

El estado de la Costa y sus implicaciones ante el escenario de las manifestaciones del Cambio Climático en Puerto Rico

Cambio Climático y Ambiente
12 de agosto del 2022

Maritza Barreto Orta, Ph.D. Geóloga
Profesional Licenciada GP 102
Directora Instituto de Investigación y
Planificación Costera de Puerto Rico (CoRePI)
Miembro del CEACC

Contenido

1. Los atributos de la franja costera puertorriqueña
2. La Franja Costera y algunas manifestaciones del Cambio Climático
3. La situación de los cambios costeros (playas) de Puerto Rico
4. Las implicaciones del estado de la costa ante las manifestaciones del Cambio Climático.
5. Algunos Cursos de Acción (COAs) para la reducción de los impactos de las manifestaciones del Cambio Climático en la costa.

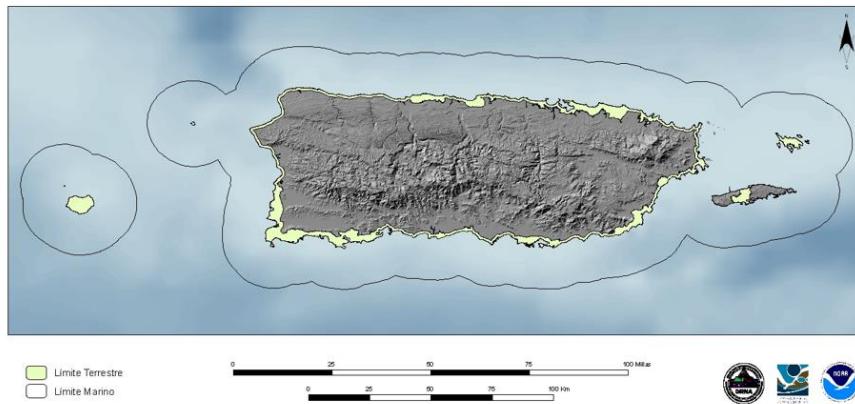


Los atributos de la franja costera puertorriqueña



HATILLO, PR PÉREZ-VALENTÍN 2021, FOTOGRAFÍA
PREMIADA ASBPA

ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LA ZONA COSTANERA DE PUERTO RICO



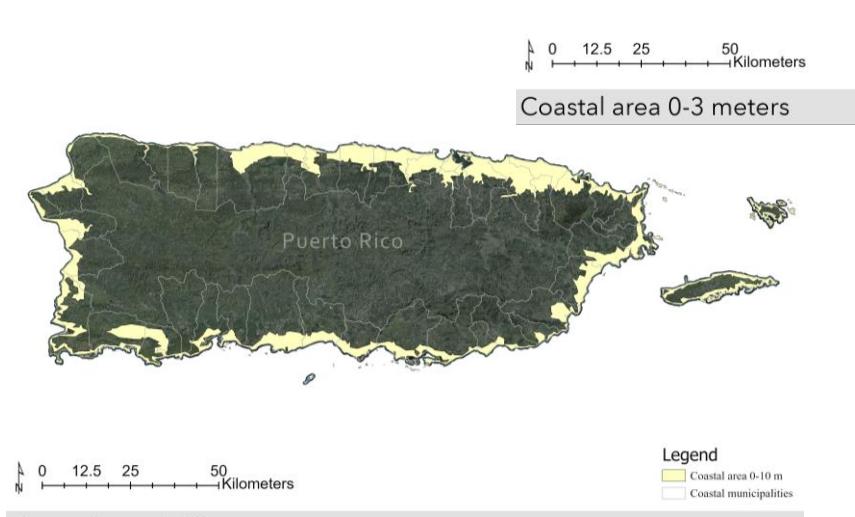
Fuente Mapa: DRNA



Legend
■ Coastal area 0-3 m
■ Coastal municipalities

Esi, HERE, PR Planning Board

Mapas por: Kevián Pérez



Legend
■ Coastal area 0-10 m
■ Coastal municipalities

Esi, HERE, PR Planning Board

Mapas por: Kevián Pérez

1.285 km costa;
Tipos de costas: playas;
manglar; rocosa, plano
aluvial
44 municipios costeros

Tipos de costas (2018)



¿Cuántas playas tiene Puerto Rico?

1,225 playas (2010) 1,XXX playas (2018)



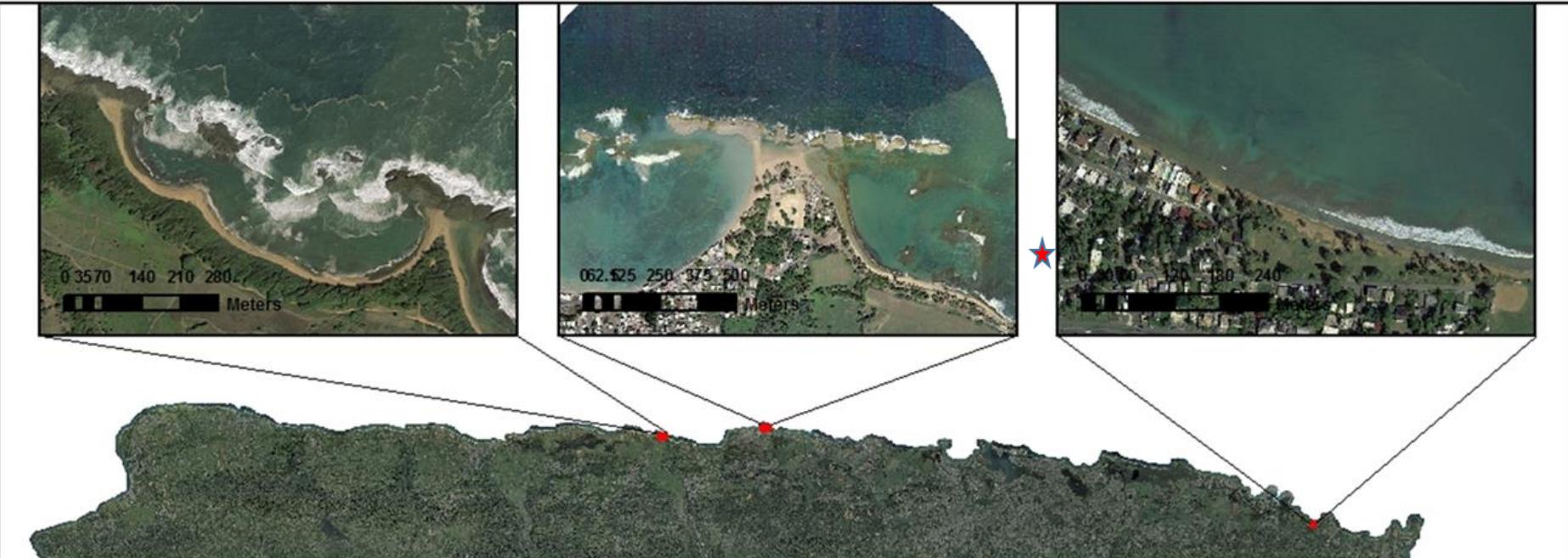
Playa #196, Playa Tómbolo, Manatí



Playa #157, Playa Vega Baja



Playa #62, Playa Fortuna, Luquillo



Author: Gladys Valentin / March 2014
Source: Puerto Rico Planning Board

1 cm = 10 km
Kilometers
0 3.5 7 14 21 28

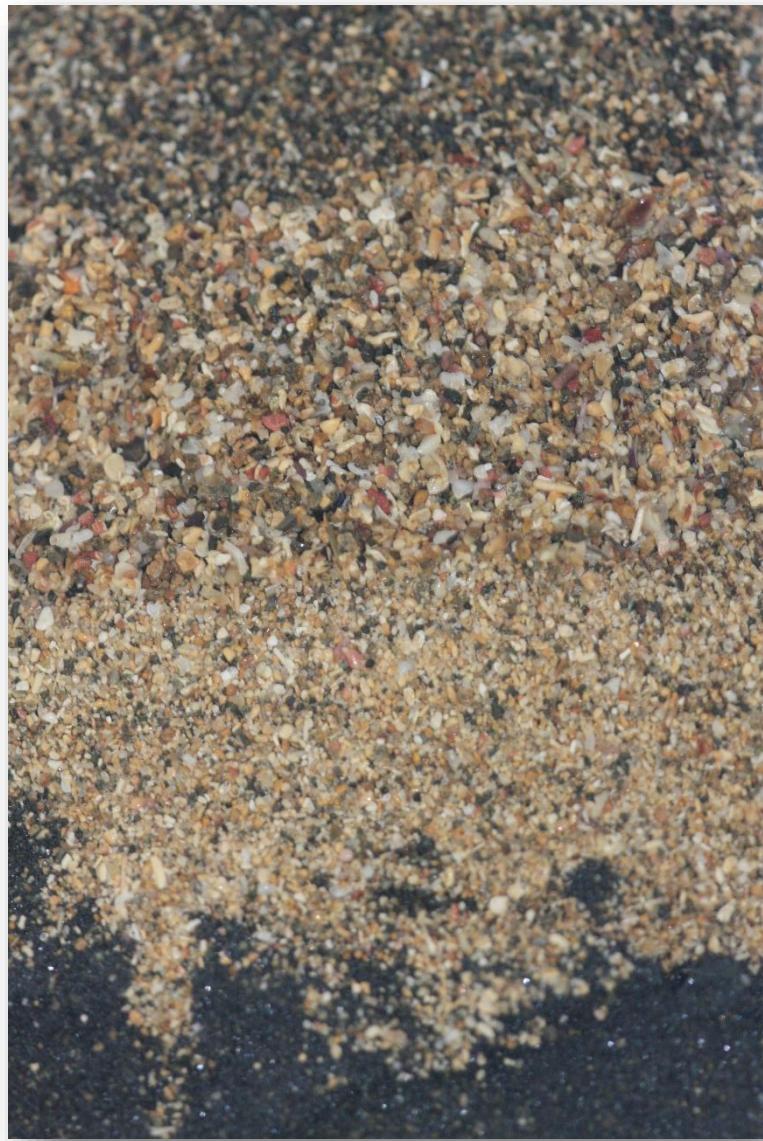


Referencia: Barreto, M. y Valentín, G., 2017, Inventario de playas de PR



Diversidad de sedimentos
(granulometría y composición)

Fuentes de Sedimentos en la Playa



Sedimentos. Foto: para La Naturaleza, Guía de Sedimentos Barreto



Río Grande de Manatí, Ciales (Proyecto HICE-PR NASA, Barreto)



Corales, Manatí, PRFoto: Dr Juan Torres



Espícula de erizo en sedimentos



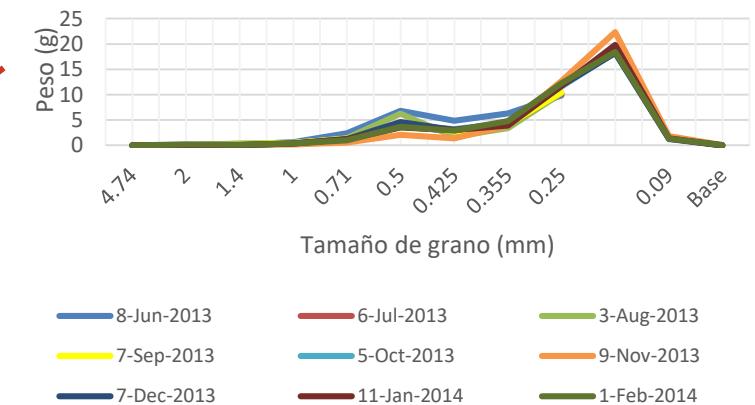
Sedimentos Playa Caja de Muertos

Características morfológicas

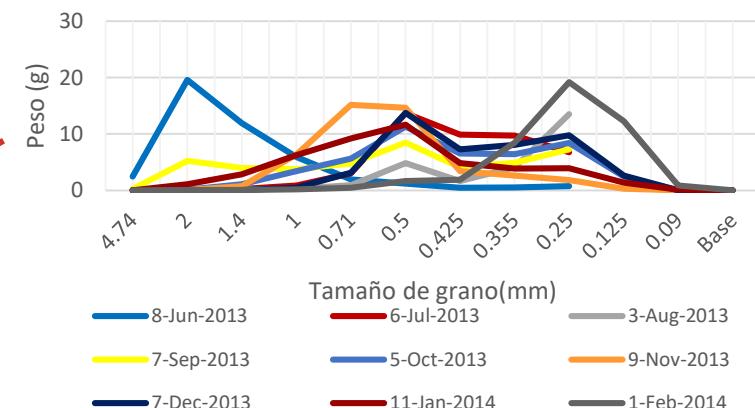


Mar Chiquita, Manatí, Puerto Rico

Distribución de tamaño de grano La Boca st 1 (parte detrás de la playa)



Distribución de tamaño de grano La Boca st 1 (zona de flujo y reflujo)



Características morfológicas variables



Mar Chiquita, Manatí, Puerto Rico



Boquerón, Cabo Rojo

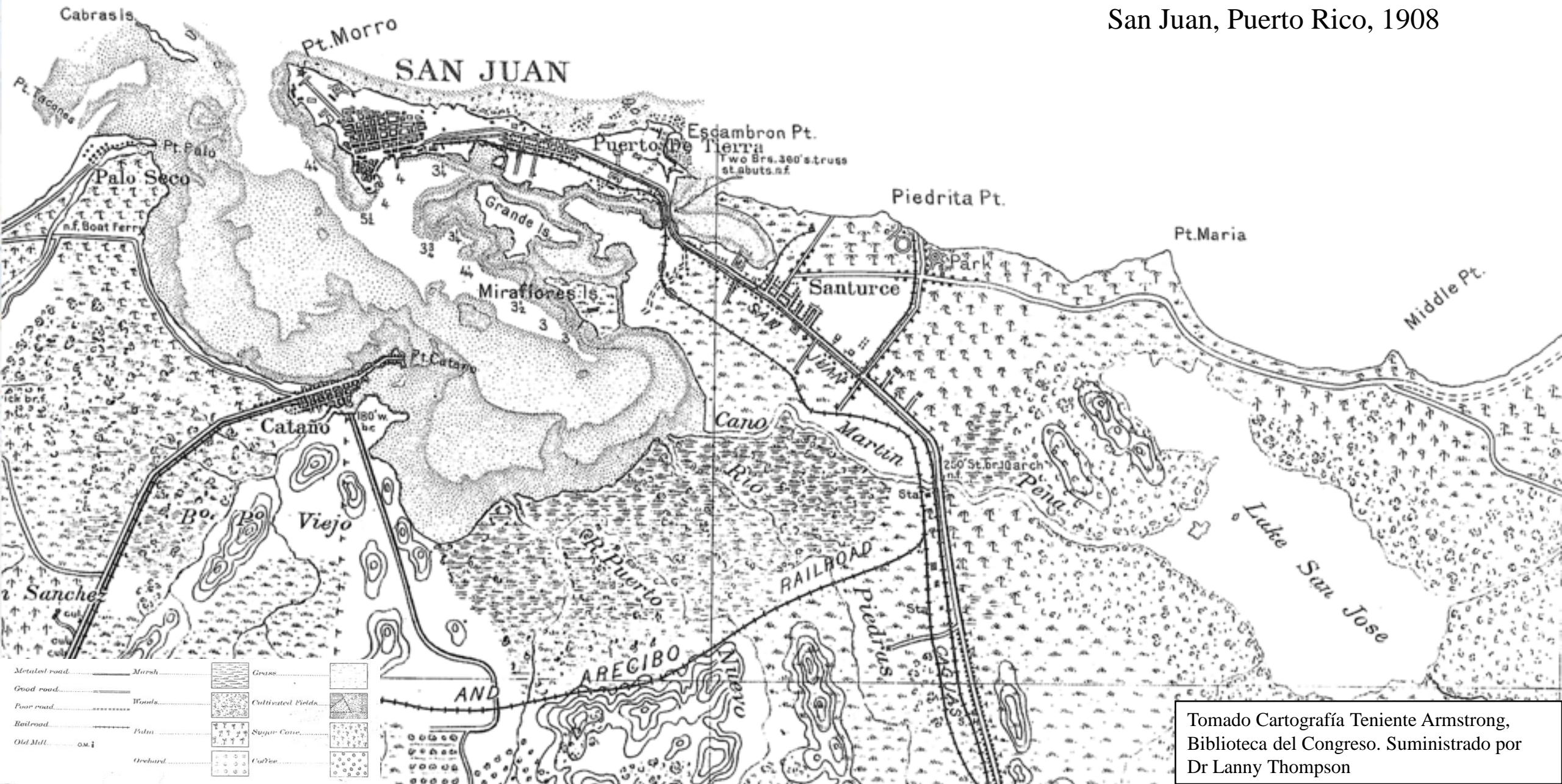


Este de Jobos, Isabela



El Seco, Mayaguez, 2022

La Transformación de la Costa



San Juan, Puerto Rico, 1908

Tomado Cartografía Teniente Armstrong,
Biblioteca del Congreso. Suministrado por
Dr Lanny Thompson

Escenario de Cambios del Uso del Terreno Costero



Referencia, JP

Procesos de cambios morfológicos (acresión/erosión/cambio en cobertura de mangle)



Parcelas Suárez, Loíza



Playa Los Pescadores, Isabela, 2017



Combate, Cabo Rojo

Variables que se asocian con los cambios morfológicos en las playas



Presencia de cañones submarinos



Degradación de Barreras Naturales



Ubicación de estructuras en y cercana a la línea de agua



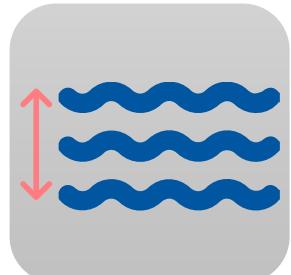
Interrupción de corrientes y sedimentos



Canalización de ríos



Falta de política Pública eficiente



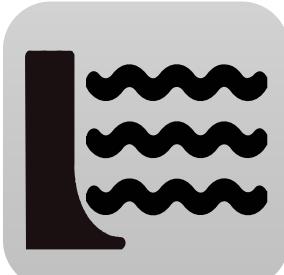
Aumento en el nivel del mar



Oleaje y Marejadas



Manifestaciones del Cambio climático



Estructuras duras



Manejo no apropiado del cambio de uso de terreno



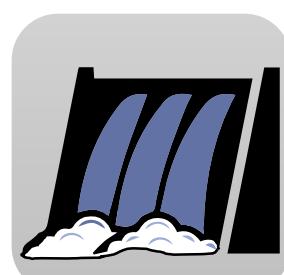
Diastrofismo (Tectonismo)



Sistemas Ciclónicos Tropicales



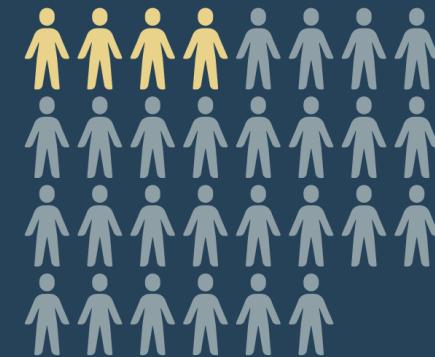
Mitigación informal



Reducción de suministro de sedimentos por embalses

La población en la franja costera (2020)

POBLACIÓN COSTERA EN PUERTO RICO 2020



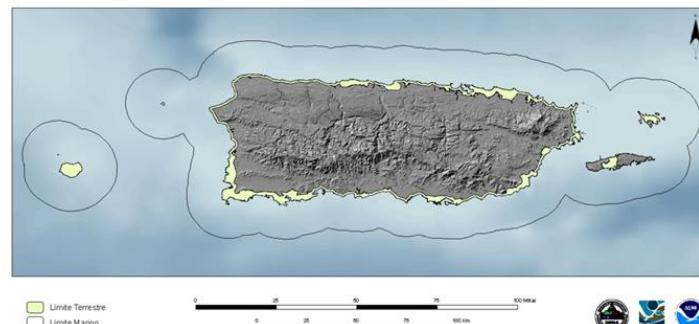
13%

Población total en zona costanera (2020)

Puerto Rico tiene una población para el 2020 de 3,285,874. La población ubicada en la zona costanera es 437,156 (13%).

Referencia: Censo 2020, Análisis geoespacial Pérez, K. y Barreto, M (CoRePI)

ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LA ZONA COSTANERA DE PUERTO RICO



POBLACIÓN COSTERA EN PUERTO RICO 2020



14%

Población total ubicada en franja costera de hasta 3 metros de elevación (2020)

Puerto Rico tiene una población para el 2020 de 3,285,874 de la cual 2,212,839 (67%) reside en municipios costeros. La población total ubicada en franja costera de hasta 3 metros de elevación es 476,463 (14%). Es decir, la sesión de costa se extiende hasta una altura de 3 metros, que en pies se traduce a 10 pies aproximadamente.

Referencia: Censo 2020, Análisis geoespacial Pérez, K. y Barreto, M (CoRePI)

POBLACIÓN COSTERA EN PUERTO RICO 2020



22%

Población total ubicada en franja costera de hasta 10 metros de elevación (2020)

Puerto Rico tiene una población para el 2020 de 3,285,874 de la cual 2,212,839 (67%) reside en municipios costeros. La población total ubicada en franja costera de hasta 10 metros de elevación es 728,272 (22%). Es decir, la sesión de costa se extiende hasta una altura de 10 metros, que en pies se traduce a 33 pies aproximadamente.

Referencia: Censo 2020, Análisis geoespacial Pérez, K. y Barreto, M (CoRePI)

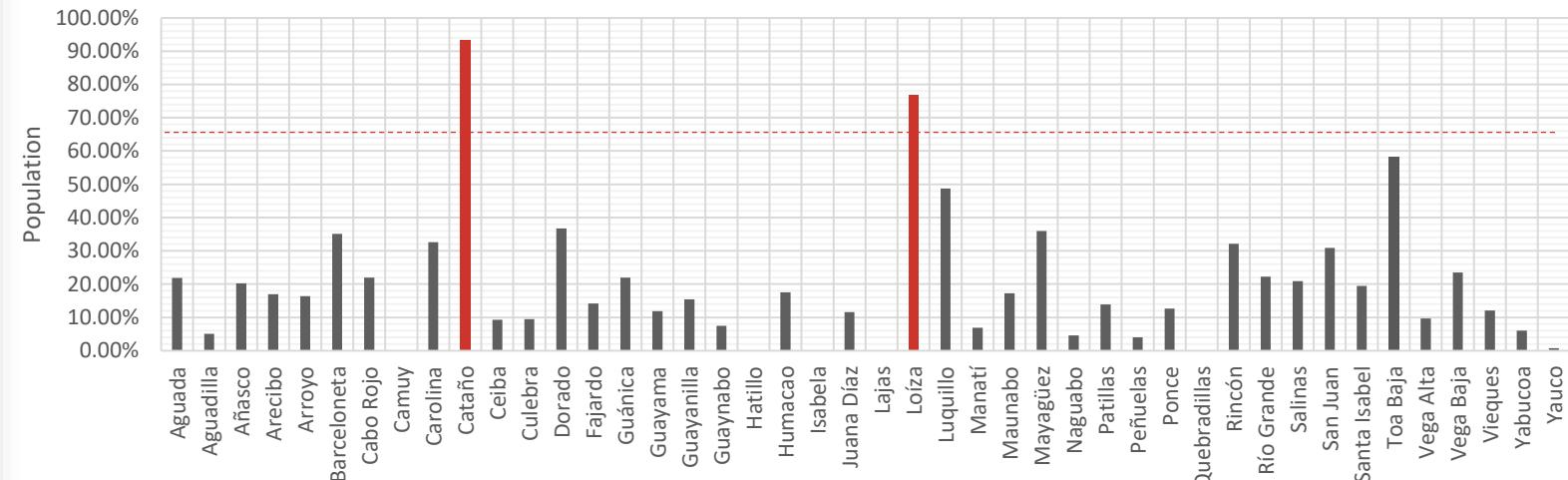


La Población en la franja costera por municipios (2020)

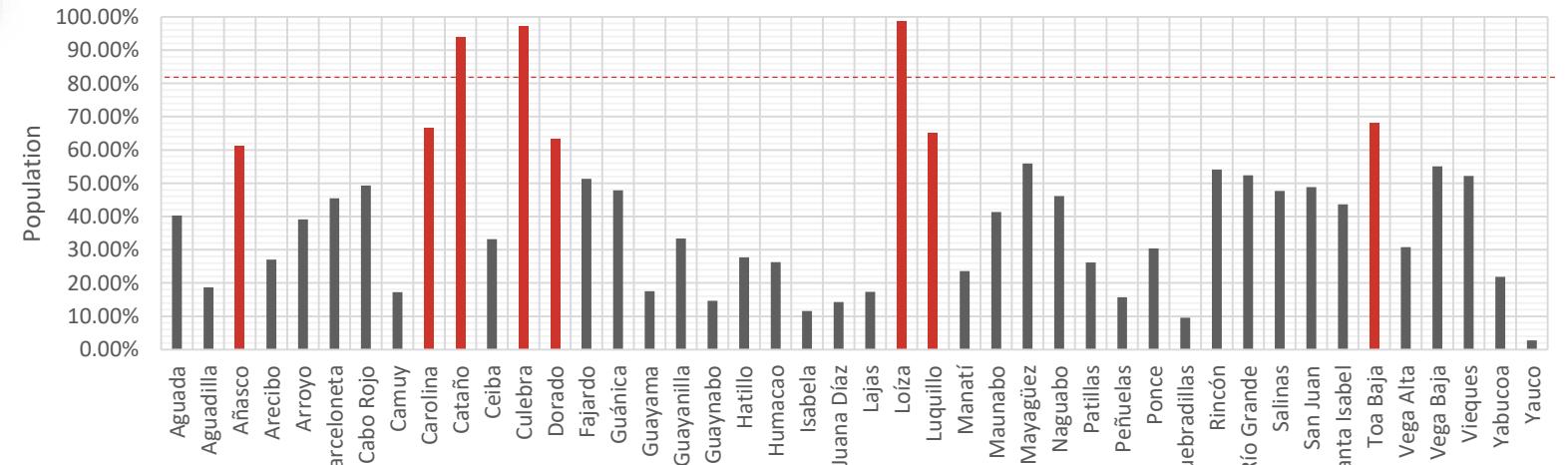
Aguadilla, Puerto Rico. Imagen: Alfredo Montañez. CoRePI



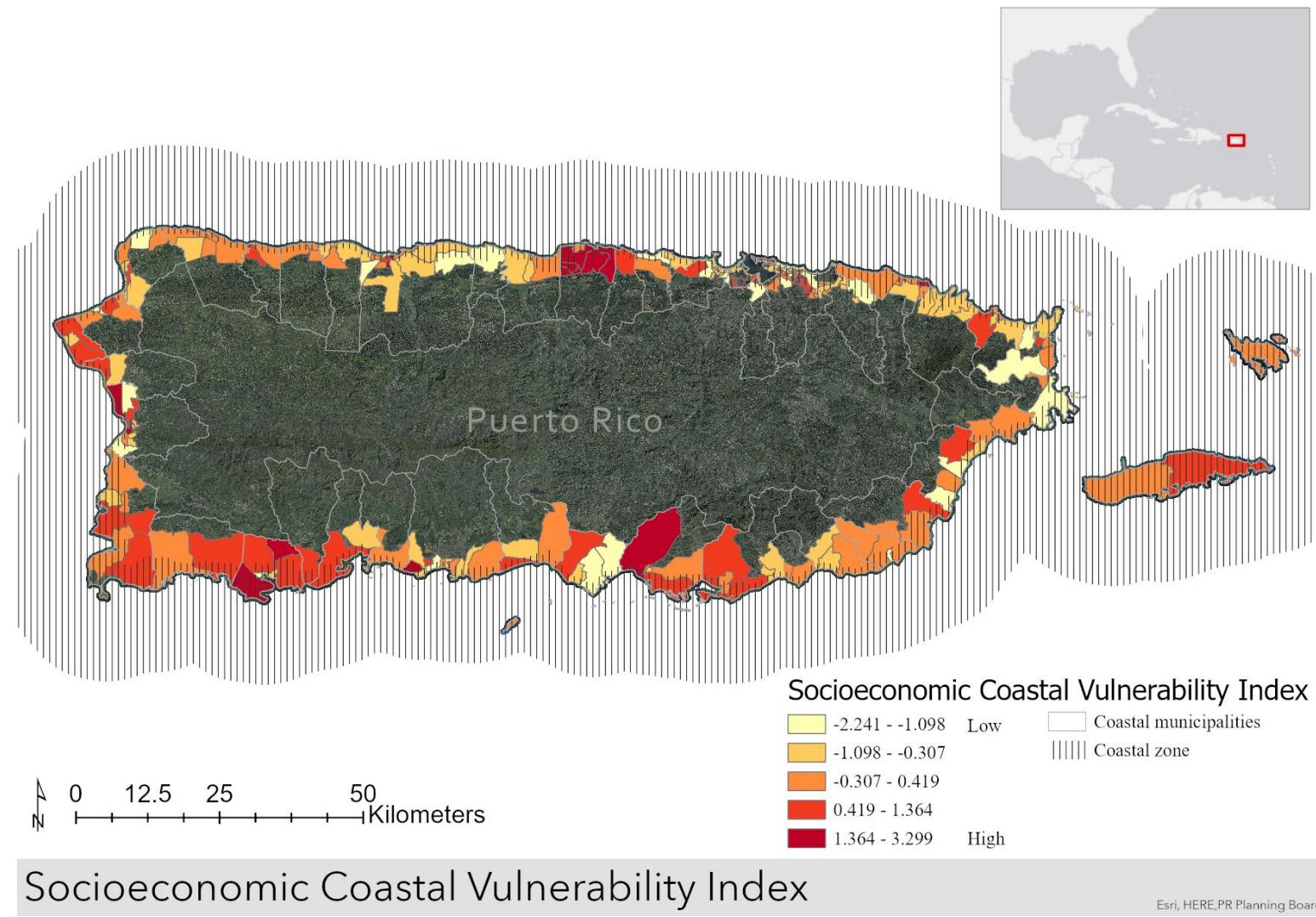
Población (%) ubicada en la franja costera de 0 a 3 metros de altura respecto MSI (2020)



Población (%) ubicada en la franja costera de 0 a 10 metros de altura respecto MSI (2020)



La situación (Actual) : Vulnerabilidad Social (2016)



El Faro, Guayanilla, 2020

Los Atributos de la Franja Costera y las manifestaciones del Cambio Climático



Great Barrier Reef Mass Coral Bleaching event, Port Douglas, Queensland, Dean Miller / Greenpeace
Read more: <https://www.newscientist.com/article/2256873-how-climate-change-impacts-the-great-barrier-reef-tourism-industry/#ixzz7QWfzW7K5>
Source: New Scientist 2020

- *Aumento del Nivel del Mar*
- Aumento en temperatura del agua de mar
- *Ocurrencia de eventos extremos (ciclones tropicales)*
- *Inundaciones Costeras Extremas*
- Acidificación en los océanos
- Impacto en Ecosistemas (coral; humedales; praderas de yerbas marinas, barreras naturales, etc.)
- *Erosión Costera*

La situación (Actual): La Costa ante las manifestaciones del Cambio Climático (CC).



Aguadilla, Puerto Rico. Imagen: Alfredo Montañez. CoRePI

Global: Sexta Evaluación (2021/2022 WG1 y 2) (Masson-Delmotte, V et al. 2021; (H.-O. Pörtner et al. 2022)

- Nivel del mar promedio (global) (A.1.7) :Aumento
 - 1900-2018 0.20 m (0.65 pie) (A.1.7)
 - 1901-1971 1.3 mm/año
 - 1971-2006 1.9 mm/año
 - 2006-2018 3.7 mm/año
- Sistemas Ciclónicos Tropicales (categoría 3-5): Aumento (A.3.4)
- 10% de la población mundial y sus activos físicos se ubican en la franja costera de baja elevación (elevación de menos de 10 metros respecto al nivel del mar)
- Las islas presentan alta vulnerabilidad a impactos de las manifestaciones del CC.

Regional (Caribe) (Fourth National Climate Assessment) (US Caribbean) (Gould et al. 2018)

- Temperatura del agua : Aumento 0.43° F por década
- Acidificación del Mar: Aumento
- Nivel del Mar (Relativo): Aumento
 - Desde mitad siglo 20: 2mm/año
 - Desde 2000: Aumento acelerado del nivel del mar (relativo)
 - Desde 2010-2011 Aumento mayor del nivel del mar (relativo)

Algunas conversaciones sobre el Cambio Climático y sus consecuencias



Maní, Mayaguez, Puerto Rico 2017

- 97-98% de los científicos climáticos están de acuerdo con la realidad del Cambio Climático (Anderegg et al. 2010; Geiger et al. 2022)
- Muchas personas piensan que este escenario es una situación del futuro (Usry et al., 2022; Anderegg et al. 2010)
- Existe preocupación por lo que les espera a las futuras generaciones, issues financieros, pérdida de acceso a los recursos (Du Bray et al. 2017);
- Preocupación a la falta de acceso de alimento y agua (Galway 2019)
- Preocupaciones por asuntos de seguridad y falta de preparación para enfrentar los eventos (Gibson et al 2020)
- Ansiedad por actuar o enlazarse en la acción para enfrentar el CC, tensión en enfrentarse a discusiones sobre el tema entre colegas (Hoggett and Randall 2018)
- No hay fondos suficientes para mitigar los daños (Howard et al. 2020)
- Existen otros problemas más importantes a atender que el Cambio Climático (Petheram et al. 2010)

La Franja Costera y las manifestaciones del Cambio Climático



HATILLO, PR PÉREZ-VALENTÍN 2021, FOTOGRAFÍA
PREMIADA ASBPA

Algunas conversaciones sobre la Costa y el Cambio Climático

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE



Proximity to Coast Is Linked to Climate Change Belief

Taciano L. Milfont^{1*}, Laurel Evans¹, Chris G. Sibley², Jan Ries¹, Andrew Cunningham³

¹ School of Psychology, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand, ² Department of Psychology, University of Auckland, Auckland, New Zealand, ³ School of Geography, Environment and Earth Sciences, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand

Abstract

Psychologists have examined the many psychological barriers to both climate change belief and concern. One barrier is the belief that climate change is too uncertain, and likely to happen in distant places and times, to people unlike oneself. Related to this perceived psychological distance of climate change, studies have shown that direct experience of the effects of climate change increases climate change concern. The present study examined the relationship between physical proximity to the coastline and climate change belief, as proximity may be related to experiencing or anticipating the effects of climate change such as sea-level rise. We show, in a national probability sample of 5,815 New Zealanders, that people living in closer proximity to the shoreline expressed greater belief that climate change is real and greater support for government regulation of carbon emissions. This proximity effect held when adjusting for height above sea level and regional poverty. The model also included individual differences in respondents' sex, age, education, political orientation, and wealth. The results indicate that physical place plays a role in the psychological acceptance of climate change, perhaps because the effects of climate change become more concrete and local.

Citation: Milfont TL, Evans L, Sibley CG, Ries J, Cunningham A (2014) Proximity to Coast Is Linked to Climate Change Belief. PLoS ONE 9(7): e103180. doi:10.1371/journal.pone.0103180

Editor: Igor Linkov, US Army Engineer Research and Development Center, United States of America

Received: September 26, 2013; **Accepted:** June 28, 2014; **Published:** July 21, 2014

Copyright: © 2014 Milfont et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: Preparation of this manuscript was partially supported by a Marsden Fast Start grant from The Royal Society of New Zealand (Te Putea Rangahau a Marsden) awarded to Taciano L. Milfont. Collection of the New Zealand Attitudes and Values Study 2009 (NZAVS-09) data analyzed in this paper was funded by University of Auckland FRDF (#3624435/9853) and ECREA (#3626075) grants awarded to Chris Sibley. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

* Email: taciano.milfont@vuw.ac.nz

“Los resultados indican que el lugar físico juega un papel en la aceptación psicológica del cambio climático, quizás porque los efectos del cambio climático se vuelven más concretos y locales”. Taciano et al. 2014



La situación de los cambios costeros (playas) de Puerto Rico

La erosión costera en Puerto Rico, No es un problema Reciente 1956

Editorial del periódico El Mundo 25 de enero de 1956, pág.. 6.

Colección Puertorriqueña; Expresiones del Sr Cándido Oliveras, Presidente de la Junta de Planificación; Gobernador Luis Muñoz Marín

Las Marejadas

El Gobernador ha asignado a la Junta de Planificación el estudio del problema de las marejadas y sus efectos en la costa norte de la Isla, especialmente en su extremo noroeste.

Según explicó el Presidente de la Junta, señor Cándido Oliveras, el estudio incluirá recomendaciones para evitar que se repitan desgracias cada vez que ocurre una marejada y entre esas recomendaciones probablemente se hará la de remover las viviendas de los sitios amenazados por las olas.

También se recomendará un plan de acción para la vigilancia de una faja de seguridad, de manera que no se vuelva a construir en esos sitios donde la furia del mar puede sorprender un día y arrebatar la vida y las posesiones a unas cuantas familias puertorriqueñas.

Encontramos atinado este enfoque hecho por el Presidente de la Junta de

Planificación y esperamos con interés los resultados del estudio que se comienza.

No podemos controlar las marejadas, que ocurren al capricho de la Naturaleza, guiadas por fuerzas superiores a las del hombre. Pero si podemos proteger a la población de sus posibles efectos y es muy sensato que el Gobierno tome medidas para prevenir en lo que se pueda los malos efectos de las marejadas.

El problema está íntimamente relacionado con el de la erosión de nuestras playas, entre ellas algunas de las mejores zonas de baños de mar. Sin duda que el estudio a realizar abarcará este aspecto, con recomendaciones pertinentes, si es que algunas pueden hacerse para salvar esas áreas.

Nos complace que se haya iniciado este nuevo estudio sobre las marejadas, que consideramos habrá de ser de gran utilidad para nuestro pueblo.



Aguadilla

La erosión costera en Puerto Rico, No es un problema Reciente

SHORELINE OF PUERTO RICO



Informe Preparado por el Dr. Jack Morelock, 1978

"Recomiendo que la División de la Zona Costanera establezca un programa que identifique las zonas en peligro de erosión, acompañada con legislación que promueva que no se construya en áreas de peligros". Morelock 1978

1956

Obras Públicas Asegura Acción de Olas Reduce Tamaño de Isla

El Secretario de Obras Públicas declara en memorial que sometió a la Legislatura, en apoyo de la Resolución Conjunta del Senado 1169, que asigna \$10,000 para llevar a cabo un estudio encargado de controlar la erosión de las playas de Puerto Rico, que "la acción destructiva de las olas ha hecho desaparecer parte de nuestras playas reduciendo paulatinamente el área de la isla".

De acuerdo con el Secretario de Obras Públicas, las fuertes marejadas ocurridas durante los últimos años han ocasionado grandes daños tanto a propiedades del Estado como privadas, adyacentes a la costa norte de Puerto Rico.

La resolución, aprobada por el Senado, tiene por objeto sufragar los gastos que ocasiona un estudio cooperativo entre el Gobierno de los Estados Unidos, por conducto de la Junta de Erosión de Playas y el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, por conducto del Departamento de Obras Públicas.

Dice el Memorial que durante el año se efectuaron varias reuniones en las oficinas de la Administradora de la Capital, con

Ocean Park, San Juan, 1970



Oleaje Amenaza Destruir Residencias

Varias residencias están amenazadas en el sector de Ocean Park debido a que las terrazas que se necesitan para la construcción que bordeaban el mar ya no existen. La seña de la playa, que antes servía de paseo, ya no puede usarse pues ha sido invadida por las olas. Ya los derrumbes han afectado algunas casas y los vecinos

Ocean Park, San Juan, 2019

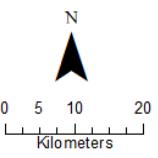


(1964-1971)



Leyenda

Tasas de cambios	
1964-1971	Erosión moderada
—	Erosión alta
—	Erosión muy alta
—	Erosión severa
—	Erosión baja
—	Acresión
—	Estable
—	No Data



Barreto, 1997, Shoreline of Puerto Rico 1936-1987

Mapa preparado por: Cabrera & Diaz
 Fuente: Barreto, M. (1997). *Shoreline Changes in Puerto Rico (1936-1993)*
 (Tesis Doctoral) Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez.



Oleaje Amenaza Destruir Residencias

Varias residencias están siendo amenazadas en el sector de Ocean Park debido a que las fuertes olas están socavando toda la orilla y los terrenos que bordeaban el mar ya no existen. La orilla de la playa, que antes servía de paseo, ya no puede usarse pues ha sido invadida por las olas. Ya los desprendimientos han afectado algunas casas y los vecinos temen que cuando venga la temporada de marejadas muchas

de las viviendas se desplomen. La casa número Uno de la calle Elena está en inminente peligro de desmoronarse y a pesar de que su dueño ha hecho grúas con Obras Públicas y otras agencias gubernamentales para que algo se haga, no ha logrado nada que le devuelva la tranquilidad. (Fotografía por Tedoro Torres).

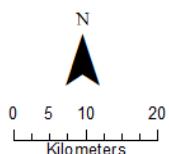
Ocean Park, San Juan, 1970, El Mundo

1971-1977



Leyenda

Tasas de cambios	
1964-1971	Erosión moderada
—	Erosión alta
—	Erosión muy alta
—	Erosión severa
—	Erosión baja
—	Acresión
—	Estable
—	No Data



Mapa preparado por: Cabrera & Diaz
Fuente: Barreto, M. (1997). Shoreline Changes in
Puerto Rico (1936-1993)
(Tesis Doctoral) Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez.

SHORELINE OF PUERTO RICO



“Recomiendo que la División de la Zona Costanera establezca un programa que identifique las zonas en peligro de erosión, acompañada con legislación que promueva que no se construya en áreas de peligros”.
Morelock 1978

Informe Preparado por el Dr. Jack Morelock, 1978

El estado de la erosión de Puerto Rico (2010)

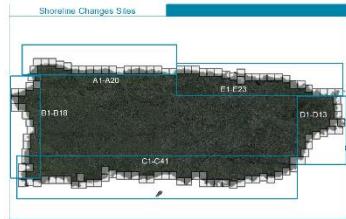
1971-2010



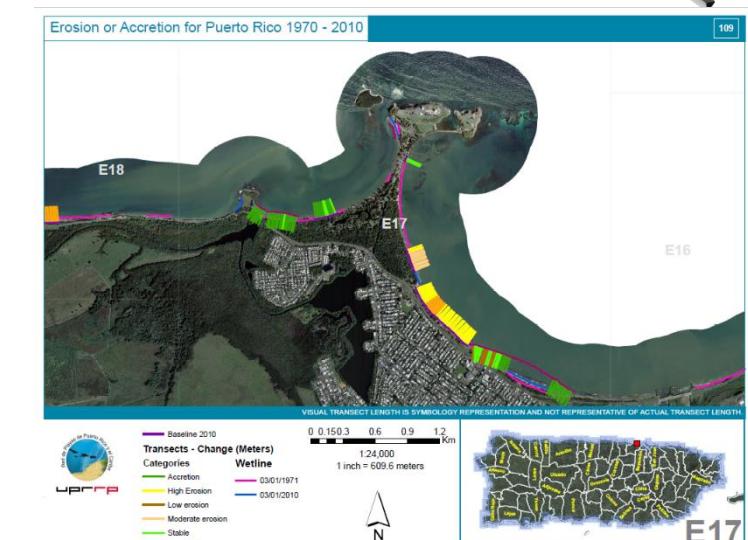
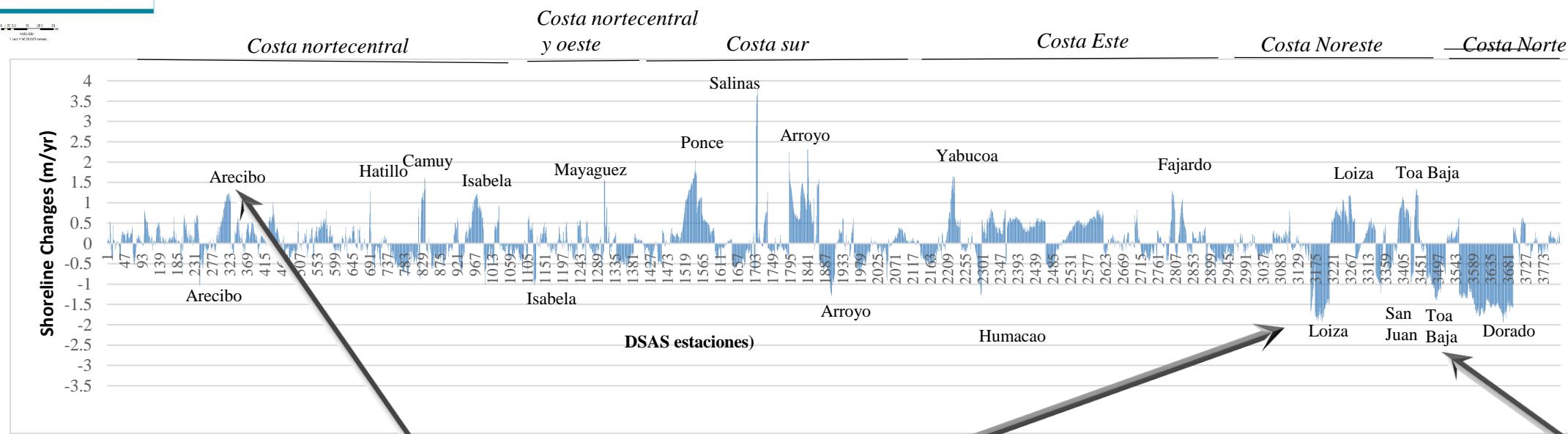
Legend

Categories	
Moderate erosion	Orange
High Erosion	Dark orange
Very High	Red
Low erosion	Yellow
Stable	Green

60% erosión
40% acreción



Cambios Costeros en Puerto Rico (1971-2010) por municipio



Cambios costero 2012-2017



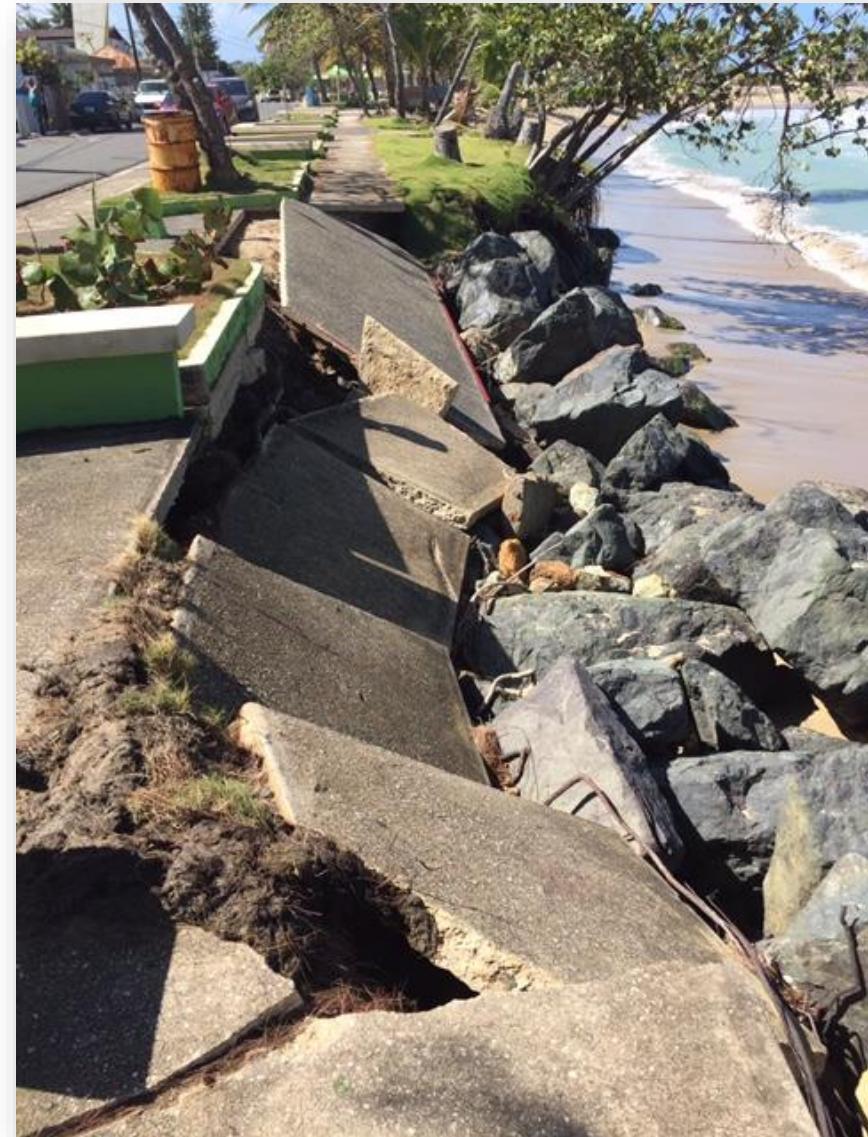
Villa Cristiana, Loíza 2013



Villa del Mar, Loíza 2013



Parcelas Suarez, Loíza 2013



Parcelas Suarez, Loíza 2014

Fortuna Beach, Luquillo 2012

Cambios de posición de la línea de costa, Villa Cristiana - Loíza P.R. (1970-2018)



Foto aérea provista por FEMA y la Junta de Planificación (2018)

Por: Elizabeth Díaz / Mayo 2019

Impactos del Huracán María sobre las Playas de PR



95% de las playas visitadas se aplanaron

*Referencia: Pasch et al. 2019. National Hurricane Center, Hurricane Maria

Barreto et al. 2019, Shore and Beach winter 2019.

Foto: José Nevárez, Para La Naturaleza

2017-2020



Hatillo, 2021



Espinal, Aguada, 2020



Punta Guilarte, Arroyo, 2019

Cambios en ancho de playa (2017-2018)



Foto Humacao, PR. Post Huracán Marfa, por Elizabeth Díaz





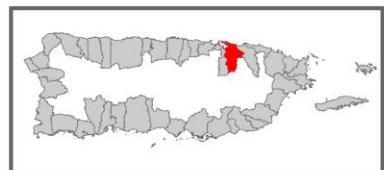
El estado de las playas

San Juan

Septiembre 2017



Marzo 2018



Mapa preparado por: COREPI-PR
Fuente de Imagen: ESRI
Sometido a la CEE-SA-2020-4669

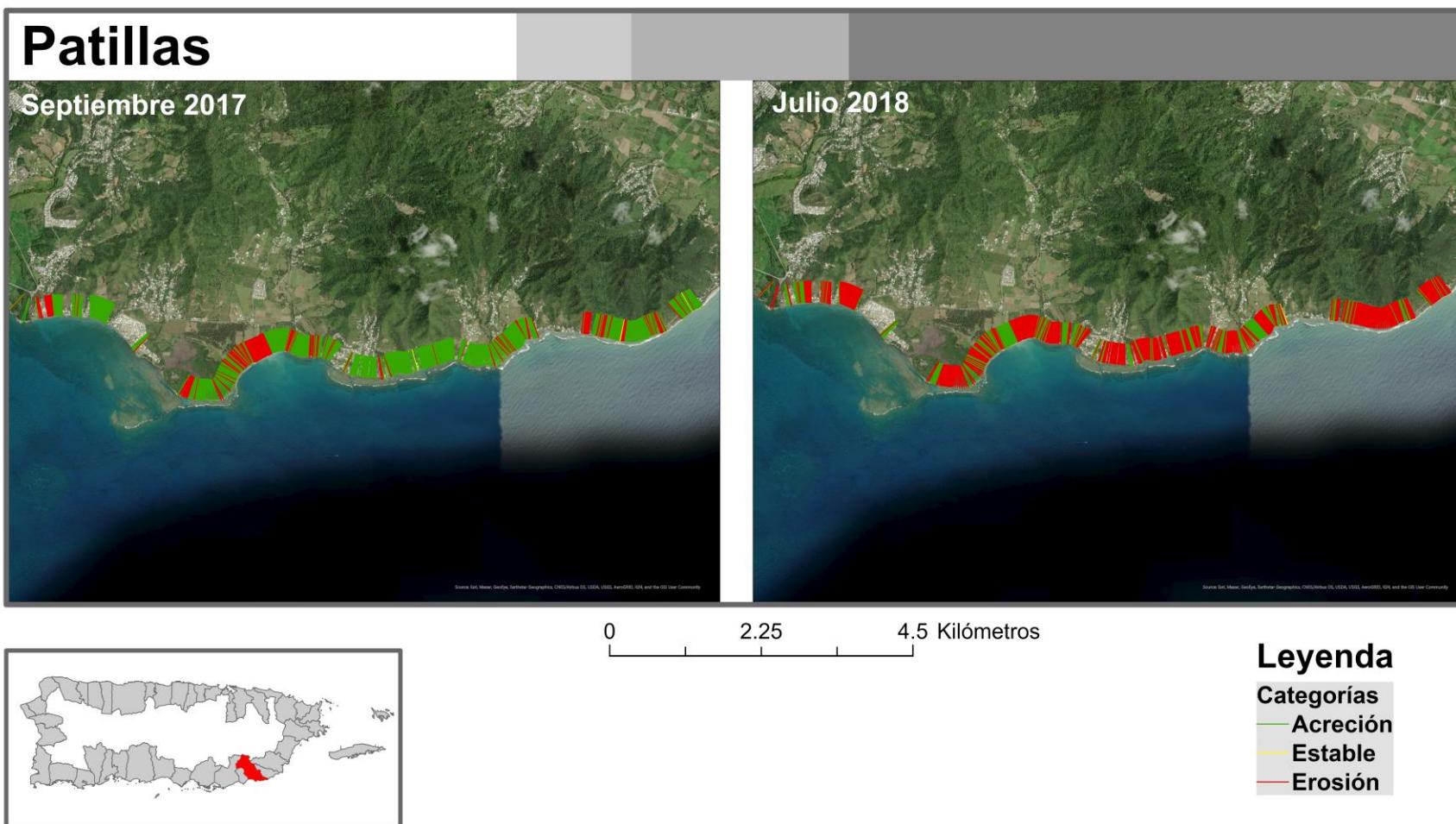
Leyenda

Categorías
— Acreción
— Erosión



Puerto Nuevo, San Juan, 2020

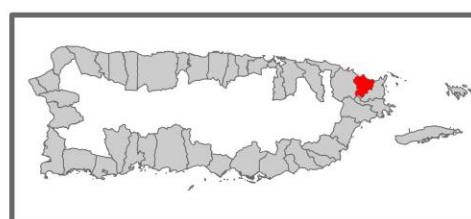
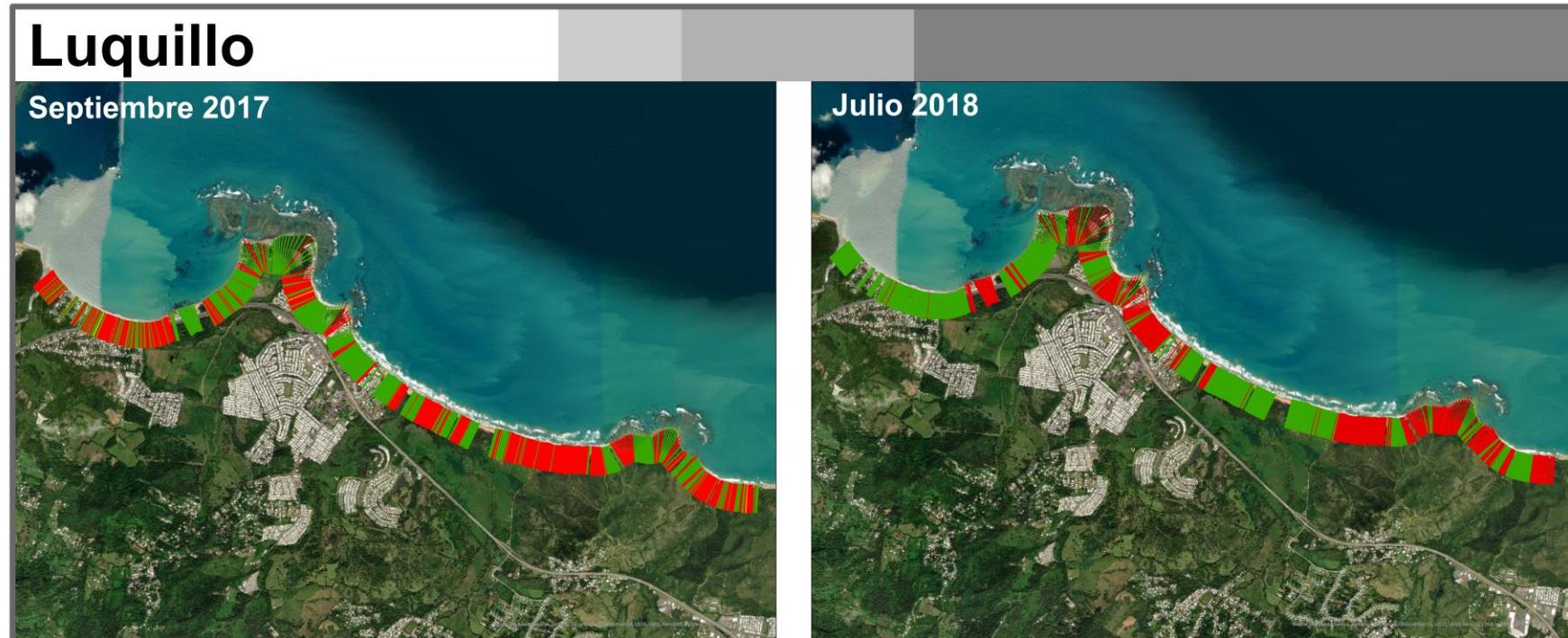
El estado de las playas



Mapa preparado por: COREPI-PR
Fuente de Imagen: ESRI

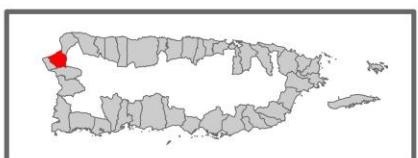
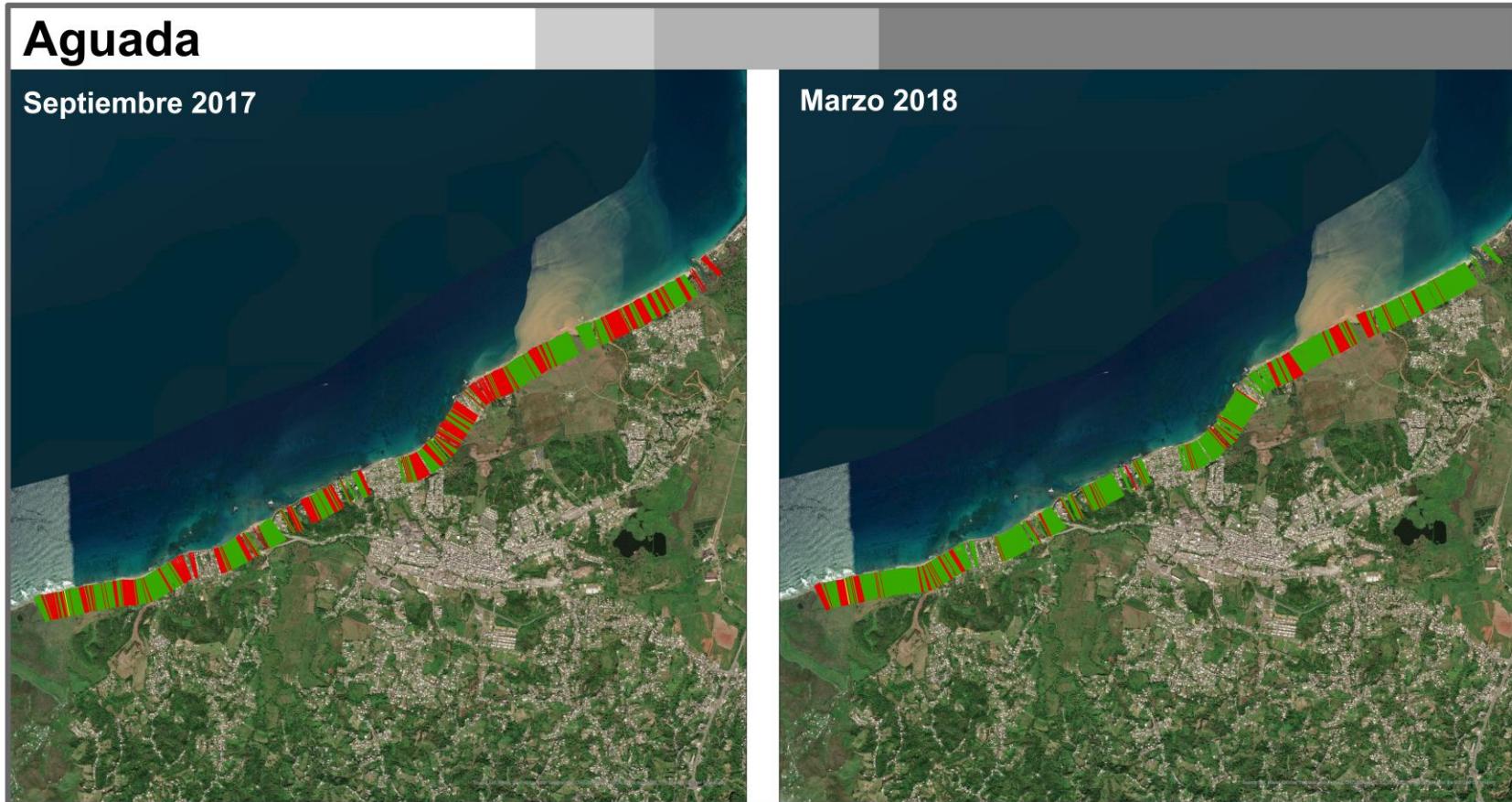
El estado de las playas

N



Mapa preparado por: COREPI-PR
Fuente de Imagen: ESRI

El estado de las playas

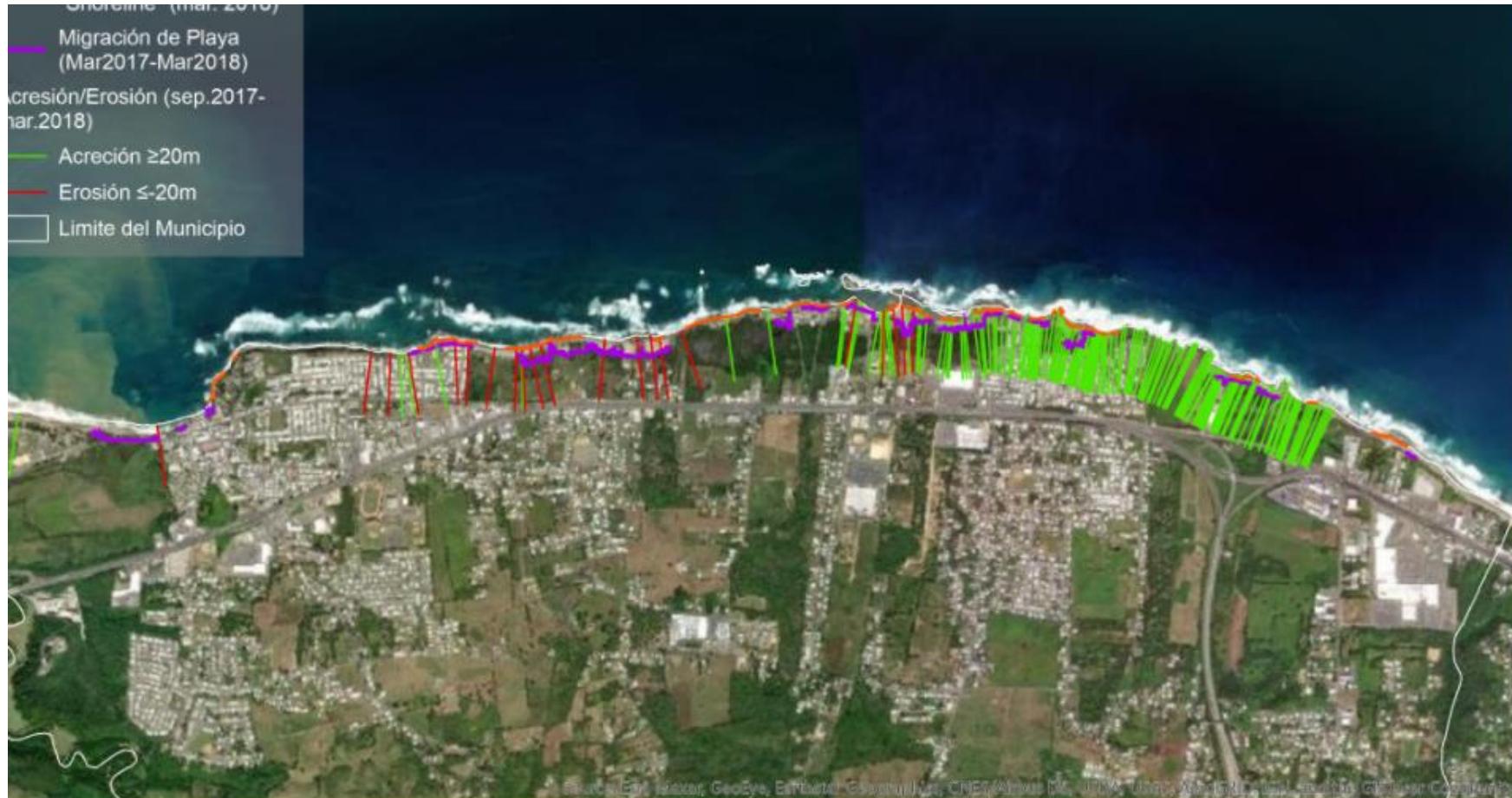


Mapa preparado por: COREPI-PR
Fuente de imagen: ESRI
Sometido a la CEE-SA-2020-4669

Leyenda

- Acreción
- Estable
- Erosión

Hallazgo: Migración de playa y línea de agua tierra adentro (2018)



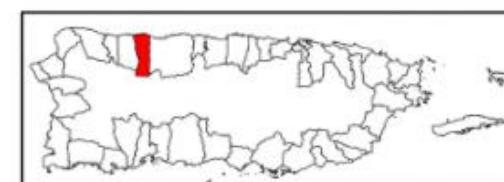
Hatillo

Imagen: ArcGis Map Service
Mapa por: Elizabeth Díaz
CoRePI-PR



UPRRP

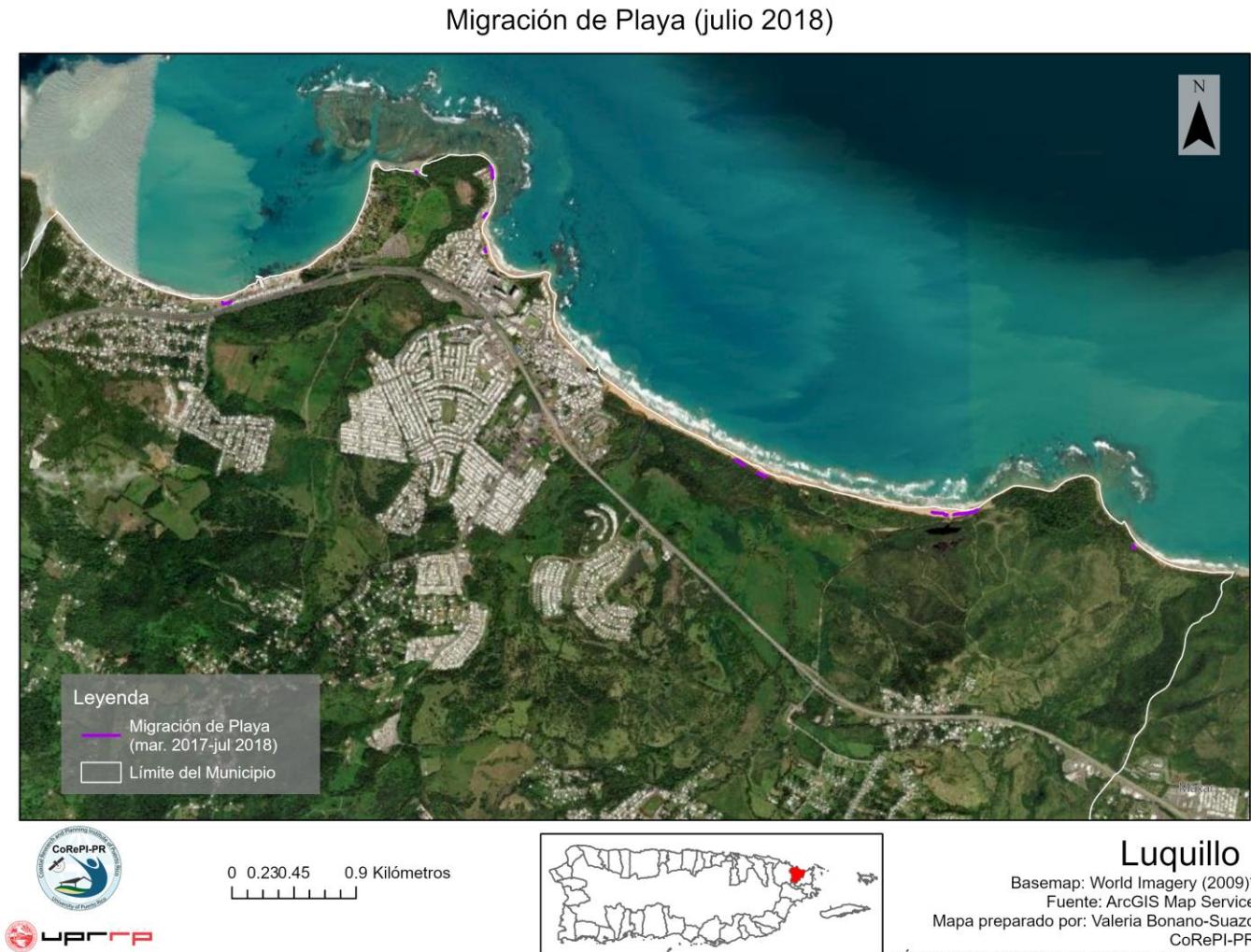
0 0.5 1 2 Kilómetros



Migración de playa y línea de agua tierra adentro (2018)



Pérez y Barreto, 2021





<https://storymaps.arcgis.com/stories/dfb5b1a22af6440b809cde3aac482b42>



Espinal, Aguada, PR, septiembre 2019, Foto Alfredo Montañez



Noviembre 2019, foto Nahir Cabrera



<https://storymaps.arcgis.com/stories/dfb5b1a22af6440b809cde3aac482b42>



Espinal, Aguada, PR, septiembre 2019, Foto Alfredo Montañez



Noviembre 2019, foto Nahir Cabrera

Erosión en costas elevadas



Barrio Pueblo, Arecibo 2020



Puerta de Tierra, San Juan 2021

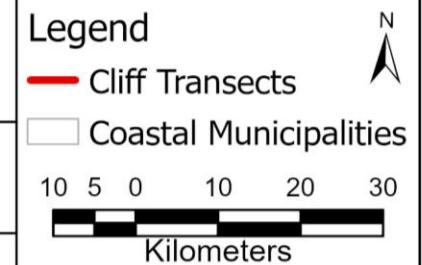
Erosión en Costas Elevadas (Rocosas y “Coastal Bluffs”)



Coastal Cliff Derived from Lidar for Puerto Rico: 2018 (USGS)

Cliff transects delineated from post-Maria lidar elevation data from 2018

2021



Infraestructura en los municipios costeros (1997 y 2017) (Datos del CRIM)

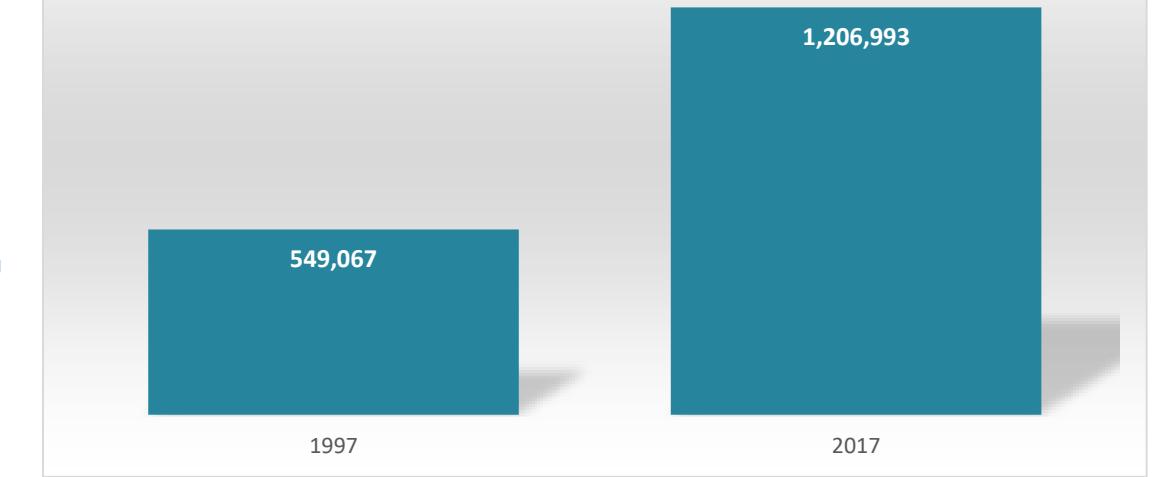
* 2017 antes del Huracán María



Aguadilla, 2019, Foto: Alfredo Montañez

Huella infraestructura total en los municipios costeros

Cantidad de unidades de infraestructura en los municipios costeros (1997 y 2017)



% de Incremento en la huella de infraestructura en los municipios (más de 75%): Guayanilla; (81.1%); Culebra (77%); Maunabo (77.5%); Vieques (81.5%); Yauco (76.3%)

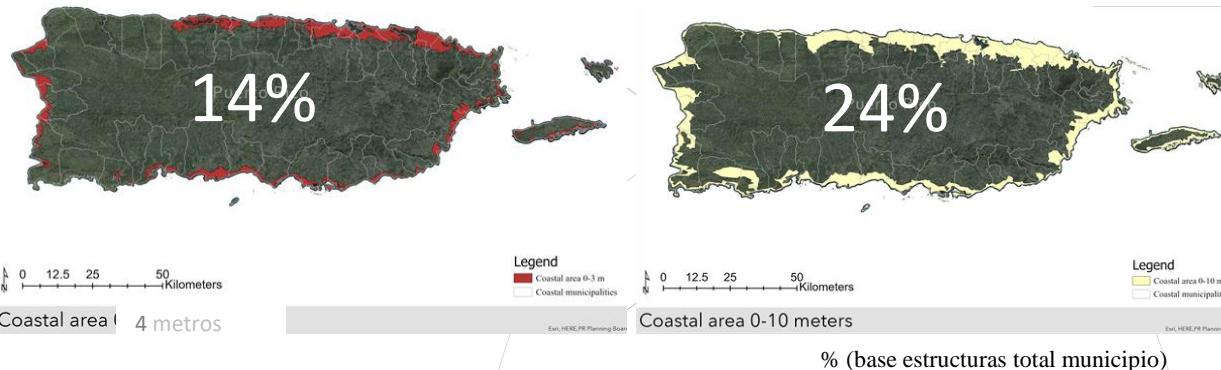
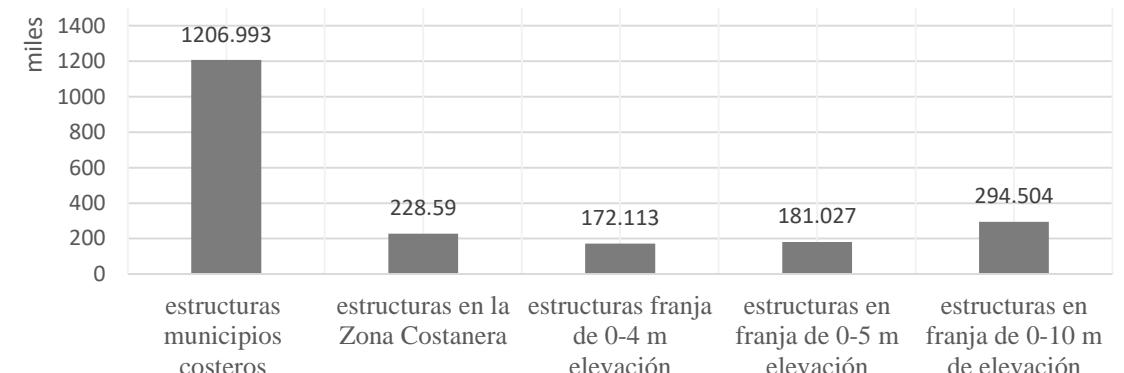
Datos base: CRIM (2017); Análisis Geoespacial: Pérez (CoRePI); Barreto y Pérez en proceso de publicación
Nota: 2017 antes del huracán María

Infraestructura en la franja costera de Puerto Rico: Infraestructura (2017)



Barrio Pueblo, Arecibo 2019, Foto: Prof Castro

Unidades de estructuras en los municipios costeros, PR (2017)



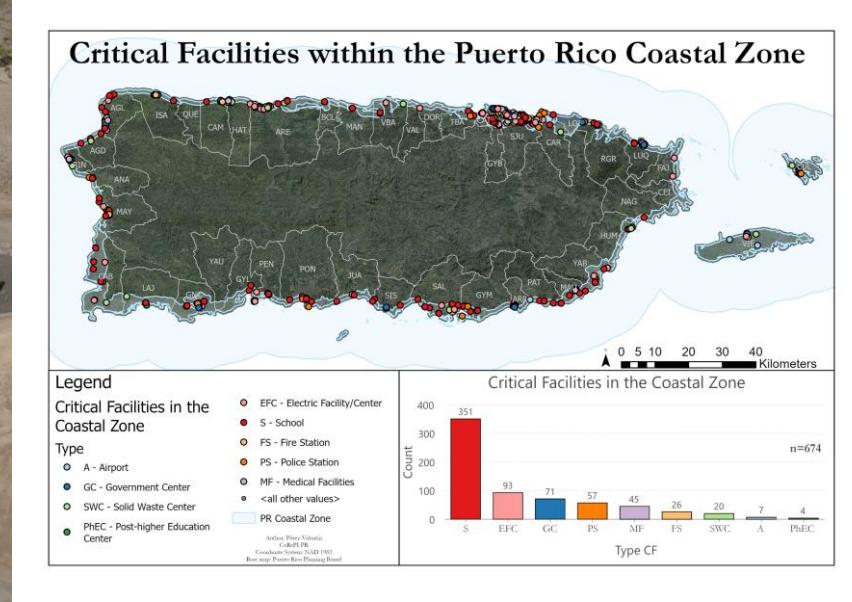
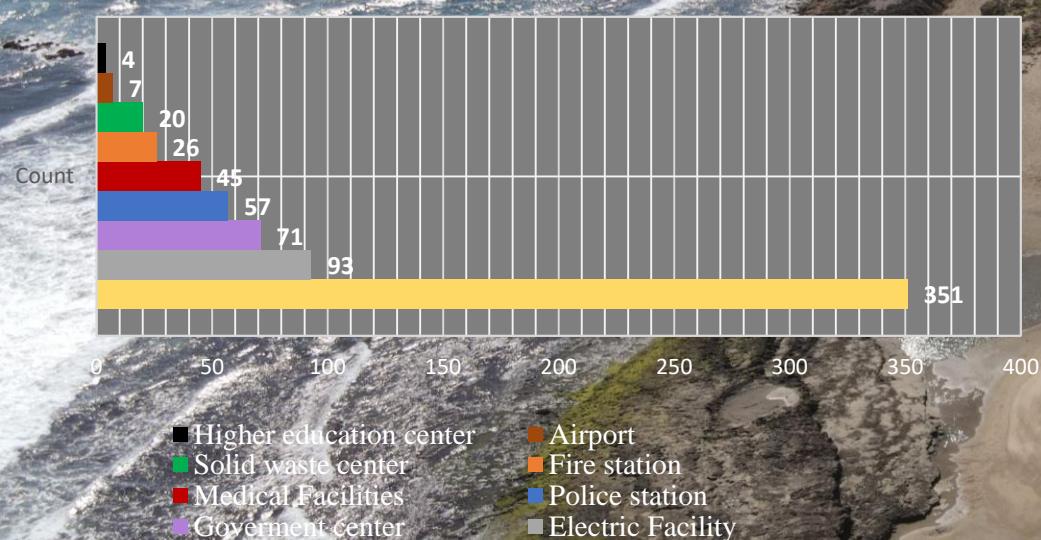
Infraestructura Crítica en la franja Costera de Puerto Rico

Unidades de Facilidades Críticas (2017)

Total en la isla	3,736
Municipios Costeros:	2,506 (67%)
Zona Costanera:	671 (18%)
Franja Costera de 0-4 m:	651 (17%)
Franja Costera de 0-10 m	1,202 (32%)



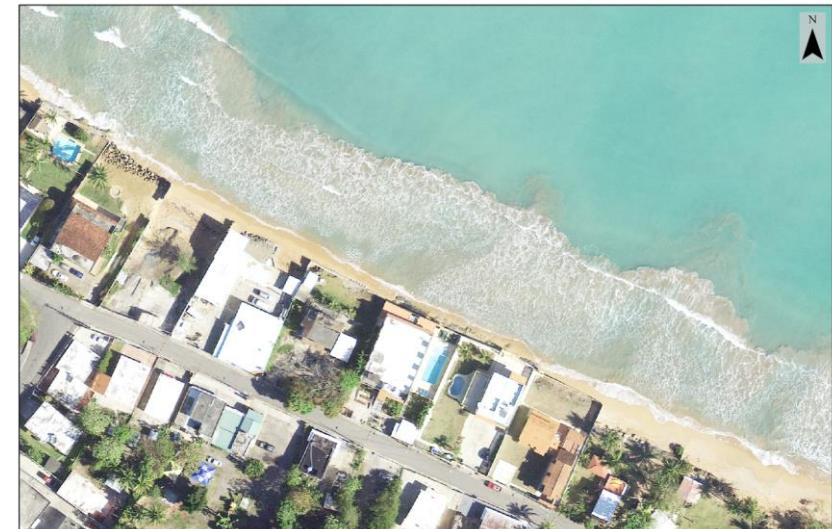
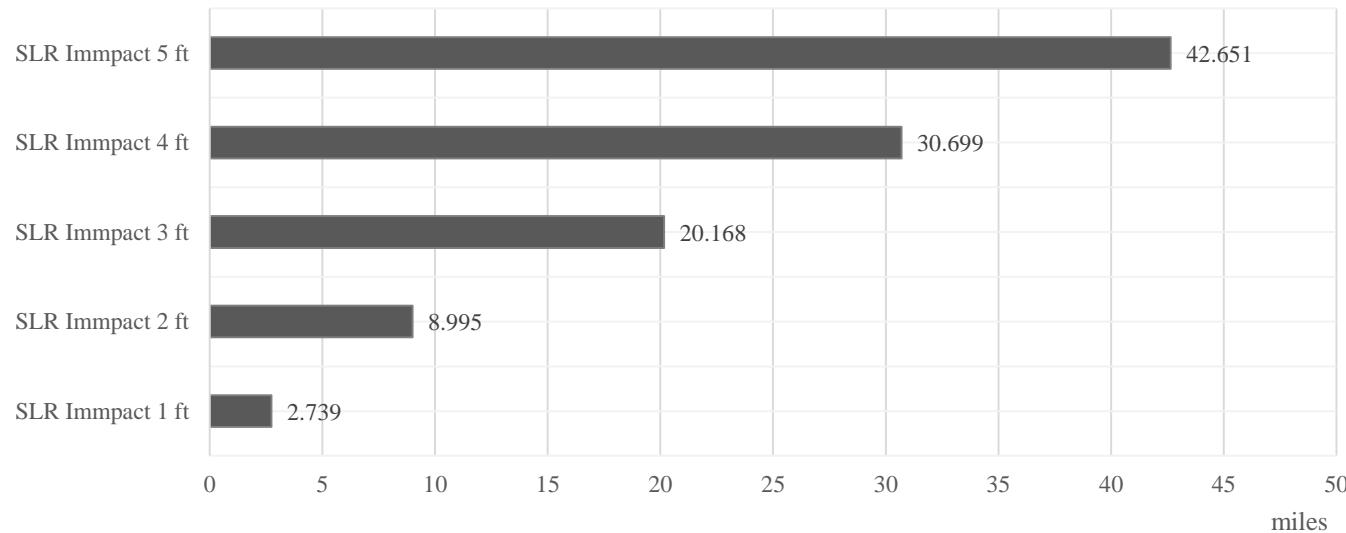
Facilidades Críticas en la Zona Costanera (2018)



Situación: Infraestructura expuesta a la proyección del aumento del nivel del mar



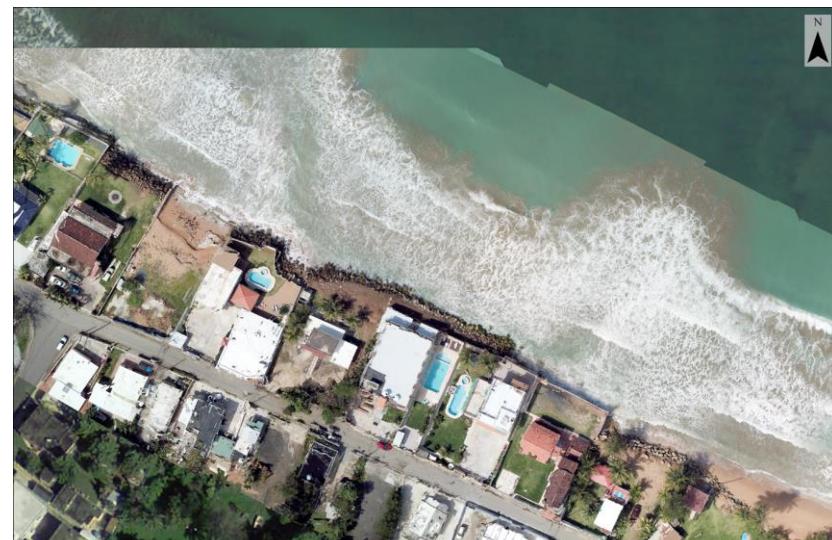
Infraestructura expuesta a aumento del nivel del mar (relativo)



Fortuna, Luquillo

Marzo 2017 (Pre-Huracán)

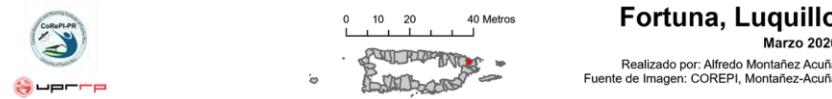
Realizado por: Alfredo Montañez Acuña
Fuente de Imagen: Valtus Imagery Services
Sometido a la CEE-SA-2020-4669



Fortuna, Luquillo

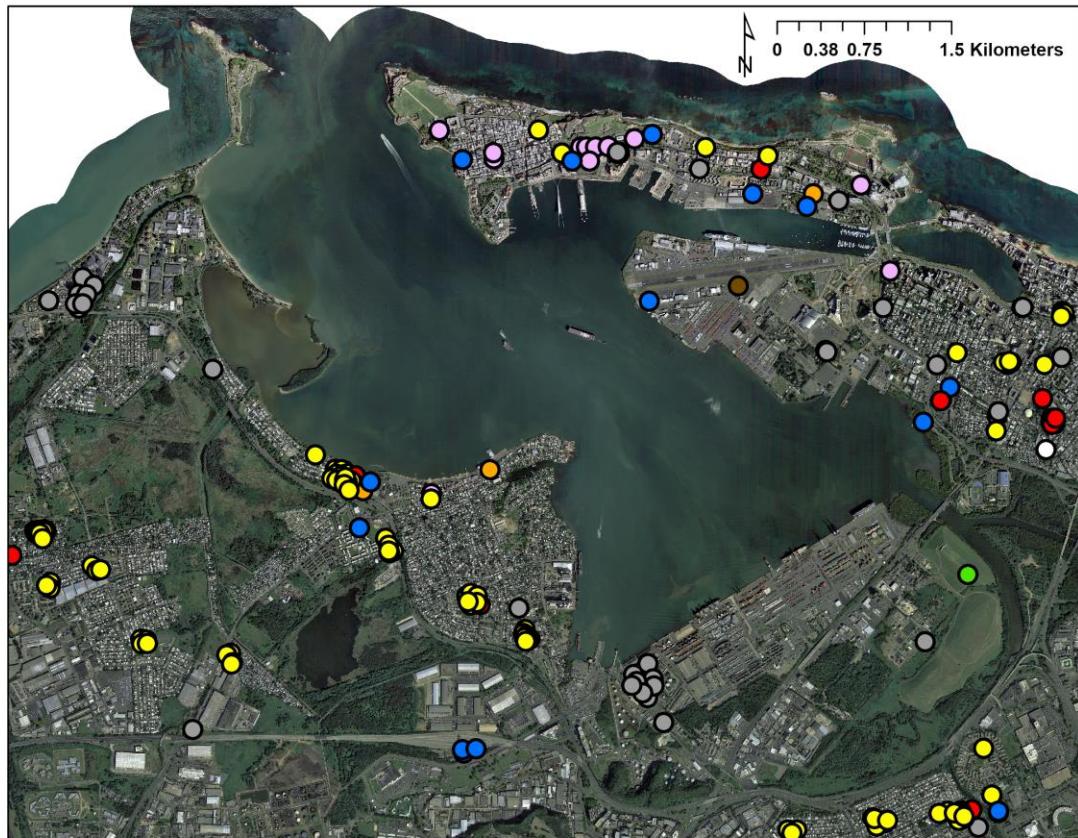
Marzo 2020

Realizado por: Alfredo Montañez Acuña
Fuente de Imagen: COREPI, Montañez-Acuña



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

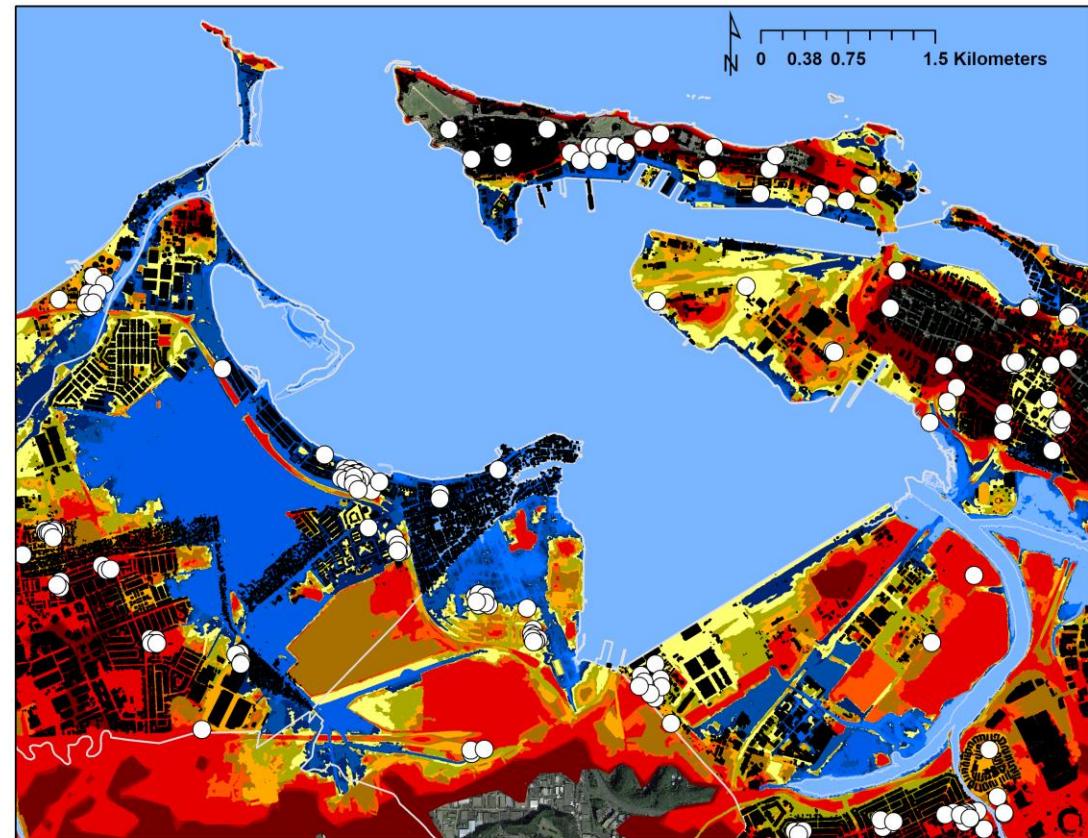
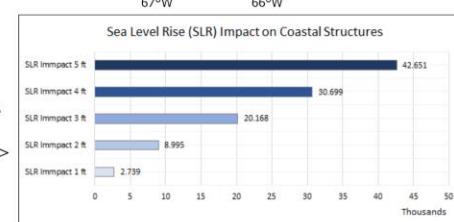
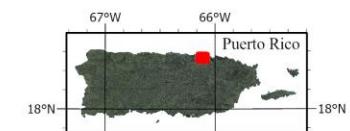
Cataño - San Juan



Legend

Critical Facilities

- Airport
- Government center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center
- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft



Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

Luis Muñoz Marín International Airport (Carolina)

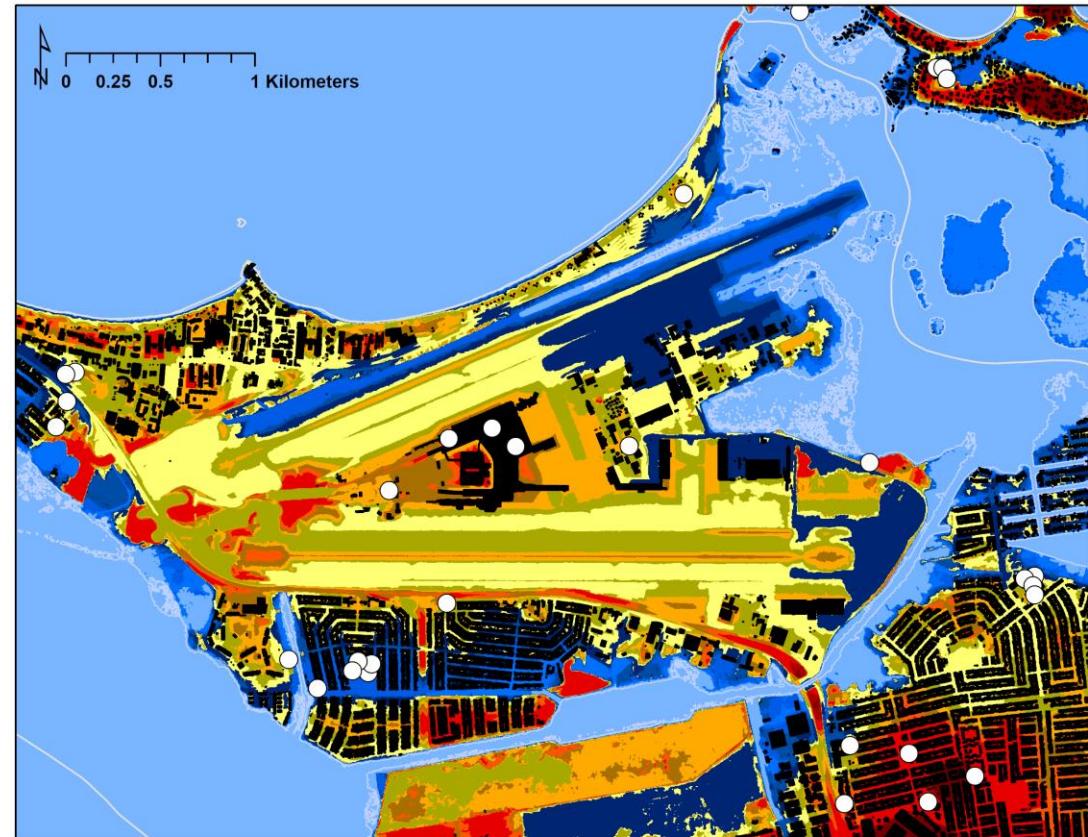
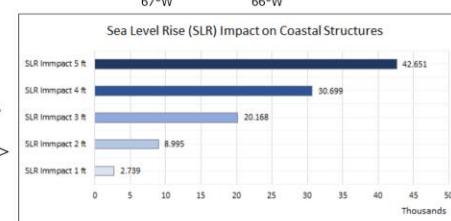
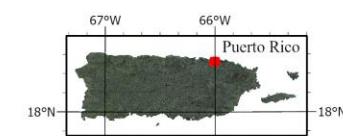


Legend

Critical Facilities

- Airport
- Government center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center

- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft

- 4 ft
- 5 ft
- 6 ft
- 7 ft
- 8 ft
- 9 ft
- 10 ft
- 13.12 ft
- 16.40 ft
- 32.80 ft

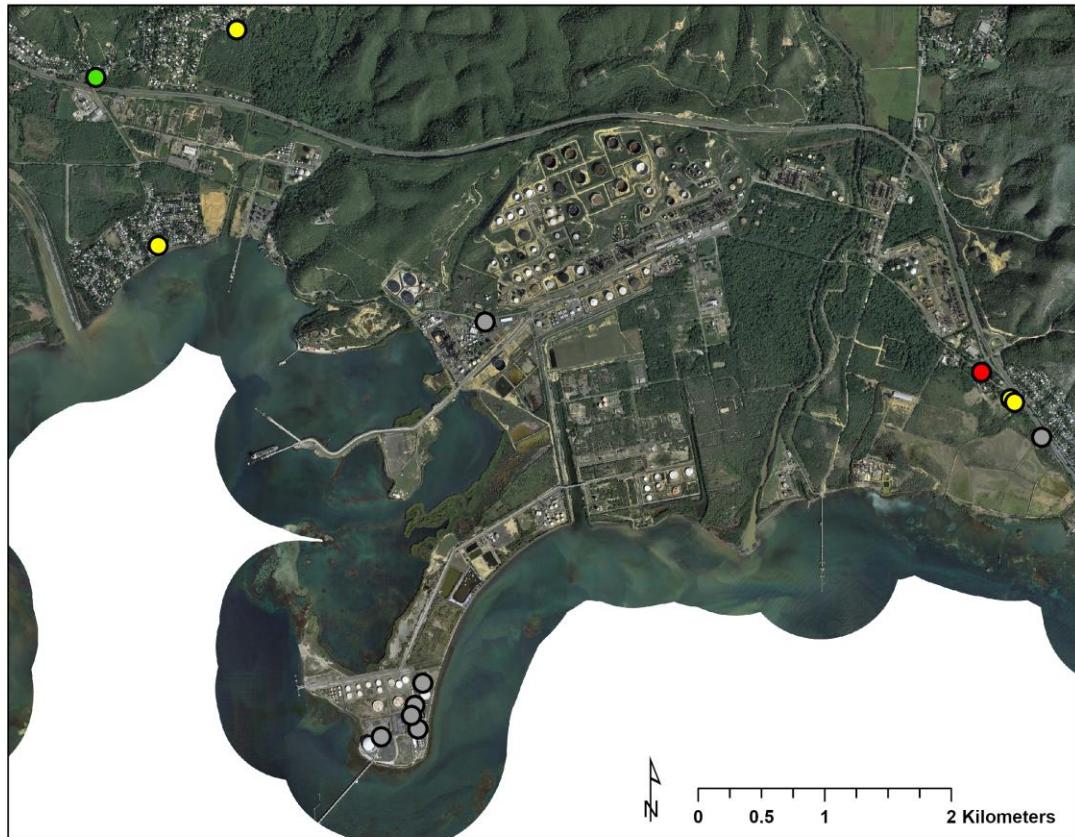
Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

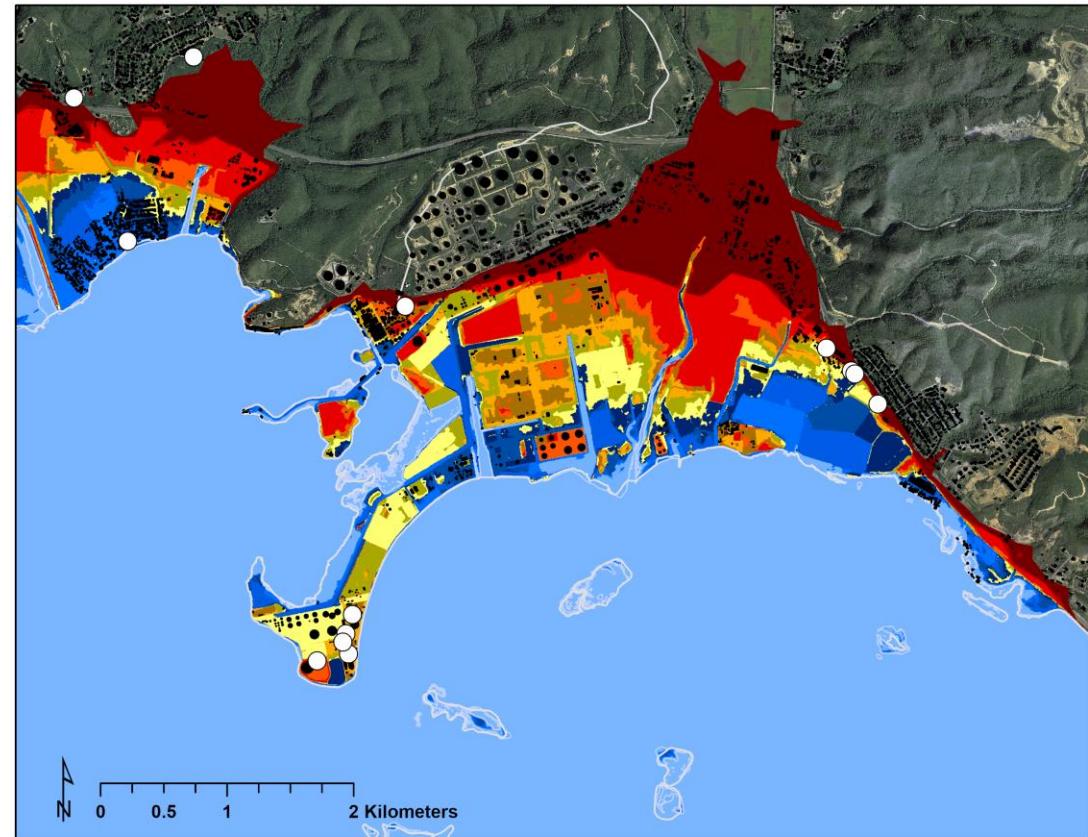
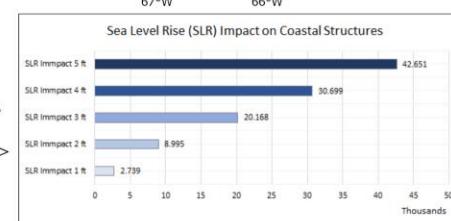
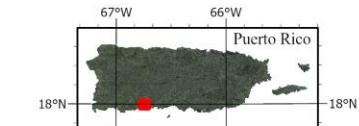
Costa Sur Power Plant (Guayanilla)



Legend

Critical Facilities

- Airport
- Goverment center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center
- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft



Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

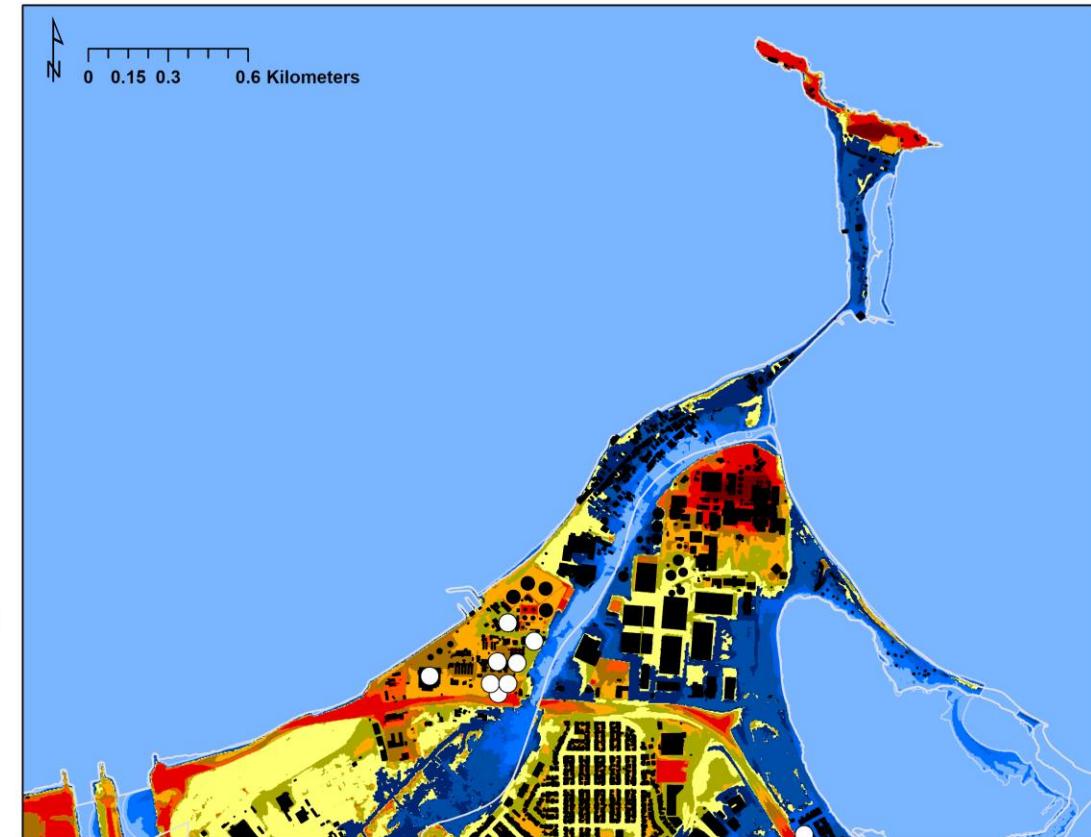
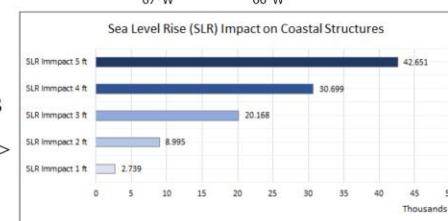
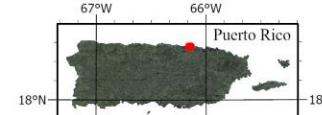
Palo Seco Power Plant (Cataño)



Legend

Critical Facilities

- Airport
- Government center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center
- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft

- 4 ft
- 5 ft
- 6 ft
- 7 ft
- 8 ft
- 9 ft

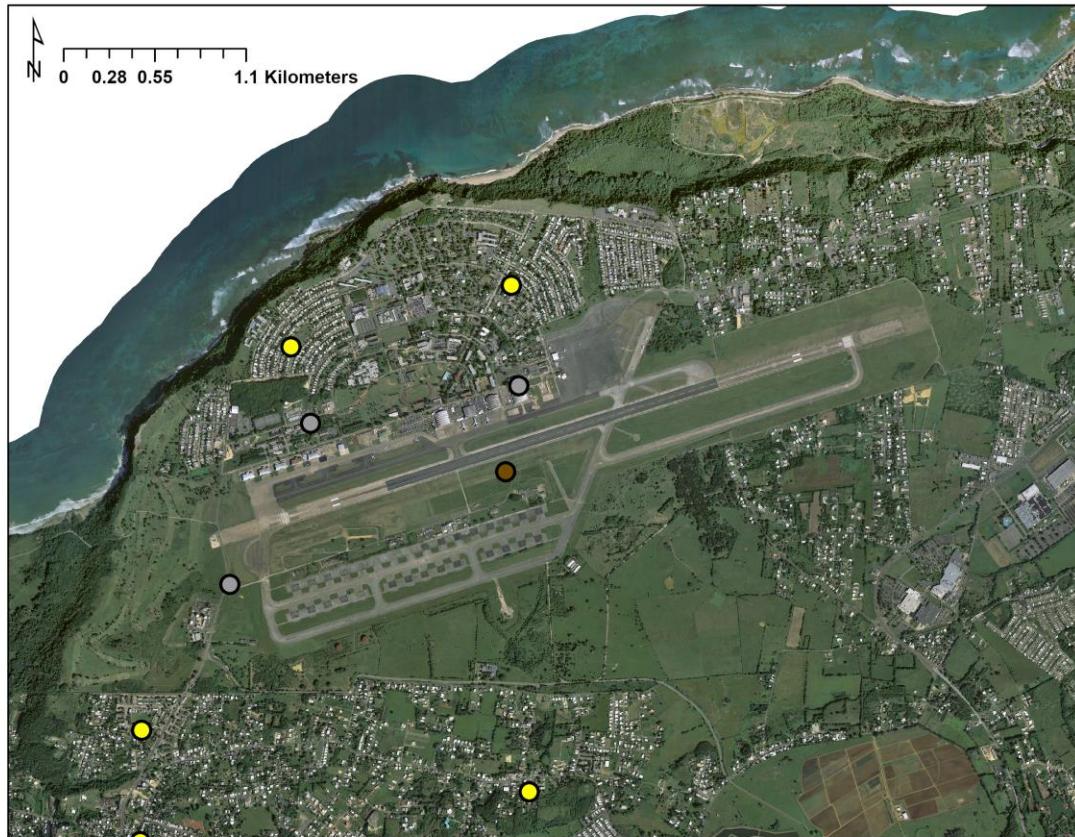
Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

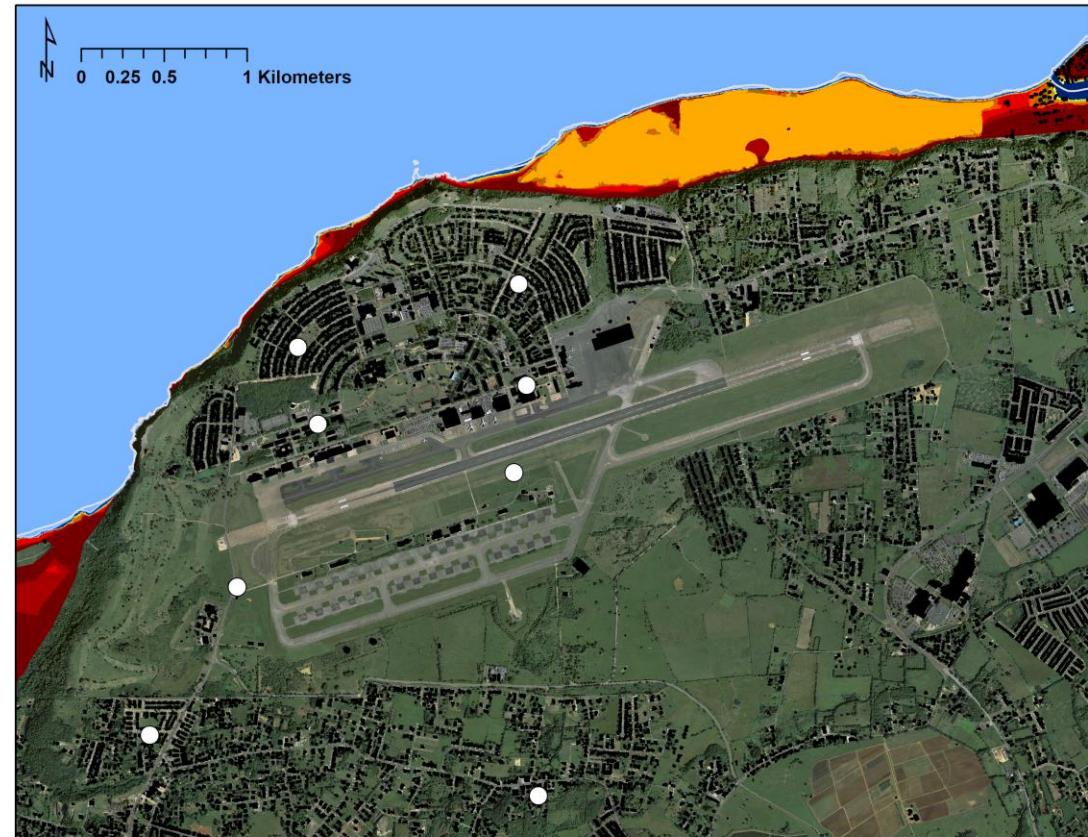
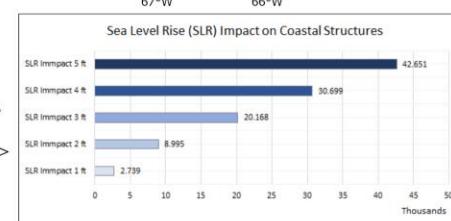
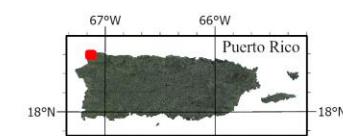
Rafael Hernández International Airport (Aguadilla)



Legend

Critical Facilities

- Airport
- Goverment center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center
- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft



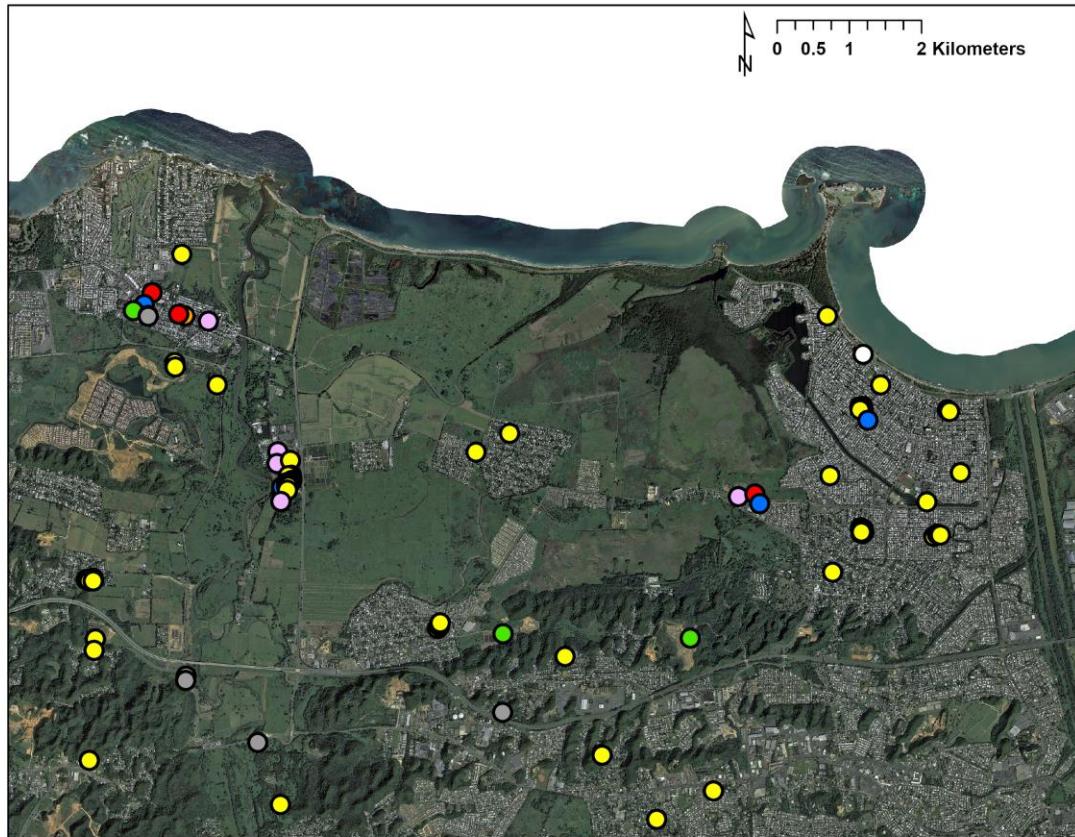
Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)



Sea Level Rise (SLR) scenarios: Impacts over coastal infrastructure at PR

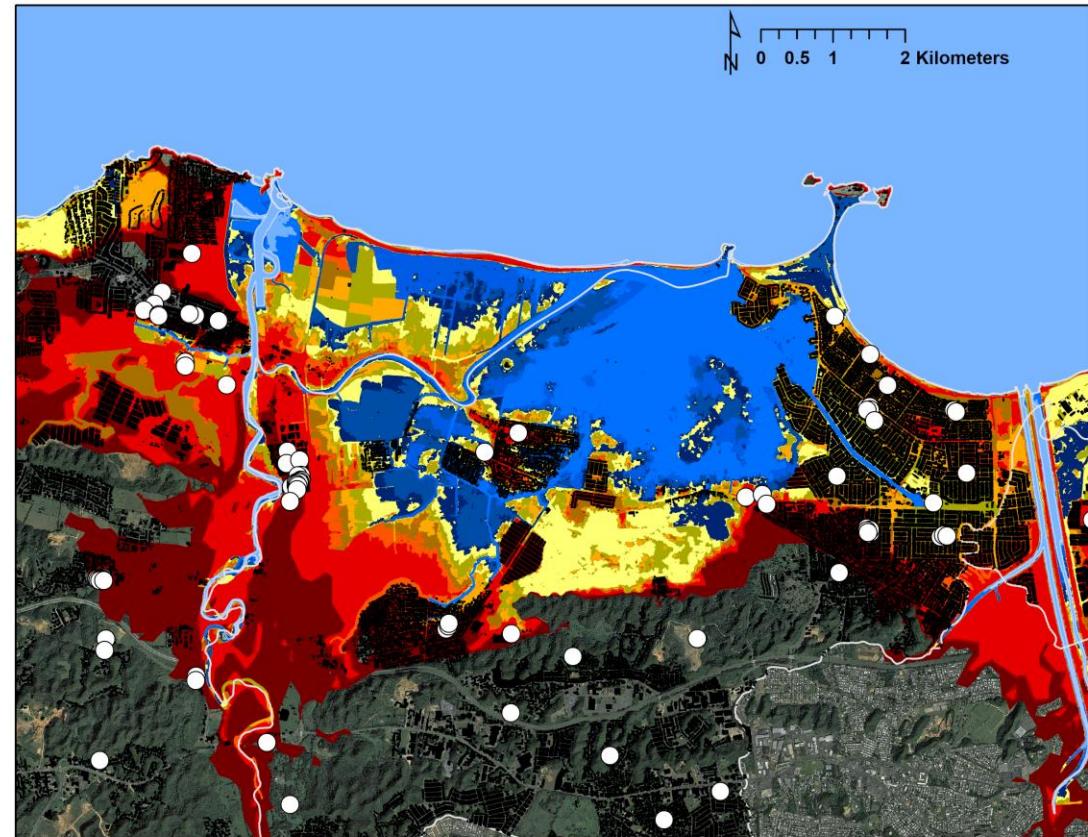
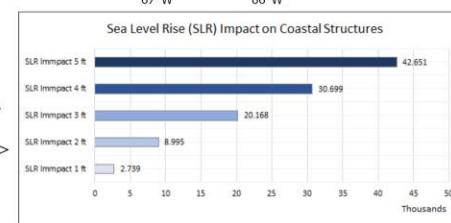
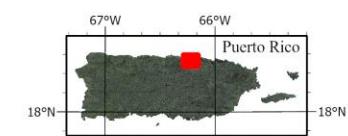
Toa Baja



Legend

Critical Facilities

- Airport
- Government center
- Care center
- Solid waste center
- Higher education center
- Electric facility
- School
- Fire station
- Police station
- Medical facilities
- <all other values>



Sea Level Rise scenarios and potential coastal flooding impact areas at PR:

- Critical Facilities
- Coastal Structures 2017
- 0 ft
- 1 ft
- 2 ft
- 3 ft



Author:
Kevin A. Pérez Valentin, MSc
Maritza Barreto Orta, PhD
CoRePI-PR

Data Source:
SLR data - NOAA Digital Coast and CoRePI-PR
Base map - Puerto Rico Planning Board (JP)
Structures and critical infrastructure - CRIM (2017) and JP (2018)

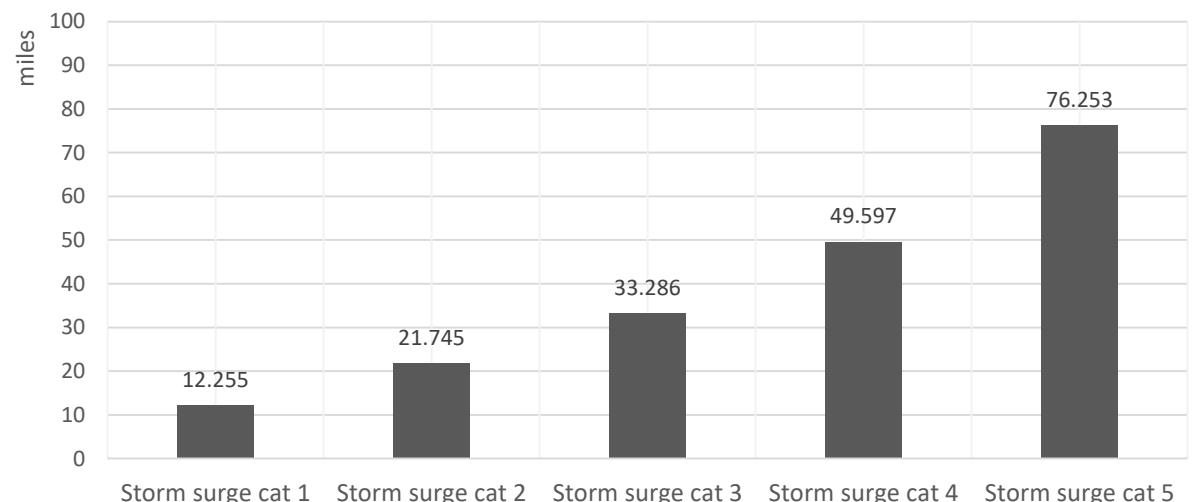


Situación: Exposición infraestructura a marejada ciclónica



Ocurrencia de eventos extremos (ciclones tropicales) Cat. 3 a 5

Infraestructura expuesta a marejada ciclónica por categoría



Nota: infraestructura expuesta a la inundación

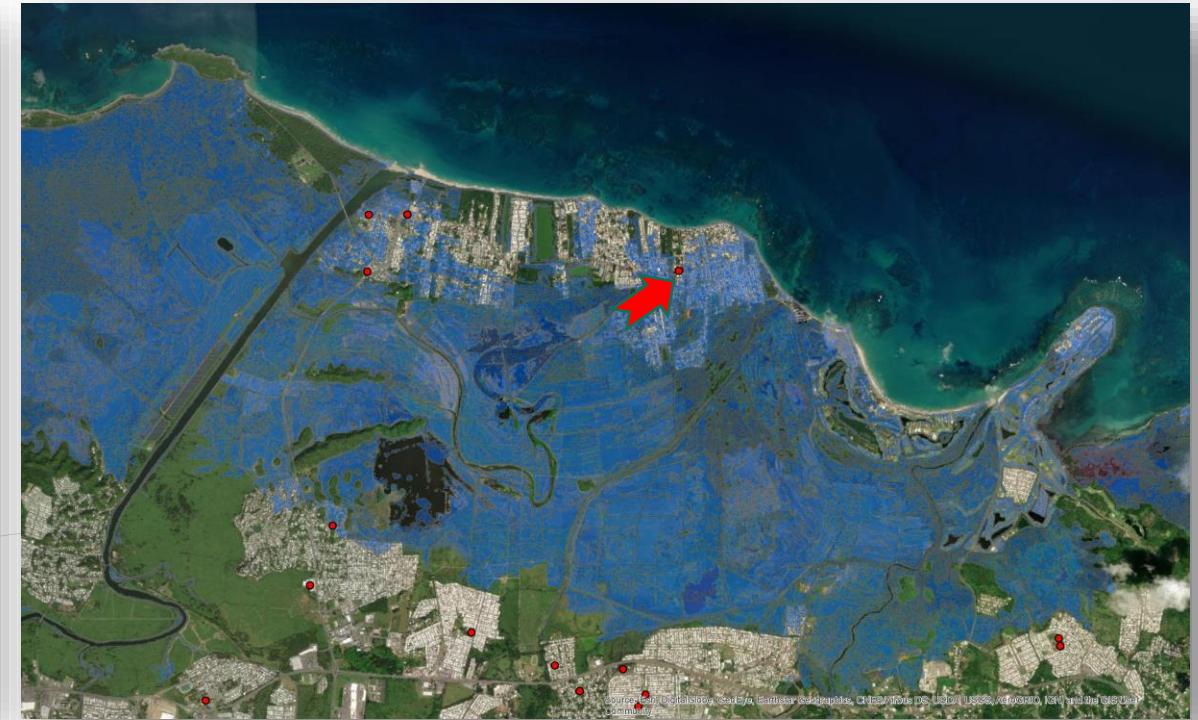
Geodatos combinados (marejada ciclónica JP y CRIM (2017)

Datos base: CRIM 2017 y NOAA; Análisis Geoespacial: Pérez (CoRePI); Barreto y Pérez en proceso de publicación

Marejada Ciclónica (alcance)



Refugios en zona de inundación marejada ciclónica Cat 5, Cataño (datos 2021)



Refugios y facilidades críticas en zona de inundación marejada ciclónica Cat 5 Loíza. (datos 2021)
Geodato: Vivienda y Manejo de Emergencia del Gobierno de Puerto Rico.

Geodatos combinados (marejada ciclónica JP, refugios (2021_Vivienda) y CRIM (2017)
Nota: No incluye el impacto aditivo del aumento del nivel del mar y evento co-sísmico



Algunos Cursos de Acción (COAs) para la reducción de los impactos de las manifestaciones del Cambio Climático en la franja costera

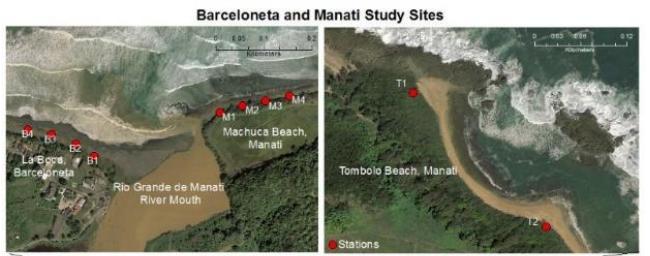
- Tenemos Una Nueva Costa
- “El *aumento del nivel del mar* y la *ocurrencia de sistemas ciclónicos extremos* son uno de los mayores retos que enfrentan los asentamientos urbanos y las ciudades ante el *cambio climático*” (Bigio 2021; McEvoy et al. 2021; Lin et al. 2021; Spirandelli et al. 2016).
- ¿Estamos ejecutando una planificación alineada a la situación actual y futura de la costa?

Cursos de Acción (COAs) para la reducción de los impactos de las manifestaciones del Cambio Climático en la costa

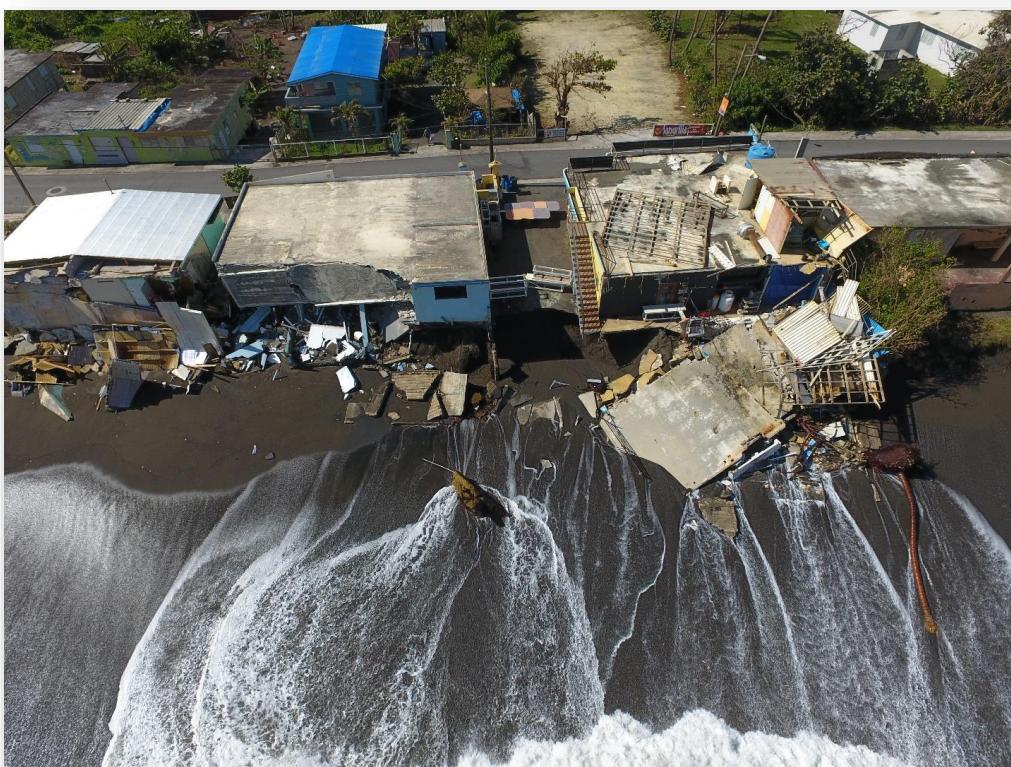
1. Reconocer los componentes costeros naturales como infraestructura crítica del país
2. Uso de los datos científicos como base para la planificación, manejo, toma de decisiones y desarrollo de política pública para la costa
3. Revisión de los instrumentos de planificación y política pública existentes alineada a la realidad de la nueva Costa.
4. Implantación del marco legal y política pública
5. Dar prioridad a la protección, adaptación y/o relocalización de la infraestructura existente.
6. Definir una franja de no-nuevas construcciones en la línea de agua (construcciones no relacionadas al mar).
7. Definir una línea de control de construcciones costeras (CCCL)



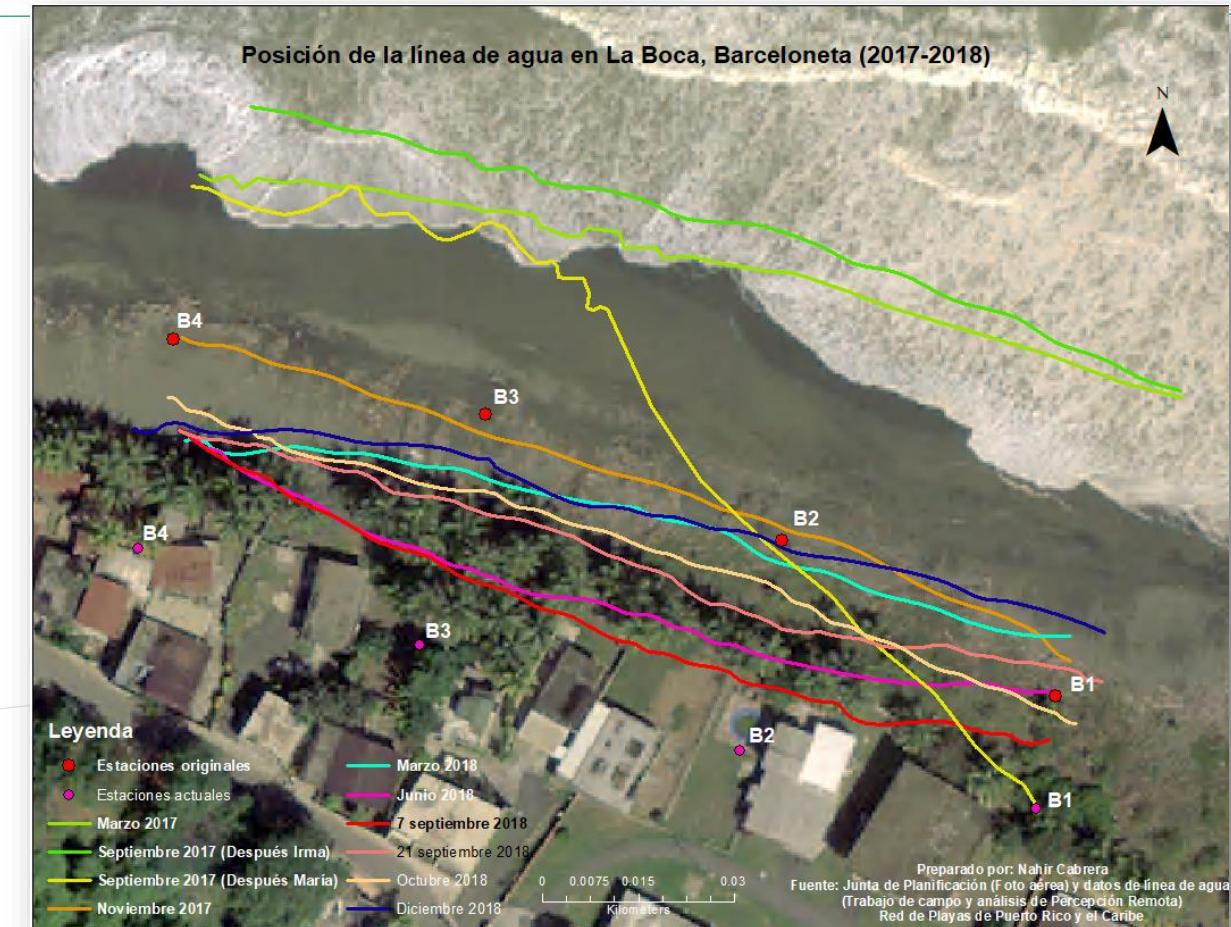
Vista pública en el Senado de Puerto Rico, Proyecto del Senado sobre Ley de Costa, 2022



Definir una línea de control de construcciones en la franja costera (LCCC)



La Boca Barceloneta, 2018





Ejemplo: Ley 33 del 2019 Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico

- Artículo. 9.h Zona Costanera

- 1. Promover el restablecimiento, conservación y gestión de modo sostenible de los arrecifes de coral
- 2. Impulsar modalidades de pesca de bajo impacto ambiental.
- 3. Fomentar la sensibilización y la concienciación ciudadana para mejorar la comprensión pública sobre el estado del mar y los impactos que sufre.
- 4. Establecer y gestionar eficazmente una red de áreas marinas protegidas con el fin de detener la pérdida de biodiversidad y mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos.
- 5. Promover el desarrollo de herramientas científico-técnicas específicas de apoyo al establecimiento de políticas y estrategias de actuación en las costas ante el cambio climático.
- 6. Proponer un sistema de indicadores e índices que aporten información objetiva para el establecimiento de políticas y estrategias de actuación para corregir, mitigar y prevenir los efectos del cambio climático en el litoral.
- 7. Atender con prioridad la erosión costera, y ejecutar estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia como una alternativa para reducir la vulnerabilidad de otras manifestaciones del cambio climático como lo son las marejadas, inundaciones y aumento del nivel del mar.
- 8. Dirigir esfuerzos de restauración de los arrecifes de coral y otros hábitats críticos para la construcción de servicios de los ecosistemas.
- 9. *En conjunto con la Junta de Planificación, implementar planificación costera que se ocupe de la subida del mar, y dirigir el nuevo desarrollo a distancia de las costas.*
- 10. Identificar las áreas de alta biodiversidad y la cobertura de coral vivo para protección adicional, y ampliar las áreas protegidas existentes para incluir estas áreas.



GOBIERNO DE PUERTO RICO
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

AVISO DE VISTA PÚBLICA

Para conocimiento del público en general y de conformidad con las disposiciones de la Ley Núm. 33 de 22 de mayo de 2019, según enmendada "Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico", y cualquier otra disposición de ley aplicable, se informa que el Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático (CEACC), celebrará vista pública para la discusión del *Borrador de Bosquejo del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico*.

Registro para deponentes y presentación de Vista Pública

Los interesados deben registrarse a través del Registro de Vistas Públicas Virtuales publicado en la página del CEACC (<https://www.drna.pr.gov/ceacc>) en la sección de "**EVENTOS**" en el enlace "*Propuesta de Vistas Públicas - Borrador de Bosquejo del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico*". La ponencia oral será de cinco (5) minutos.

Cualquier **interesado en presenciar la Vista Pública Virtual** puede obtener acceso a por medio del enlace Transmisión de Vistas Públicas Virtuales publicado en la página del CEACC en la sección de "**EVENTOS**" y por Facebook Live del DRNA.

93

Podrá acceder al bosquejo del Plan a través del enlace <https://www.drna.pr.gov/ceacc/eventos/>

Calendario de vistas públicas

Las vistas públicas están calendarizadas para celebrarse el viernes 29 de abril del 2022 desde las 2:00 p.m. a 6:00 p.m. y el sábado 30 de abril de 2022 entre las 9:00 a.m. y 1:00 p.m.

Propósito:

En la vista de lo cual se interesa discutir son comentarios sobre la estructura del Bosquejo del

Anuncio Vista Pública, Bosquejo del Plan, abril 29 y 30 de abril de 2022. Modalidad Virtual.

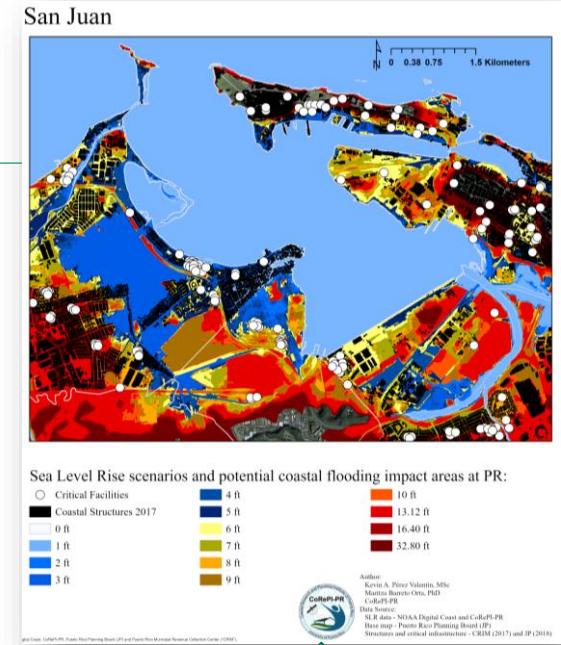
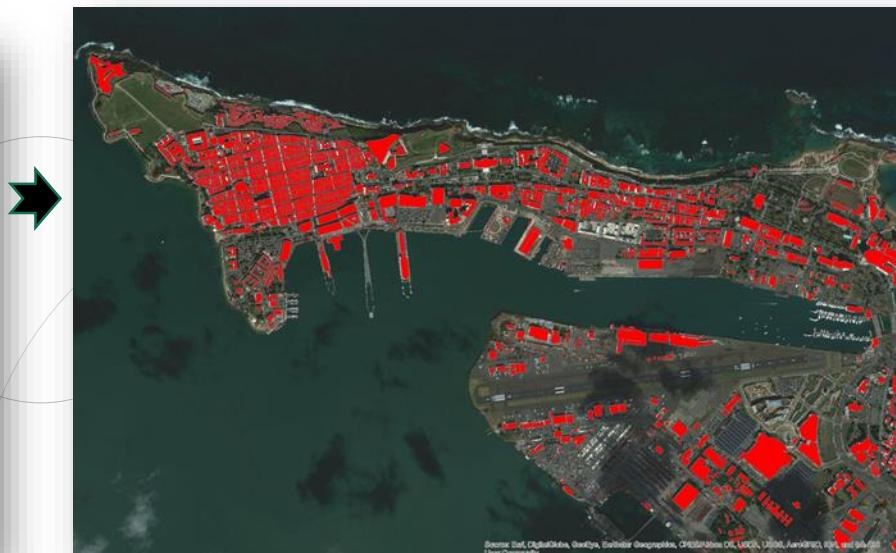
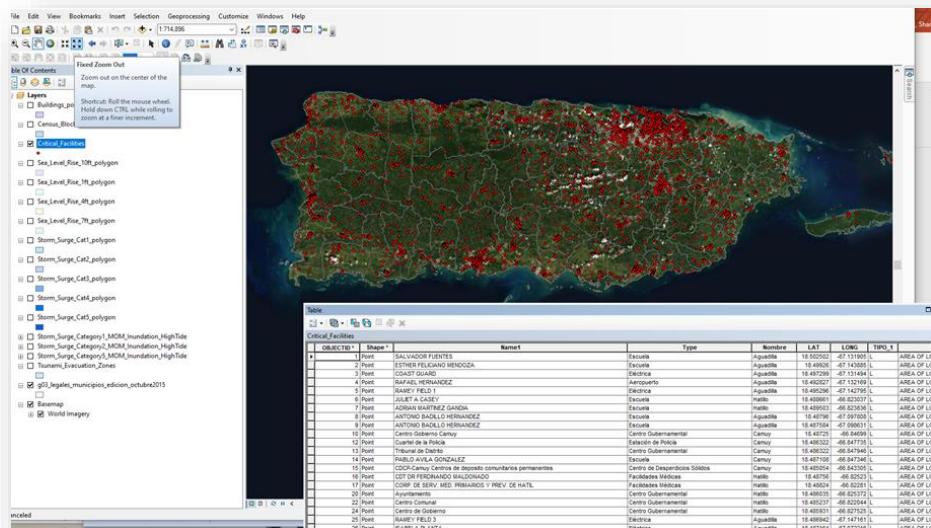


Cursos de Acción (COAs) para la reducción de los impactos de las manifestaciones del Cambio Climático en la costa.

8. Tener un repositorio de datos costeros

9. Realizar evaluación y análisis geoespacial sobre características naturales, infraestructura y socioeconómicas de la costa ante las manifestaciones del Cambio Climático

- Levantar inventarios de unidades de infraestructura, facilidades críticas para identificar aquellas expuesta al SLR
- Realizar revisiones de estos inventarios según aplique



Geodato: CRIM 2017

Imagen tomada: Barreto et al. Proyecto Post María Beach assessment, Proyecto en proceso

•••• La Ruta: Cursos de Acción (COAs) para enfrentar el aumento del nivel del mar (SLR)

10. Relocalizar facilidades críticas fuera de la zona de exposición
11. Dar prioridad al uso de infraestructura natural para mitigación.
12. Eliminar todo uso de estructuras duras en la costa que altere el transporte de sedimentos hacia la playa y Sistema de playa (paredes; riprap, groins, espolones)
13. Ejecutar estrategias de protección estructural blandas y en casos específicos híbridas.
14. Remover estructuras duras en deteriodo,
15. Combinaciones de estrategias de mitigación (protección; adaptación; retroceso planificado).



Hatillo, 2021



16. Conservar/preservar los espacios abiertos para reducir riesgos

- Ej. Promover migración de playas

17. Proteger y restaurar barreras naturales

- Ej. Playas; arrecifes; humedales; estuarios; praderas de yervas marinas

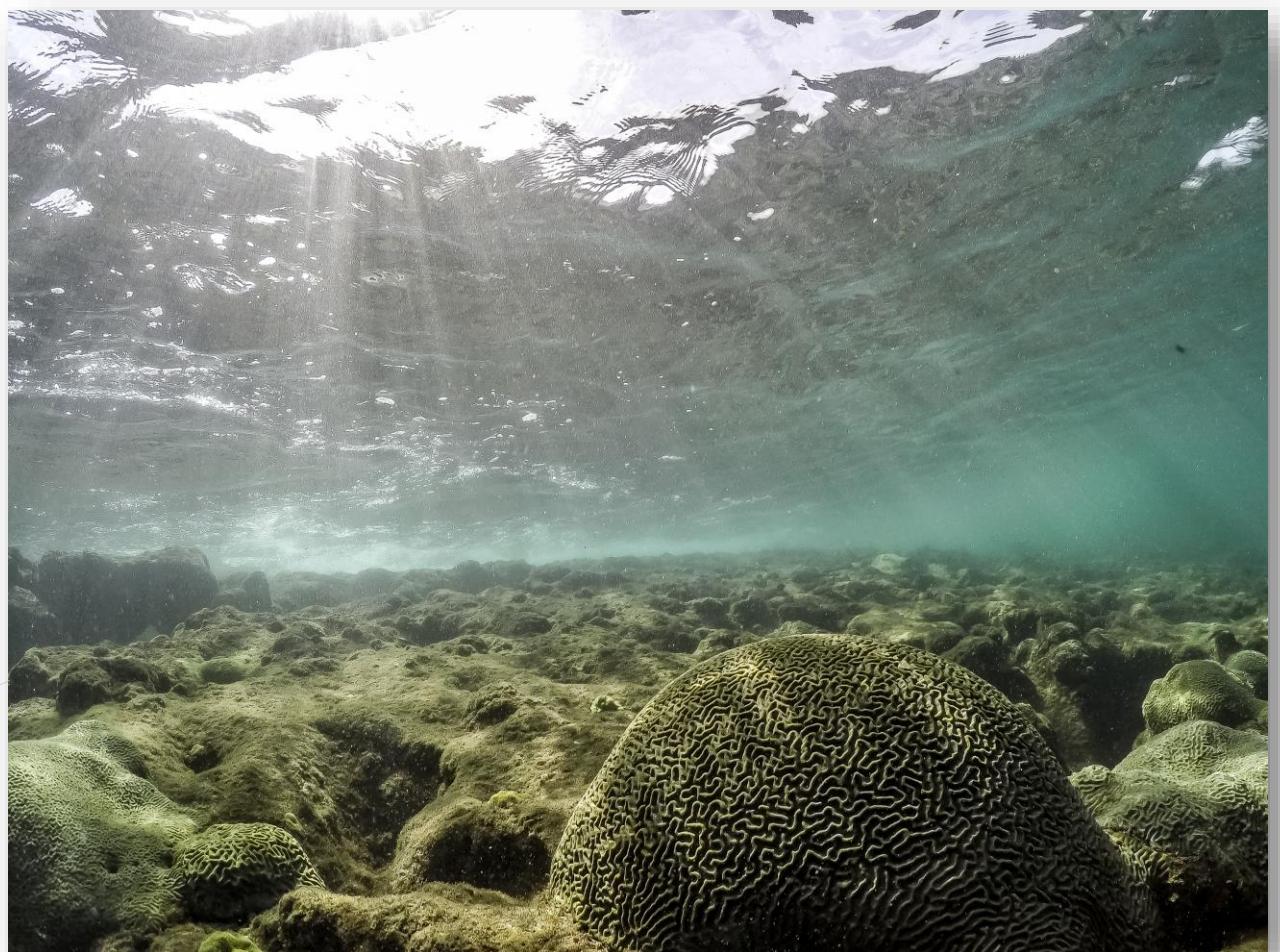
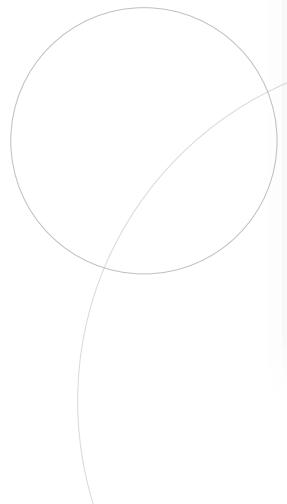


Imagen: Steps, Rincón, 2022, Kevian Pérez (CoRePI), 2022

■ 18. Educación como estrategia para reducir la vulnerabilidad costera, promover una costa resiliente





19. Ejecutar retroceso (mobilidad) a partir de la realidad de la costa con participación ciudadana. La comunidad tiene que ser el actor principal en el proceso de decisiones en conjunto con el municipio y el estado.

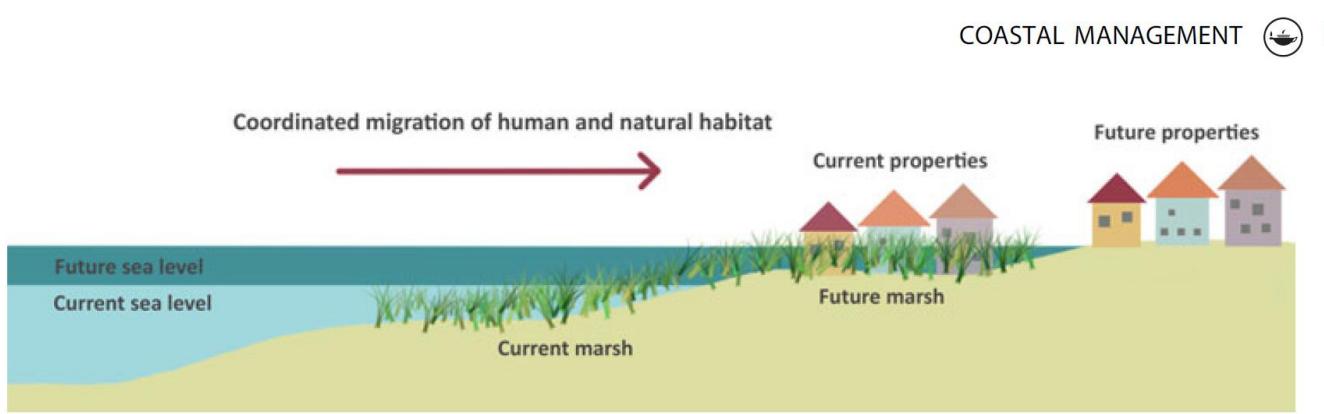


Figure 1. Coordinated socio-ecological mobility of both natural and human systems.

COASTAL MANAGEMENT
<https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1669103>



Socio-ecological Mobility: A Research Strategy for a New Coastline

Anamaria Bukvic^a, Patrick Biber^b, Maritza Barreto^c, and Susan Roberts^d

^aDepartment of Geography, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, USA; ^bDepartment of Coastal Sciences, The University of Southern Mississippi, Ocean Springs, Mississippi, USA; ^cGraduate School of Planning, University of Puerto-Rio Piedras Campus, San Juan, Puerto Rico, USA; ^dNational Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC, USA

ABSTRACT

Persistent development, population pressures, and increasing natural hazards are unequivocally changing socio-ecological systems in the coastal zone. This essay provides direction and initiates scientific dialog on the potential role of mobility in adapting to natural and social changes in coastal environments. The essay identifies four key research areas on information needed to develop coastal management actions and policies that support and recognize socio-ecological coupling in coastal areas. The proposed research includes: (1) modeling localized scenarios that illustrate the tradeoffs associated with various sea level rise adaptation, (2) assessing and consolidating mobility terminology for different applications and contexts, (3) developing solutions to synchronize the co-migration of natural environments and built infrastructure, and (4) evaluating existing or creating new transparent, equitable, and sustainable policies and incentives to support socio-ecological mobility by using case studies and social science methods to understand how people make mobility decisions in different contexts.

KEYWORDS
coastal, ecosystem; migration; mobility; relocation; sea level rise

Los rostros de la erosión costera en Puerto Rico



#44Municipios1solaCosta



Caza y Pesca, Arecibo, PR

Abacoa, Arecibo

Crash Boat, Aguadilla

Barrio Obrero, Arecibo

Playa Fortuna, Luquillo

Parcelas Suárez, Villa del Mar
y Villa Cristiana, Loíza

Ocean Park, San Juan

Punta Santiago, Humacao

La Boca, Barceloneta

Flamenco y Suny, Culebra

Balneario de Añasco....

El Maní, Mayaguez

Córcega, Rincón

Palmas del Mar, Humacao

Balneario de Arroyo...



Conclusión

1. No existe una Planificación Integrada Costera que se base en la realidad *actual* de la Nueva Costa Puertorriqueña.
2. En muchos casos, el marco legal, Proyectos que inciden sobre la Costa no se alinean a la realidad de las Manifestaciones del Cambio Climático en la isla.
3. El cambio para enfrentar los retos ocurrirá cuando se acepte y se ejecute los COAs por **TODOS** los sectores.





Instituto de Planificación e Investigación Costera de Puerto Rico (CoRePI-PR) UPR-RP

contáctanos: coastal.planning@upr.edu

Nos puedes seguir a través de las redes: Facebook, Twitter



FEMA

