wiki/Loíza)

Census of Agriculture. 2012. United States Department of Agriculture (USDA) https://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/Online_Resources/County_Profiles/Puerto_Rico/

VII. APÉNDICES

A. Términos

Escenario: un futuro plausible de un conjunto de variables interrelacionadas

Proyección: extrapolación simple de la tendencia actual, usualmente se refiere a una sola variable ("UNEP")

Sinergia: El efecto de diversos peligros, consecuencias y agravantes actúan conjuntamente e incrementa la severidad del efecto, sus consecuencias y el área impactada.

Ejemplo de sinergia: A medida que el nivel del mar aumenta, el efecto del peligro de marejadas ciclónicas y precipitación extrema de huracanes se combina con las consecuencias de percolación reducida por alza en nivel freático y menor capacidad de desagüe a cuerpos de agua con niveles elevados, y con los agravantes tales como bloqueo de desagües naturales, deforestación, manglares y humedales impactados. Esto agravará la magnitud y severidad de los efectos y consecuencias de las inundaciones y por lo tanto el valor del riesgo aumentará al pasar el tiempo.

Retroalimentación positiva = Es un mecanismo por el cual una variación en la salida produce un efecto dentro del sistema que refuerza esa tasa de cambio produciendo una amplificación que crece de manera exponencial.

Algunos de los procesos que están amplificando y acelerando los efectos de cambio climático son:

1. Fuegos forestales –
   - La quema de árboles libera o emite CO_2
   - Menos arboles significa menos fijación y por ende menor el efecto reductor de la concentración de CO_2 en la atmosfera

2. Corte de árboles –
   - Menos fijación (absorción) de CO_2
   - Más emisión de CO_2 por descomposición vegetal

3. Océano saturado de CO_2 –

- Menos absorción de CO_2

4. Descongelamiento de la tundra del ártico –
   - Mas emisión de metano (CO_2 x 20)
   - El gas metano es 20 veces mas efectivo gas de invernadero que el CO^2

5. Calentamiento del océano y descongelamiento de hidratos de metano del fondo marino –
   - Mas emisión de metano (CO_2 x 20)
   - El gas metano es 20 veces mas efectivo gas de invernadero que el CO^2

6. Derretimiento de capas de hielo –
   - Luz solar calienta océano
   - Calienta roca expuesta
   - El sol calienta más la tierra por perdida del efecto reflectivo de luz solar (albedo) de las capas de hielo y nieve.
7. Derretimiento de Glaciares
- Calienta roca expuesta
  - El sol calienta más la tierra por perdida del efecto reflectivo de luz solar (albedo) de las capas de hielo y nieve.

B. Mapas de Zonas de Riesgo

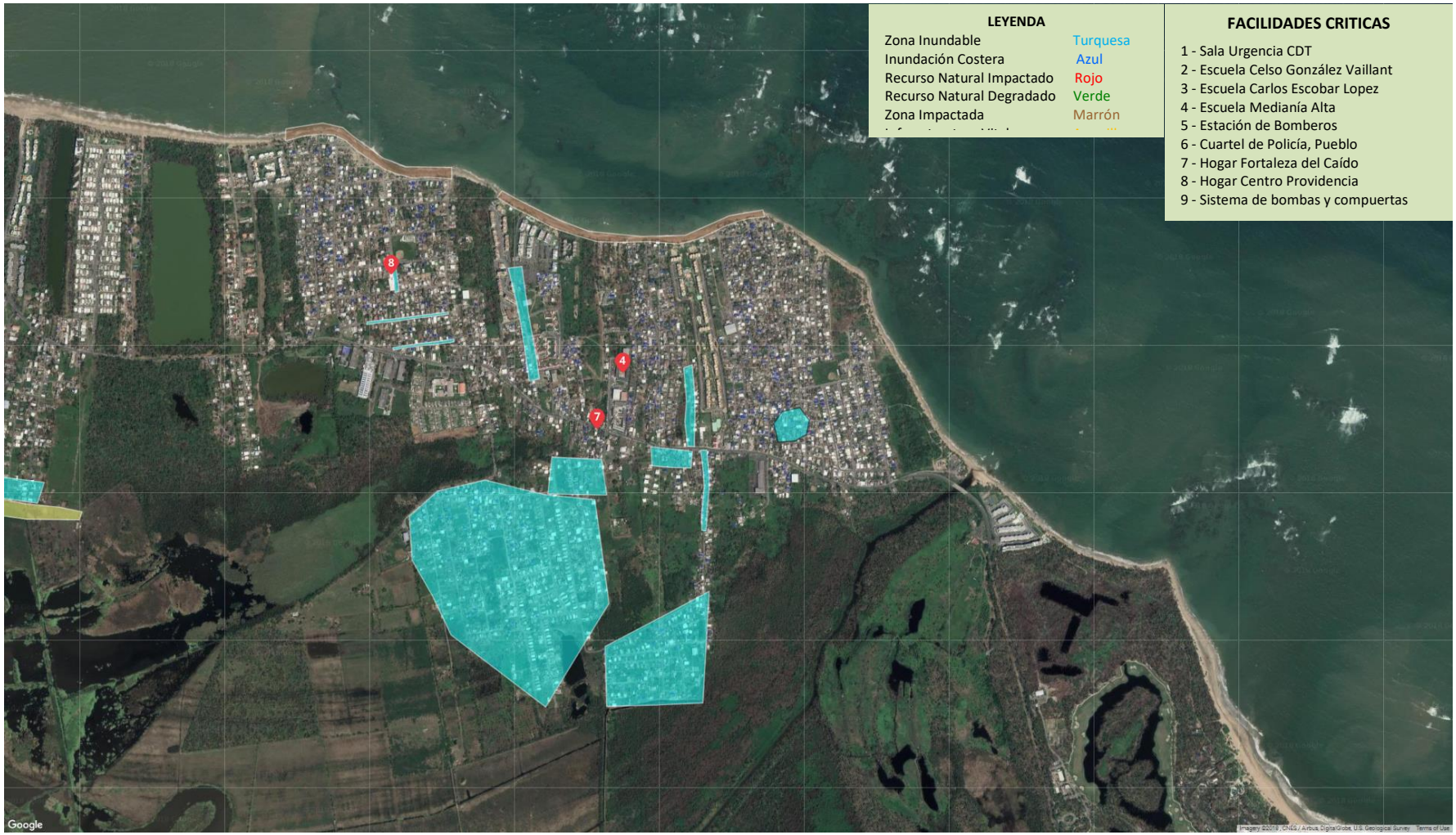
1. **Casco urbano de Loíza y áreas limítrofes**
2. **Boca de Cangrejos/Piñones**
3. **Punta Vacía Talega**
4. **Entre Piñones y Punta Vacía Talega**

C. Mapas de Riesgo de Inundación y Aumento en Nivel del Mar (ANM)

1. **Áreas inundables (FEMA)**
2. **Inundación por Marejada Ciclonica**
3. **ANM, escuelas públicas, centros de salud y línea de costa histórica**
4. **ANM, escuelas públicas, centros de salud y línea de costa histórica**
5. **Tabla de Proyecciones de Alza en el Nivel del Mar (ANM)**
6. **Mapas de NOAA Sea Level Rise Viewer" para ANM de 0.3, 0.6 y 0.9 metro para Loiza**

Mapas de Zonas de Riesgos

Mapa Zonas de Riesgos – Casco urbano de Loíza y áreas limítrofes - a



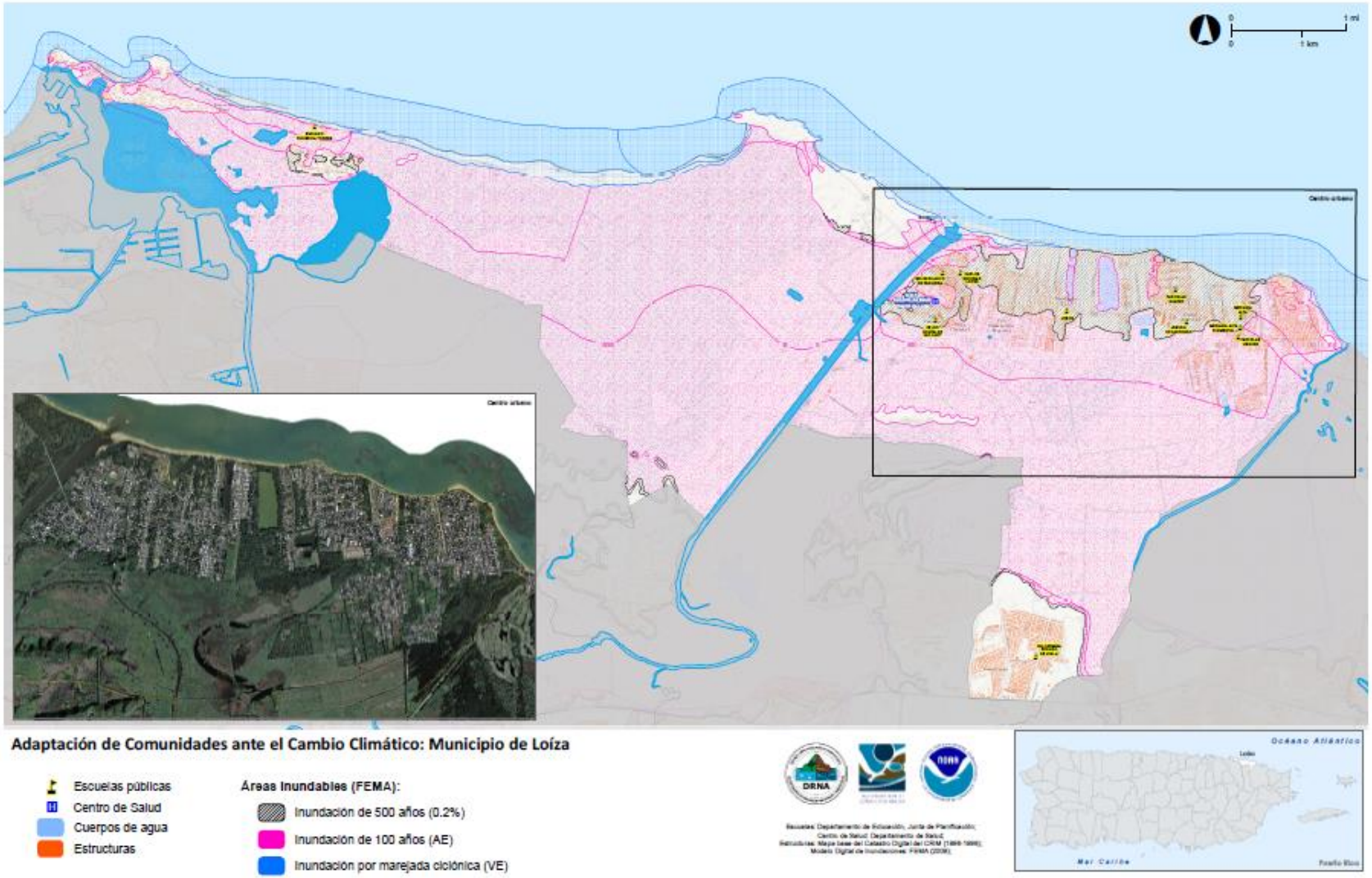
Mapa Zonas de Riesgos – Casco urbano de Loíza y áreas limítrofes - b

Mapa Zonas de Riesgos – Boca de Cangrejos/Piñones

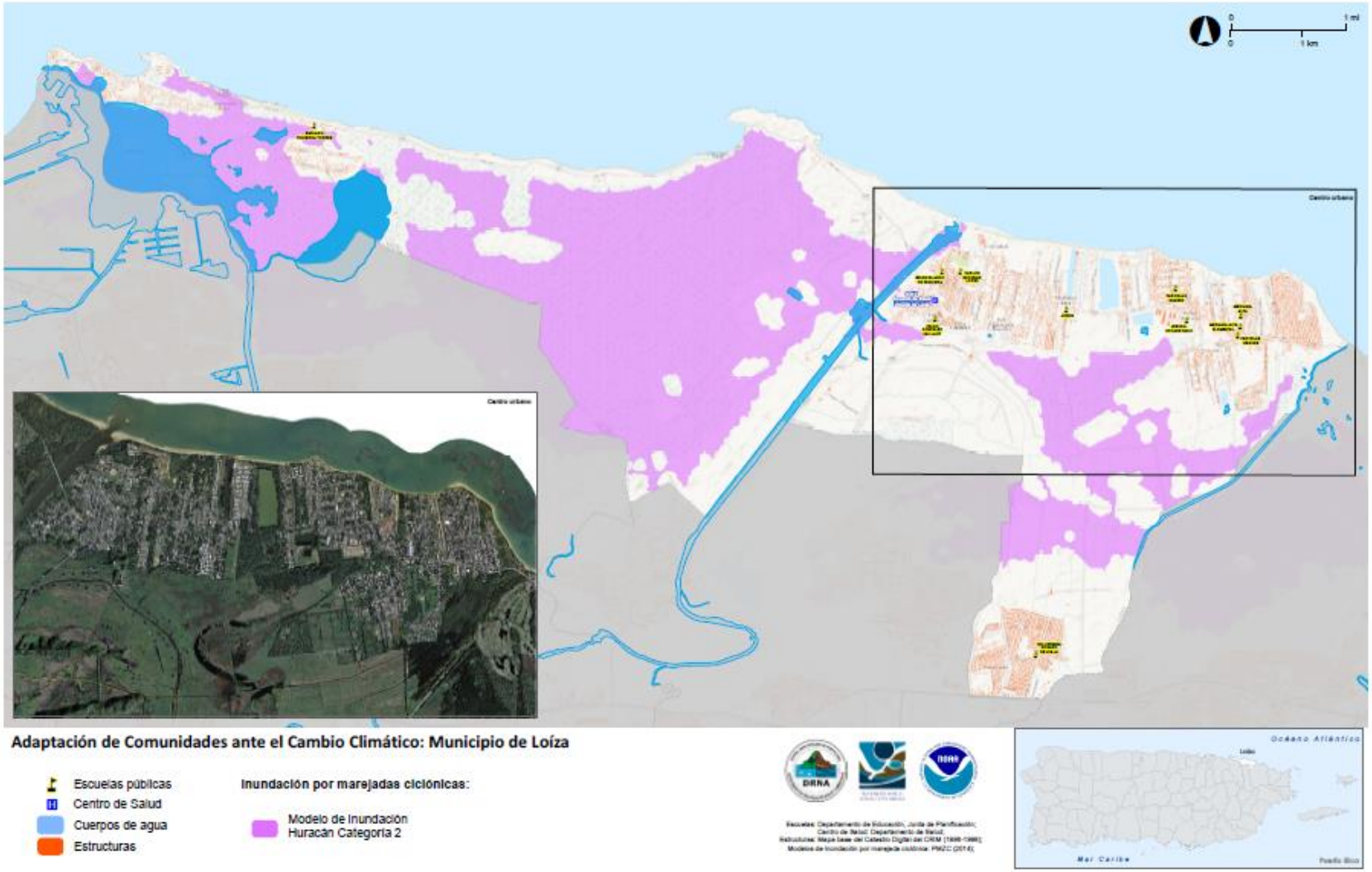
Mapa Zonas de Riesgos – Punta Vacía Talega

Mapa Zonas de Riesgos – Entre Piñones y Punta Vacía Talega

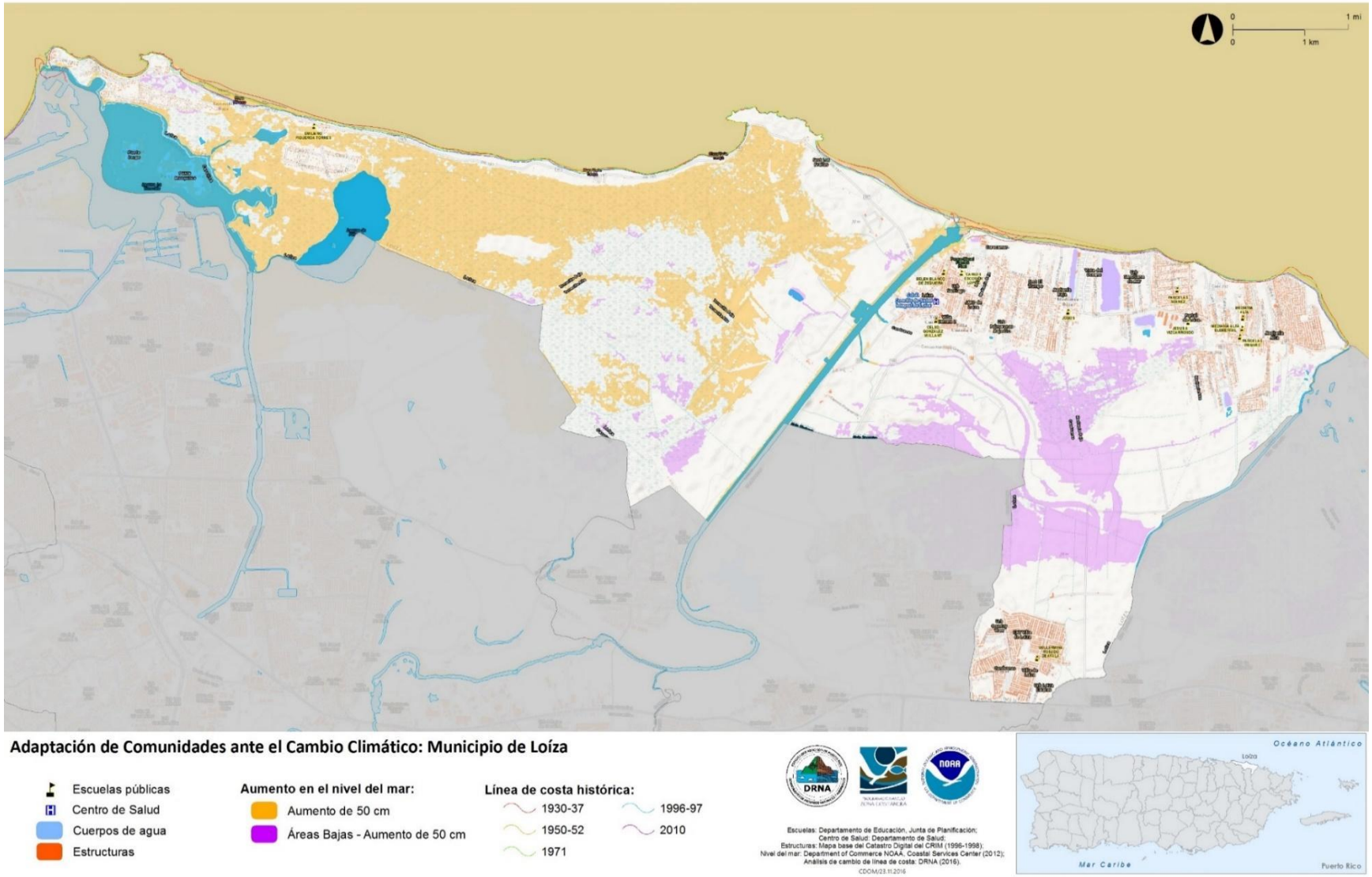
Áreas Inundables (FEMA)



Inundación por Marejada Ciclonica



Mapas de Riesgo de Aumento en Nivel del Mar



Adaptación de Comunidades ante el Cambio Climático: Municipio de Loíza

- Escuelas públicas
- Centro de Salud
- Cuerpos de agua

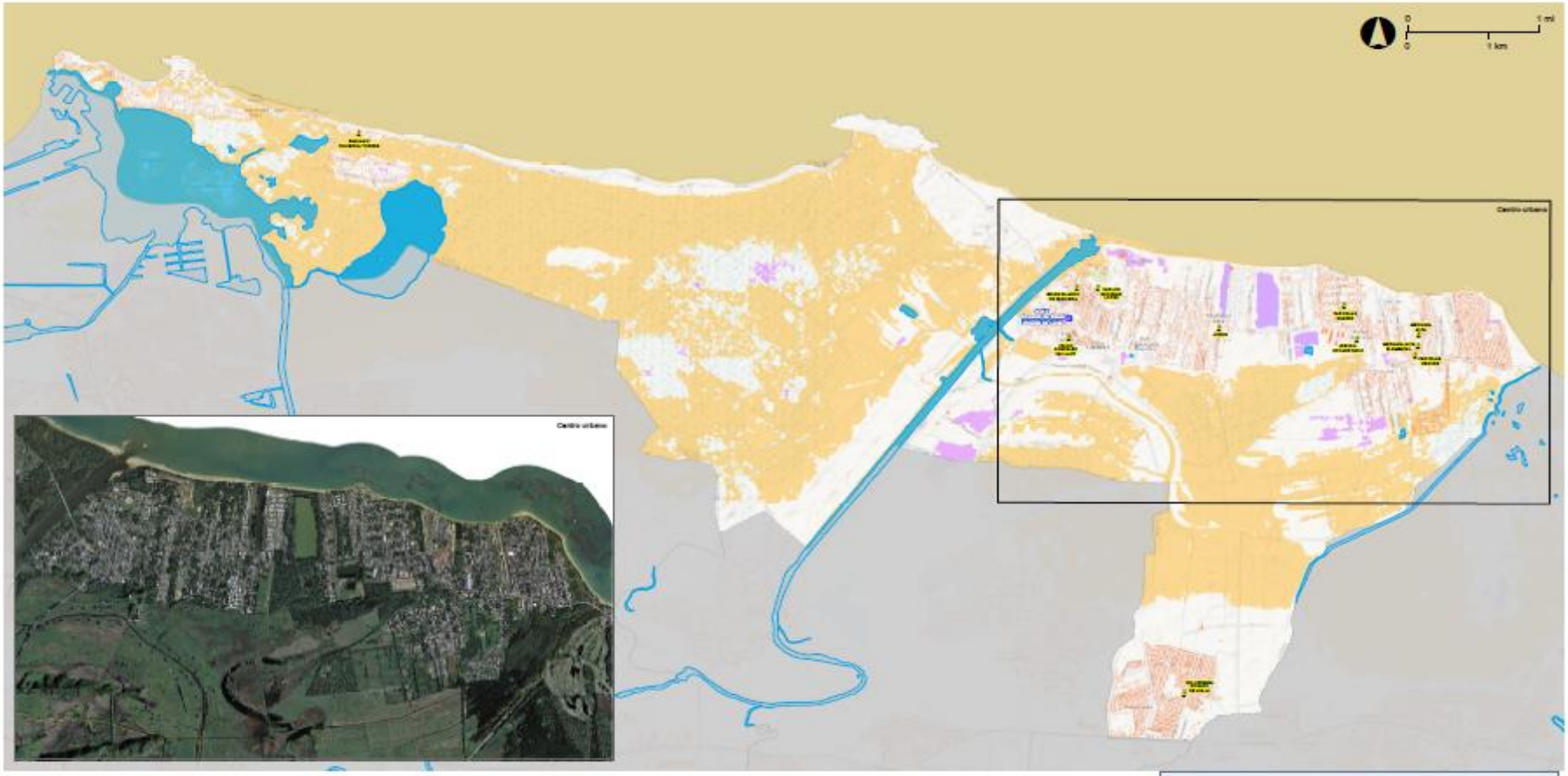
Aumento en el nivel del mar:

- Aumento de 50 cm
- Áreas Bajas - Aumento de 50 cm

Línea de costa histórica:

- 1930-37
- 1950-52
- 1971
- 1996-97
- 2010

Escuelas: Departamento de Educación, Junta de Planificación;
Centro de Salud: Departamento de Salud;
Nivel del mar: Department of Commerce NOAA, Coastal Services Center (2012);
Análisis de cambio de línea de costa: DRNA (2016);
Imágenes históricas: Autoridad de Carreteras (1930-71), CRIM (1996-97);
Imagen aérea: Junta de Planificación (2010).
CDOM/29.11.2016



Adaptación de Comunidades ante el Cambio Climático: Municipio de Loíza

- Escuelas públicas
- Centro de Salud
- Cuerpos de agua
- Estructuras

Aumento en el nivel del mar:

- Aumento de 1 metro
- Áreas Bajas - Aumento de 1 metro

Escuelas: Departamento de Educación, Junta de Planificación;
Centro de Salud: Departamento de Salud;
Estructuras: Mapa base del Catastro Digital del CRM (1998-1999);
Nivel del mar: Department of Commerce NOAA, Coastal Services Center (2012);

San Juan projections-Option 1
9755371, San Juan, PR
User Defined Rate: 0.00328 meters/yr
All values are expressed in meters relative to LMSL

Year	USACE Low NOAA Low	USACE Int NOAA Int Low	NOAA Int High	USACE High	NOAA High
1990	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1995	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2000	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
2005	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
2010	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11
2015	0.08	0.09	0.12	0.14	0.16
2020	0.09	0.11	0.16	0.18	0.21
2025	0.11	0.14	0.20	0.23	0.28
2030	0.13	0.16	0.25	0.29	0.35
2035	0.14	0.19	0.30	0.35	0.43
2040	0.16	0.22	0.36	0.42	0.52
2045	0.17	0.25	0.42	0.49	0.61
2050	0.19	0.28	0.48	0.57	0.71
2055	0.21	0.31	0.55	0.66	0.83
2060	0.22	0.35	0.63	0.75	0.94
2065	0.24	0.38	0.70	0.84	1.07
2070	0.26	0.42	0.79	0.94	1.20
2075	0.27	0.46	0.87	1.05	1.35
2080	0.29	0.50	0.96	1.16	1.49
2085	0.31	0.54	1.06	1.28	1.65
2090	0.32	0.58	1.16	1.41	1.82
2095	0.34	0.63	1.26	1.54	1.99

PROYECCIONES DEL ALZA EN EL NIVEL DEL MAR (ANM)

Basado en Tasa de ANM de: 3.93 mm/año

FUENTE: ALZA EN NIVEL DEL MAR ALREDEDOR DE PUERTO RICO: UNA PROYECCION
Aurelio Mercado-Irizarry – Profesor de Oceanografía Física
Departamento de Ciencias Marina/Universidad de Puerto Rico/Mayagüez
Informe sometido al Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR)
Fecha: Marzo 2017

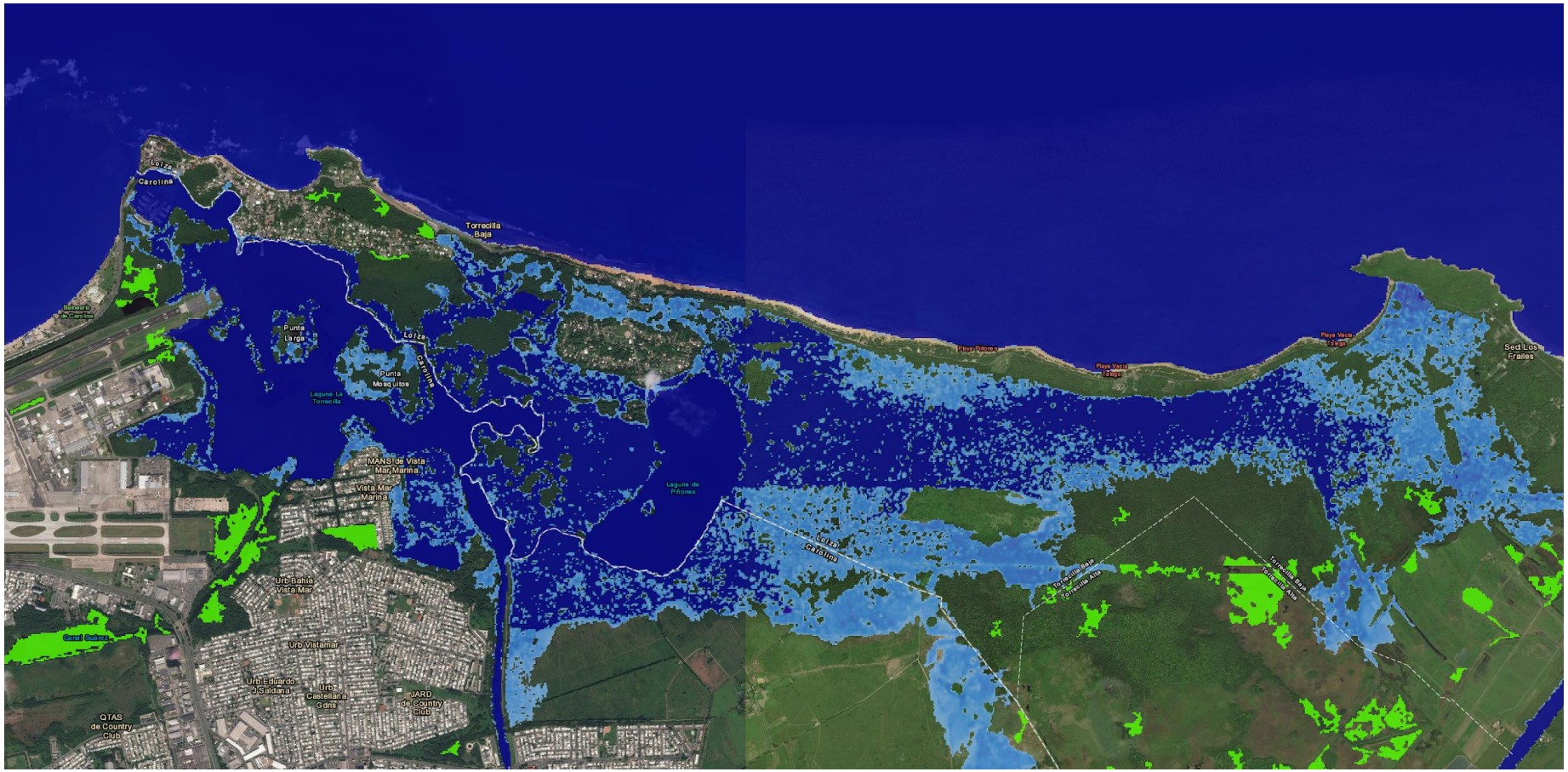
Sea Level Rise Viewer

Herramienta de mapeo web para visualizar los impactos a nivel comunitario de las inundaciones costeras o el aumento del nivel del mar

NOAA Office for Coastal Management
https://coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/slr.html

Proyección para el 2025 de ANM de 0.3m en el Municipio de Loiza - Este

Sea Level Rise Viewer

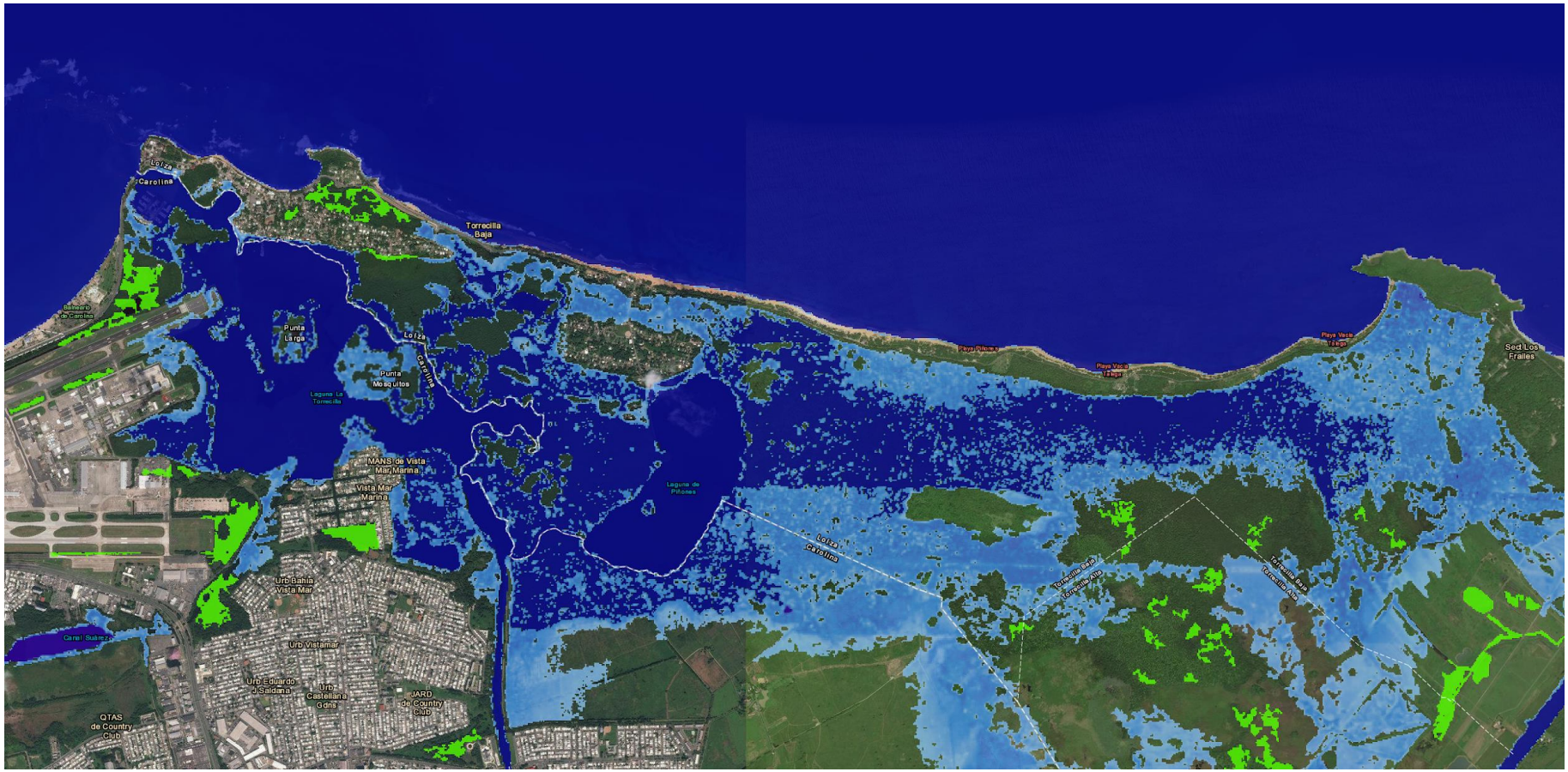


Proyección para el 2025 de ANM de 0.3m en el Municipio de Loiza – Oeste

Sea Level Rise Viewer

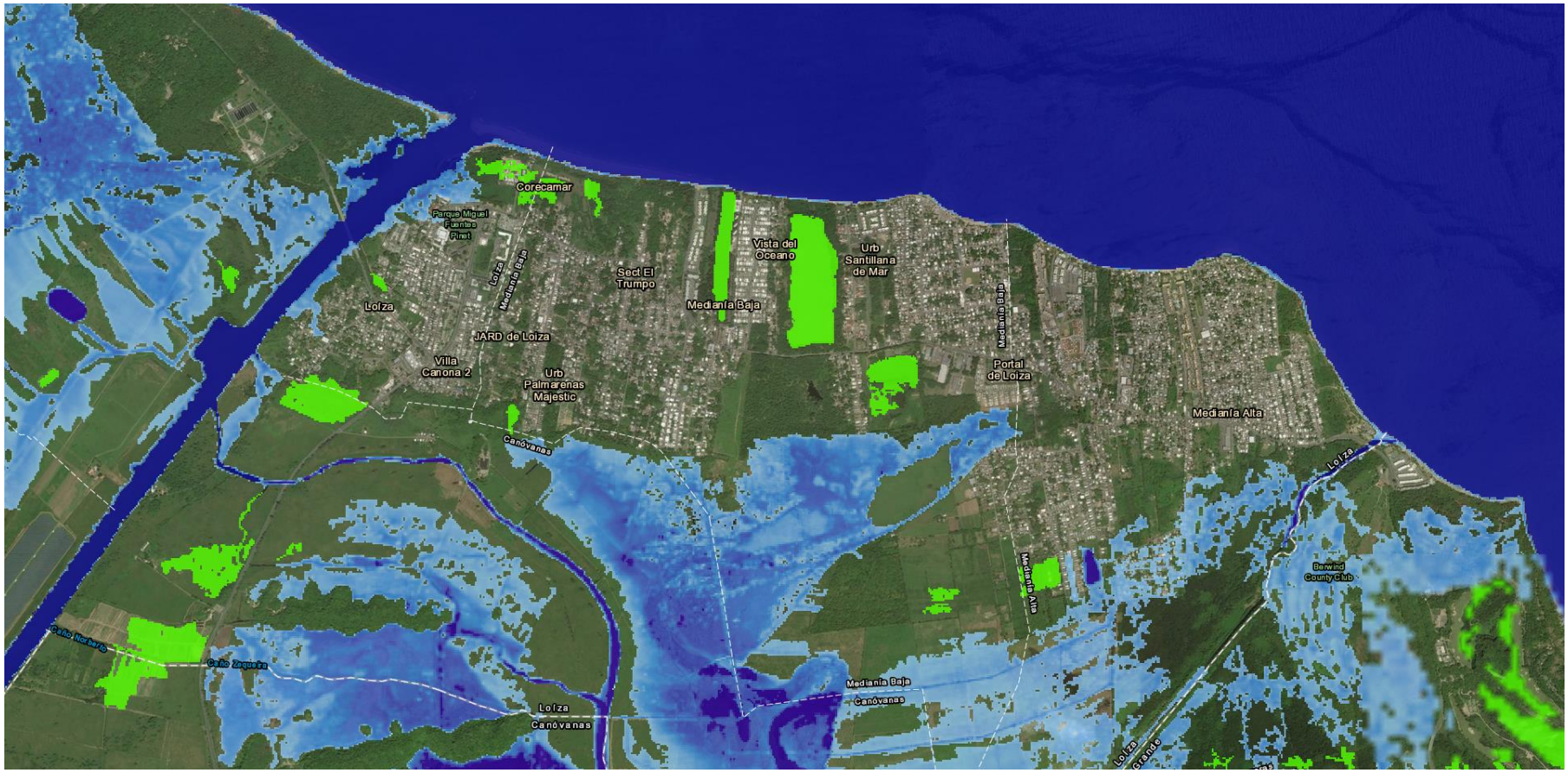
Proyección para el 2045 de ANM de 0.6m en el Municipio de Loiza – Este

Sea Level Rise Viewer



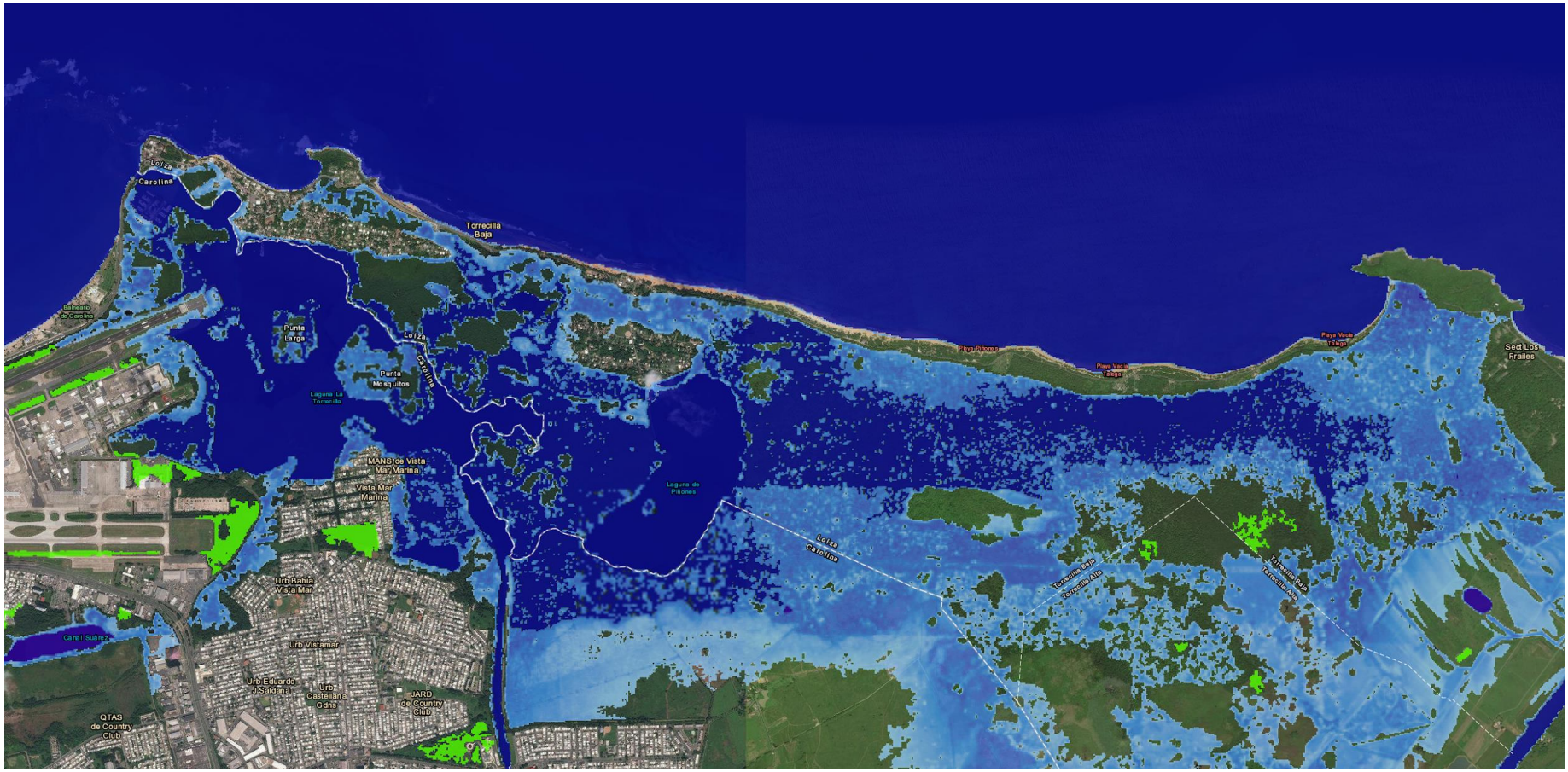
Proyección para el 2045 de ANM de 0.6m en el Municipio de Loiza – Oeste

Sea Level Rise Viewer



Proyección para el 2060 de ANM de 0.9m en el Municipio de Loiza - Este

Sea Level Rise Viewer



Proyección para el 2060 de ANM de 0.9m en el Municipio de Loiza - Oeste