



EL ESTADO DE LA COSTA DE PUERTO RICO
2017



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
Programa de Manejo de la Zona Costanera



PO BOX 366147
San Juan, Puerto Rico 00936
Tel. 787.999.2200
www.drna.gobierno.pr



National Oceanic and Atmospheric
Administration (NOAA)



Office for Coastal Management
Grants Management Division
1325 East-West-Highway
Silver Springs, MD 20910

EL ESTADO DE LA COSTA DE PUERTO RICO 2017

Editores: Ernesto L. Díaz
Karla M. Hevia Rivera

Fotos: Karla M. Hevia Rivera
Osvaldo Quiñones
Ernesto L. Díaz
Programa de Manejo de la Zona Costanera

Esta publicación debe ser citada como:

DRNA: Programa de Manejo de la Zona Costanera
(2017). Estado de la Costa de Puerto Rico.
Ernesto L. Díaz y Karla M. Hevia, editores.

El Estado de la Costa de Puerto Rico 2017 es una publicación auspiciada parcialmente por la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales a través de la Asignación Federal NA14NOS4190142.

MENSAJE AL LECTOR

Esta edición de la revista *El Estado de la Costa de Puerto Rico 2017*, tiene como propósito presentar la situación actual de las áreas y recursos costeros, así como documentar las acciones que se han llevado a cabo para adelantar la misión y los planes de trabajo del Programa de Manejo de la Zona Costanera. Es nuestro interés que el lector pueda tomar el pulso de nuestros sistemas socio-ecológicos costeros y enterarse de las acciones que inciden en su evolución y desarrollo.

A tales efectos, se presentan datos, estadísticas, e información de diversas fuentes que permiten tener un marco de referencia claro y preciso que nos situé en el contexto actual de la costa de Puerto Rico. A la vez, nos invita a reflexionar sobre las acciones que podemos llevar a cabo para colaborar en la protección, conservación, aprovechamiento y disfrute de nuestros recursos costeros.

La costa es dinámica y se encuentra en constante cambio, bien sea por procesos naturales o por presiones antropogénicas. En nuestras manos está ser agentes de cambio y contribuir positivamente a su conservación y promover su aprovechamiento y disfrute de manera sostenible, hacia un futuro productivo y resiliente.

Te invitamos a que seas parte de nuestro esfuerzo. ¡Únete!





9



24



11



28



17



34



19



42



22



44

TABLA DE CONTENIDO

La costa de Puerto Rico en Cifras	9
Inventario de playas	11
Datos poblacionales	12
Condición de los accesos a la playa	14
Playas y balnearios más frecuentados	15
Razones para visitar las playas	16
Actividades preferidas	17
Manejo y disposición de los residuos sólidos	18
Estaciones verdes	19
Áreas Naturales Protegidas de Puerto Rico	20
Los humedales de Puerto Rico	22
Infraestructura crítica en la zona costanera	24
Control de fuentes dispersas	26
Cambio Climático	28
Principales efectos del cambio climático	30
¿Qué podemos hacer ante el cambio climático?	33
Erosión costera	34
Programa de monitoreo de arrecifes de coral de Puerto Rico	36
Embarcaciones abandonadas y encallamientos	38
El pez león en Puerto Rico	40
Especies en peligro de extinción en la zona costanera	42
Referencias	44

Puerto Rico cuenta
con **22.088 km²**
de superficie emergida
y aguas territoriales



LA COSTA DE PUERTO RICO



799 Millas de costa



 Límite marino
[aguas territoriales]

13.143 km²
[5.075 mi²]
Área marina



52 DISTRITOS DE PLAYAS PÚBLICAS

En Puerto Rico existen 52 Distritos PP (Playa Pública) en 29 de los 44 municipios costeros. Aproximadamente 34 kilómetros de costa alrededor de la Isla se encuentran bajo la clasificación PP. Las características morfológicas, el tipo de actividades permitidas y las facilidades disponibles en cada playa sirven de criterio para determinar cuáles son los segmentos costeros más aptos para la zonificación y desarrollo de un Distrito PP.

INVENTARIO DISTRITOS PP



- | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. Peñón Brusi | 16. Vacía Talega | 31. Balneario de Patillas | 46. Cayo Ratones |
| 2. Muelle de Arecibo | 17. La Monserrate | 32. Punta Guilarte | 47. Balneario de Añasco |
| 3. Mar Chiquita | 18. Playa Azul | 33. Balneario de Salinas | 48. Almirante |
| 4. Puerto Nuevo | 19. Seven Seas | 34. Jauca | 49. Balneario de Rincón |
| 5. Cerro Gordo | 20. Cayo Obispo (Isleta Marina) | 35. Hilton Ponce | 50. Pico Piedra |
| 6. Balneario de Dorado | 21. Palomino | 36. Caja de Muertos | 51. Parque Colón |
| 7. Punta Salinas | 22. Icacos | 37. Caña Gorda | 52. Crash Boat |
| 8. El Escambrón | 23. Flamenco | 38. Playa Santa | |
| 9. Playa del Condado | 24. Sun Bay | 39. Playa Rosada | |
| 10. Laguna del Condado | 25. Media Luna | 40. Bahía Salinas | |
| 11. Ocean Park | 26. Húcares | 41. Combate | |
| 12. Alambíque | 27. Tropical Beach | 42. Moja Casabe | |
| 13. Hilton, Pine Grove, Casa Cuba | 28. Punta Santiago | 43. Balneario de Boquerón | |
| 14. Balneario de Carolina | 29. Guayanés | 44. Buyé | |
| 15. Boca de Cangrejos | 30. Lucía | 45. Villa La Mela | |

INVENTARIO DE PLAYAS

De acuerdo a los resultados del Inventario de Playas, realizado por la Universidad de Puerto Rico en colaboración con la Red de Playas de Puerto Rico y el Caribe, 2014, en Puerto Rico existen 1,225 playas. La base del inventario son las fotos áreas del 2010 de la Junta de Planificación. Además, se utilizó una definición geomórfica de playa que establece que las playas son: “un lugar con depósito de sedimentos sueltos, sea arena, rocas o grava que se extiende desde la línea de vegetación hasta el área del agua donde hay movimiento de ese sedimento, que puede ser entre cinco a ocho pies adentro, en promedio”.

1,225 playas*



Los municipios con mayor cantidad de playas son:



Playas más largas

Piñones, Loíza

Jobos, Isabela

Mameyal, Dorado

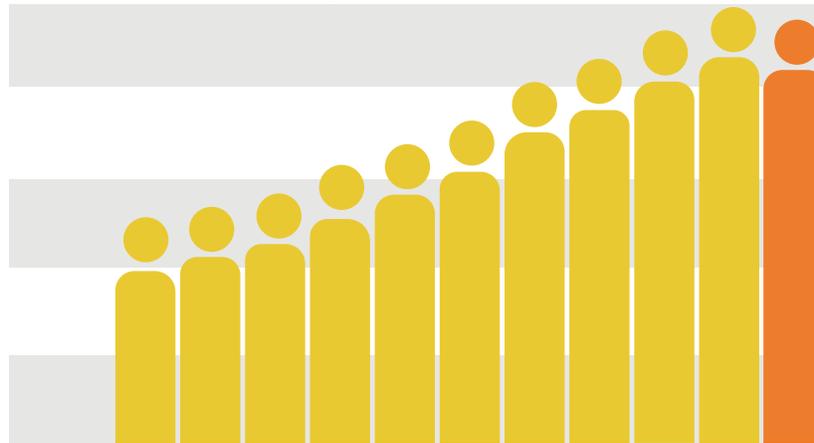
Las Palmas, Arroyo

Punta Santiago, Humacao



DATOS POBLACIONALES

Población total de Puerto Rico 1910–2010
[en millones]



■ Aumento ■ Declive

	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Población	1,118	1,299	1,543	1,869	2,210	2,349	2,712	3,196	3,522	3,808	3,725



Instituto de Cultura Puertorriqueña, 1899

Tomando en consideración los datos históricos de la población de Puerto Rico podemos observar que su crecimiento fue uno constante desde 1910 hasta el 2010. “Un siglo de crecimiento”.

Lo mismo se puede decir de la vivienda. La cual fue aumentando proporcionalmente a la población y el desarrollo emergente.

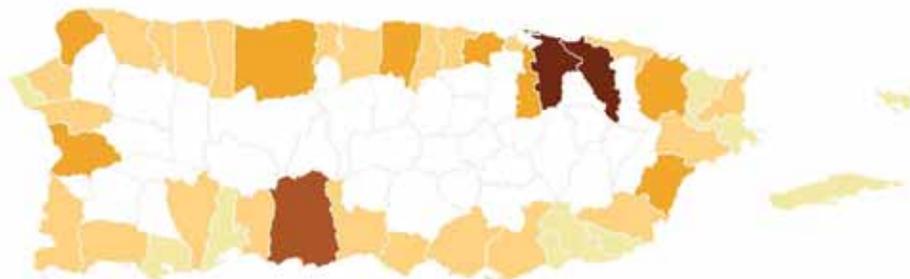
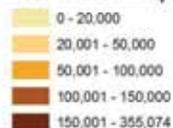
No obstante, este patrón cambió a partir de la década de 2010 cuando se reflejó un descenso en el crecimiento de la población debido, entre otros factores, a los patrones migratorios, la actividad económica y cambios en las tasas de natalidad y mortalidad.



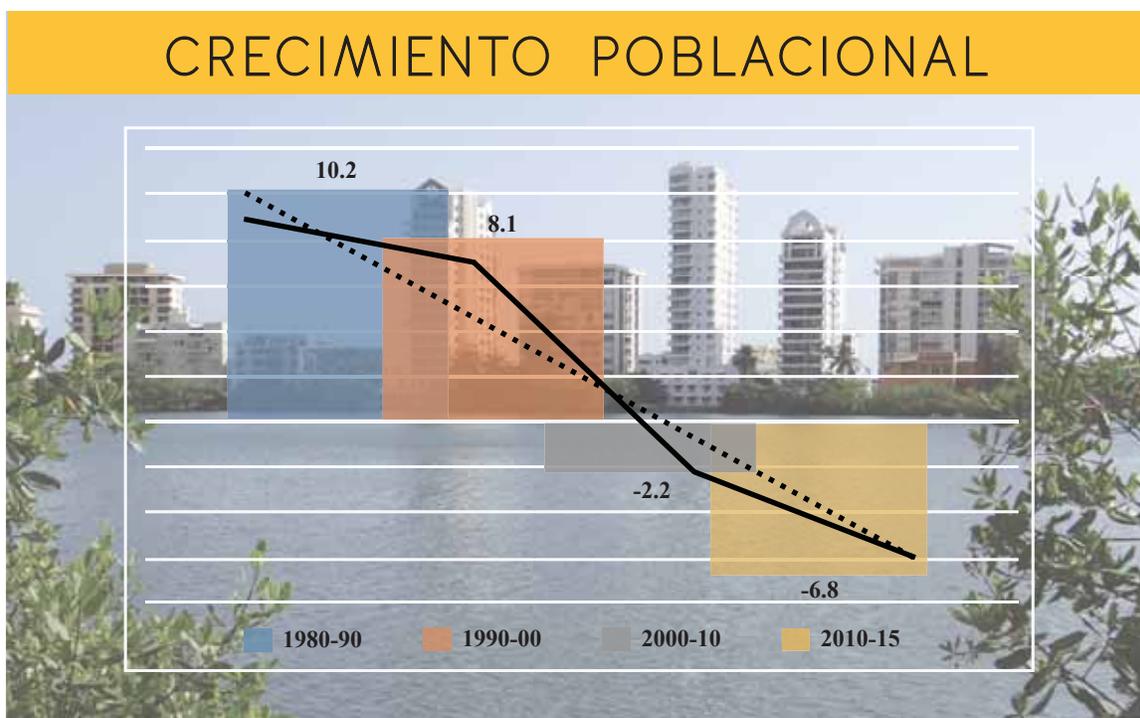
Jack Delano, 1989

La población en los municipios costeros según el **CENSO 2010** es de **2.317.189** habitantes

Población: municipios costeros



CRECIMIENTO POBLACIONAL



Datos del Negociado del Censo Federal (NFC)

Durante décadas, la población de Puerto Rico tuvo un patrón de crecimiento ascendente. Esta tendencia cambió a partir de la década del 2000 cuando se reflejó una baja poblacional de 2.2% según los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010. Esta tendencia descendente continúa. Así lo demuestran las cifras de los estimados de población anual del Negociado del Censo Federal. Se estima que al 2015, la población se redujo un 6.8%. Se trata de una baja acelerada en cinco años, cuando se compara con 2.2% en la década anterior. Esto representa una merma de 9% de la población del 2000 al presente.

CONDICIÓN DE LOS ACCESOS A LA PLAYA

Los resultados de la encuesta sobre el origen, manejo y disposición de los residuos sólidos en las playas de Puerto Rico (PMZC 2013) revelan además, datos sobre la condición de los accesos a las playas. Según los encuestados, la playa con el mejor acceso es el Balneario de Carolina mientras que Playa Sucia en Cabo Rojo encabeza la lista de las playas cuyo acceso no está en buenas condiciones.

EXCELENTES O BUENOS

Balneario de Carolina	85.7%
El Escambrón	81.4%
Playa del Condado	76.3%
Isla Verde	75.6%
La Monserrate	73.0%
Boquerón	71.0%
Crash Boat	68.8%
Jobs	65.9%
Flamenco	63.3%
Combate	62.5%
Piñones	57.7%
Seven Seas	56.8%
Ocean Park	51.5%
Buyé	36.4%
Playa Sucia	23.1%

MALOS

Playa Sucia	41.0%
Seven Seas	18.9%
Buyé	15.2%
Ocean Park	11.9%
Flamenco	10.0%
Piñones	7.7%
Combate	7.5%
Boquerón	7.2%
Isla Verde	6.4%
Playa de Condado	5.3%
El Escambrón	5.1%
La Monserrate	4.8%
Jobs	4.5%
Crash Boat	3.1%
Balneario de Carolina	2.4%

Balnearios con los mejores accesos según los visitantes: Carolina y El Escambrón



PLAYAS Y BALNEARIOS MÁS FRECUENTADOS

Entre los municipios con las playas más visitadas podemos destacar: San Juan, Carolina y Cabo Rojo. Este dato surge de los resultados de la encuesta sobre el origen, manejo y disposición de los residuos sólidos en las playas de Puerto Rico. (PMZC, 2013)



Municipios con las playas más visitadas: San Juan, Carolina y Cabo Rojo

15 Playas más visitadas

1. *Flamenco*
2. *Buyé*
3. *Crash Boat*
4. *La Monserrate*
5. *Playa Sucia*
6. *Boquerón*
7. *Seven Seas*
8. *Balneario de Carolina*
9. *Isla Verde*
10. *Jobos*
11. *Combate*
12. *El Escambrón*
13. *Piñones*
14. *Playa de Condado*
15. *Ocean Park*



RAZONES PARA VISITAR LAS PLAYAS

El **valor escénico** y la **cercanía** al lugar de residencia son las principales razones de los usuarios para visitar las playas.

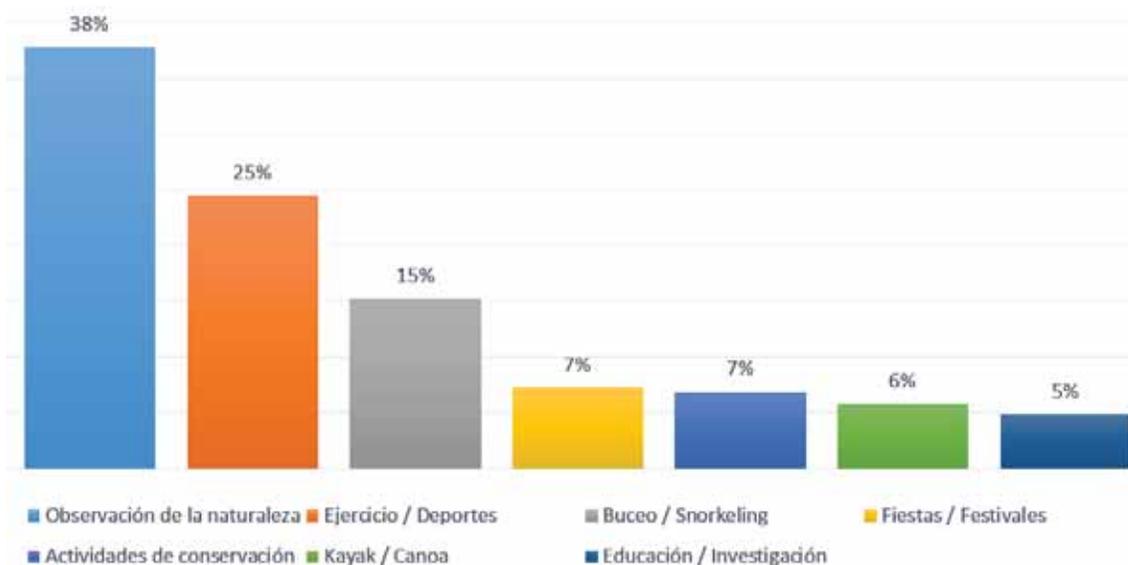
Cercanía 50%	Oleaje 47%	Limpieza 43%
Calidad del agua 36%	La Naturaleza 31%	Seguridad 28%
Accesibilidad 27%	Estacionamiento 21%	Rotulación 9%

Flamenco (Culebra) y *Playa Sucia* (Guánica) son frecuentadas por su **valor escénico**, mientras que *Ocean Park* y *El Escambrón* (San Juan) por su **cercanía**.



ACTIVIDADES PREFERIDAS

Los visitantes prefieren la recreación pasiva, la observación de la naturaleza y los deportes acuáticos.



Resultados a base de 1,540 playas mencionadas por las 623 personas encuestadas. Cada participante tenía la opción de ofrecer más de una respuesta por lo tanto, la suma de los porcentajes es mayor de 100%. (PMZC, 2013) Plan Estratégico para la Conservación y Mantenimiento de las Playas de Puerto Rico.

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS



Resultados de la encuesta a usuarios de las playas de Puerto Rico (PMZC, 2013)



74% ... afirma que ha observado residuos sólidos o basura en las playas que acostumbran visitar.



64% ...dispone sus residuos en los contenedores (zafacones) que se encuentran en las playas.

El tipo de residuo que los usuarios dejan en la playa son en su mayoría:

plástico
56%



envases o neveritas de "foam"
21%

latas
48%



servilletas
37%

vidrio
29%



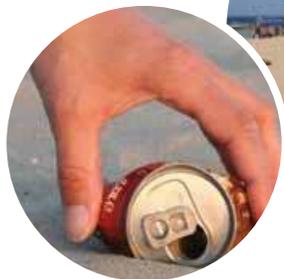
ESTACIONES VERDES

En el 2015, el DRNA comenzó el desarrollo del proyecto “Estaciones Verdes”. Esta iniciativa promueve el reciclaje y manejo de los residuos sólidos en las playas de Puerto Rico, con el fin de reducir la generación y acumulación de residuos en las playas. Asimismo, se promueve el reuso y reciclaje de materiales. Al momento, se han instalado 72 estaciones en la zona costanera. Las 72 estaciones instaladas se distribuyen entre los municipios de: Cabo Rojo, Mayagüez, Rincón, Aguadilla, Isabela, Quebradillas, Hatillo, Arecibo, Barceloneta, Manatí, Cataño, San Juan, Loíza, Río Grande, Luquillo, Naguabo, Humacao, Maunabo, Patillas, Arroyo, Guayama, Salinas, Guayanilla, Guánica y Lajas.



El desarrollo de iniciativas como ésta, resulta de suma importancia no sólo por los beneficios para el medio ambiente y la protección de hábitats y biodiversidad, sino también por sus repercusiones económicas, ya que representa un ahorro en el costo por disposición de residuos en los sistemas de relleno sanitario y la protección del principal atractivo de nuestra industria turística. Antes del inicio de este proyecto, se depositaba una cantidad de 2 millones de libras de residuos sólidos anuales en rellenos sanitarios. Al 2016, esta cifra se redujo a 1.5 millones de libras. Se proyecta aumentar a 100 el número de estaciones alrededor de la isla.

7 de cada **10** visitantes (71.3%)
lleva alimentos y otros suministros
al visitar las playas.



51%
de los usuarios
recicla sus residuos

Resultados a base de 1,540 playas mencionadas por las 623 personas encuestadas. Cada participante tenía la opción de ofrecer más de una respuesta por lo tanto, la suma de los porcentajes es mayor de 100%. (PMZC, 2013) Plan Estratégico para la Conservación y Mantenimiento de las Playas de Puerto Rico.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE PUERTO RICO

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son lugares especialmente valiosos para la conservación y manejo de los recursos naturales de nuestras islas. Además, proporcionan un ambiente sano para la recreación al aire libre, enriqueciendo así nuestra calidad de vida.

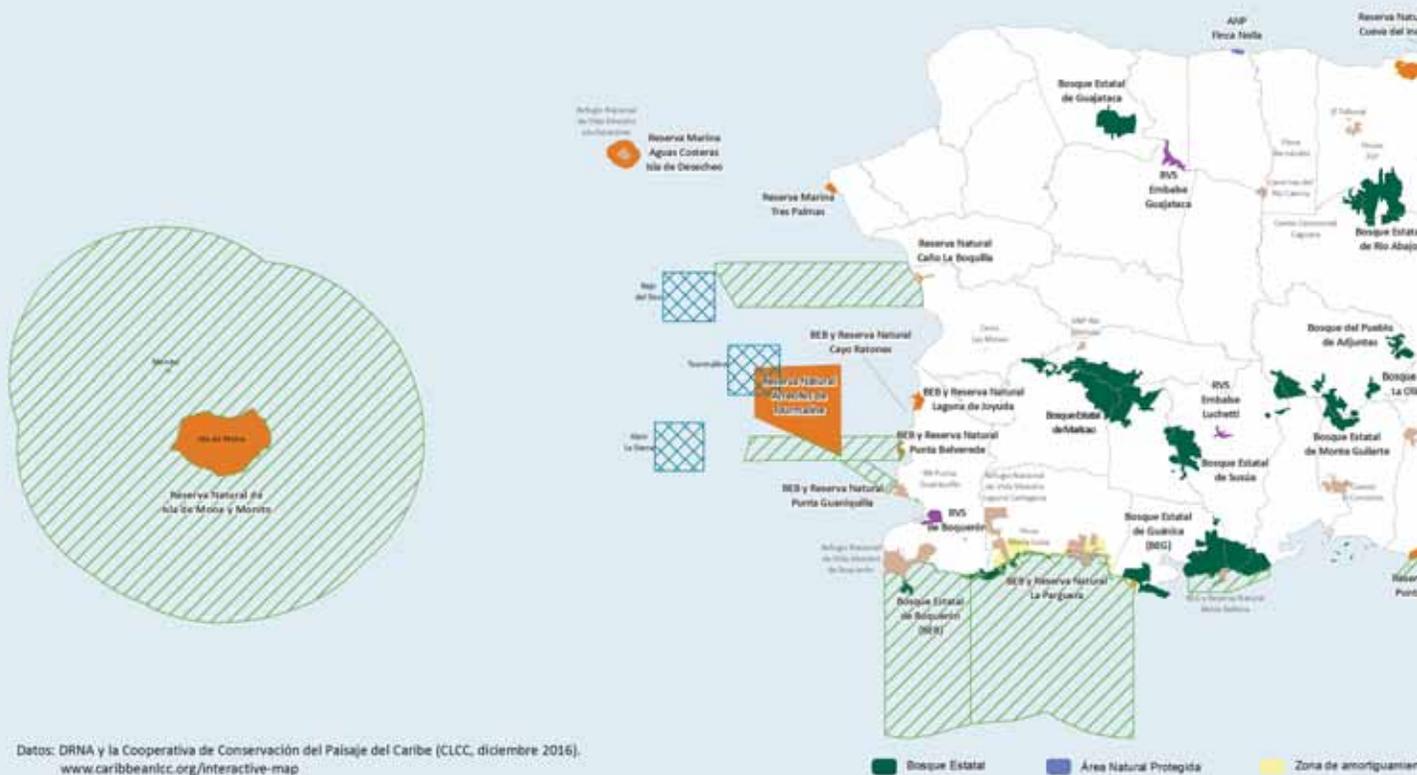
Conforme la nueva definición adoptada por el DRNA y desarrollada por el Equipo de Acción para la Conservación de las Áreas Protegidas de Puerto Rico:



“un área natural protegida es un área geográfica, claramente definida y delimitada a través de medios legales u otros medios eficaces para la conservación a largo plazo de la naturaleza, biodiversidad, servicios ecosistémicos y valores culturales asociados”

Fuente: CLCC, PA-CAT

El mapa de las ANP fue actualizado por el Equipo de Acción para la Conservación de las Áreas Protegidas de Puerto Rico, de la Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe, e incluye áreas manejadas por el gobierno local, federal, organizaciones no gubernamentales y terrenos privados que cumplen con la definición de áreas protegidas incluyendo la Zona de Conservación del Carso.





El DRNA administra el 100% de las áreas marinas protegidas y 31% de las áreas terrestres protegidas.

Las ANP albergan muestras representativas de los principales ecosistemas de humedales, bosques secos, bosques lluviosos, cuevas y cavernas, aguas subterráneas, islotes y cayos, arrecifes de coral y otros hábitats críticos de especies de flora y fauna vulnerables.

Áreas Terrestres Protegidas por categoría de manejo



45%
Zonas de Conservación en el Área Restringida del Carso



18%
Bosque Estatal



13%
Reserva Natural



8%
Bosque Nacional



7%
Refugio de Vida Silvestre



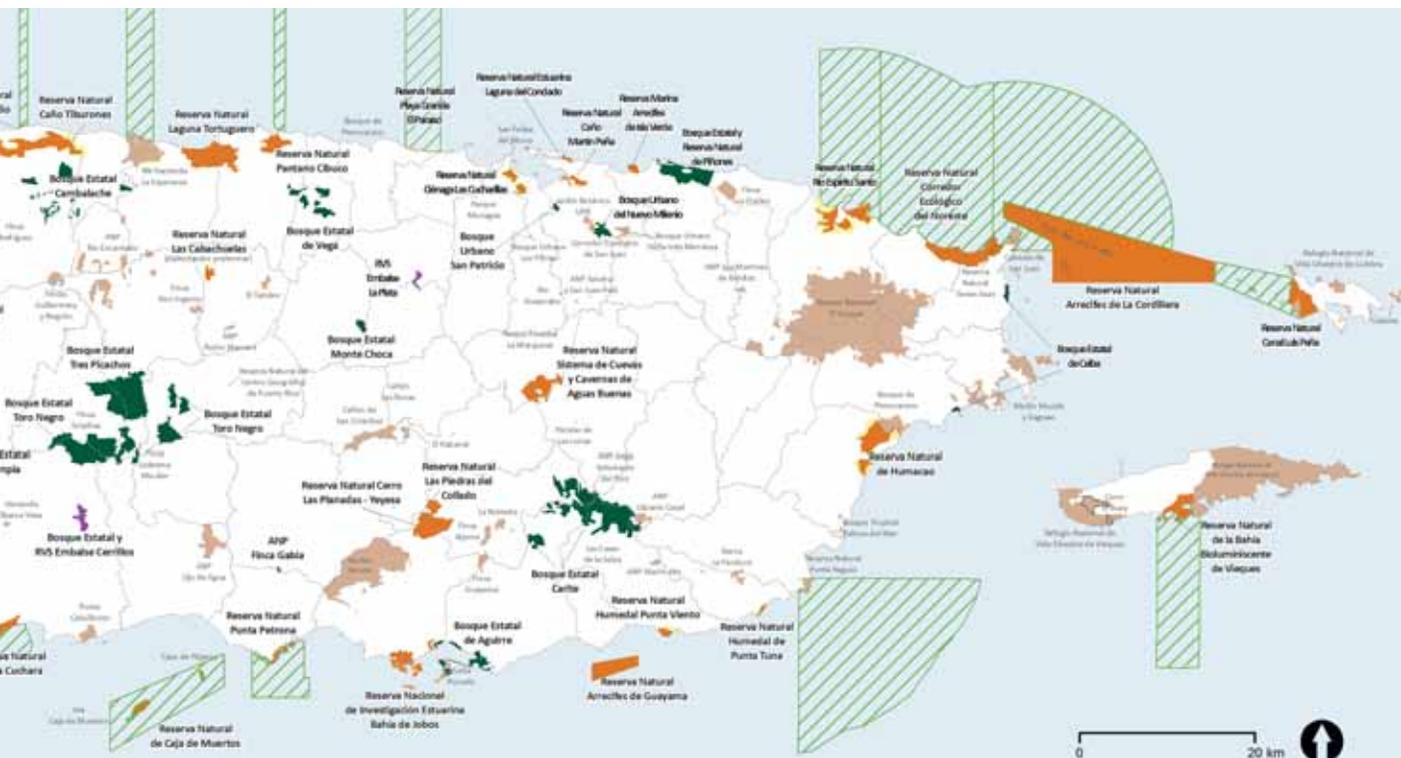
4%
Área Natural Protegida



3%
Servidumbres de Conservación



2%
Designaciones con un Área menor de 1%



LOS HUMEDALES DE PUERTO RICO



Los humedales se encuentran entre los hábitats más productivos de la costa. Los humedales marinos (agua salada) y estuarinos (agua salobre), palustrinos o ribereños (agua dulce) proveen áreas para la reproducción y crianza de la vida silvestre, contribuyendo a la productividad biológica en nuestras costas. Los humedales marinos y estuarinos, donde observamos bosques de manglares, praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral, proveen servicios ecológicos de alto valor para la sociedad al constituirse en la primera barrera de protección de las áreas costeras contra marejadas fuertes y eventos atmosféricos como huracanes. Estos ecosistemas brindan una gama de beneficios dependiendo de su clase, tamaño y ubicación. Algunos de estos servicios son: abastecimiento de agua potable, control de inundaciones, mitigación al cambio climático, control de erosión, retención de sedimentos tóxicos, almacenaje secuestro de carbono, hábitat para la vida silvestre y conservación de la biodiversidad.

AREA TOTAL DE HUMEDALES
62.161.23cdas

HUMEDALES EN LA ZONA COSTANERA
60.034.85 cdas

Durante los pasados siglos, los humedales fueron impactados y disminuidos en su mayoría, por el desarrollo agrícola y la construcción. Sin embargo, hoy día los estudios revelan que el cambio climático y el aumento del nivel del mar pueden ser una de las principales causas de alteración de las funciones y los servicios ecológicos de los humedales.

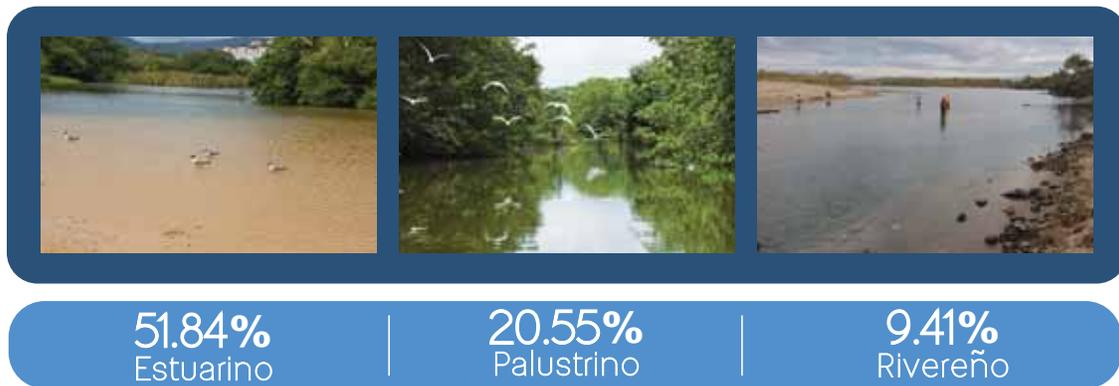
Fuente: PMZC 2014, en revisión.

ÁREA AFECTADA POR AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR [cdas]

NIVEL	TIPO DE HUMEDAL		
	ESTUARINO	PALUSTRINO	RIVEREÑO
0.5m	15,491.38	589.71	3.11
1.0m	25,781.58	2,545.16	4.05

De acuerdo a datos del PMZC, Puerto Rico tiene 49,732.05 cuerdas de humedales estuarinos, 12,386.08 cuerdas de humedales palustrinos y 43.10 cuerdas de humedales riverreños para una suma total de 62,161.23 cuerdas de humedal. Esta cifra no incluye los humedales lacustrinos y marinos.

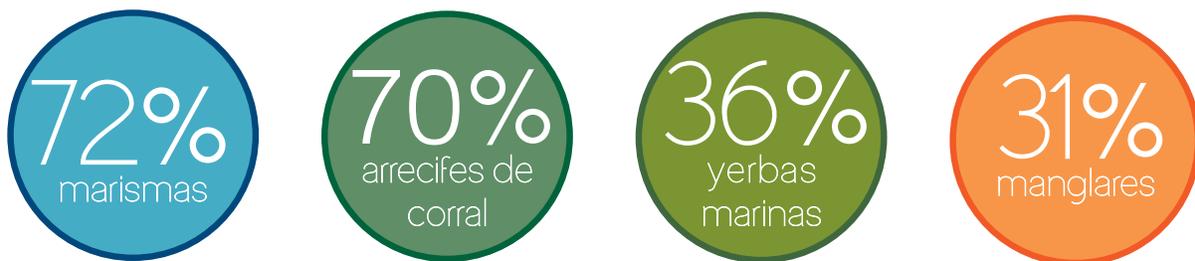
PORCIENTO DE HUMEDAL AFECTADO POR EL AUMENTO DE 1 METRO EN EL NIVEL DEL MAR



Fuente: PMZC

La conservación, mitigación y restauración de hábitats costeros y su uso como infraestructura verde ha demostrado tener un efecto positivo en la protección de las costas, las comunidades costeras y la infraestructura crítica del país, atenuando entre un 35% y 71% del oleaje. Entre los ecosistemas evaluados, las marismas tienen un promedio de efectividad de un 72% de atenuación del oleaje, mientras que los arrecifes de coral tienen un 70%, las yerbas marinas en 36% y los manglares 31%, contribuyendo a la protección de nuestras costas. (Narayan S, Beck MW, Reguero BG, Losada IJ, van Wesenbeeck B, et al., (2016).

PORCIENTO DE EFECTIVIDAD DE LOS HÁBITATS COSTEROS EN LA REDUCCIÓN DEL OLAJE



La adaptación al cambio climático basada en ecosistemas (AbE) integra el uso de la biodiversidad, las funciones y servicios ofrecidos por los humedales y otros sistemas naturales como las dunas, resultando en áreas costeras más resilientes ante los efectos adversos causados por el cambio climático. Una planificación y diseño apropiado mediante la AbE, puede añadir beneficios económicos, ambientales, sociales y culturales en comunidades establecidas cerca de la costa. Al mismo tiempo, se reducen los riesgos para la vida y propiedad, se conserva la biodiversidad y se promueve la seguridad alimentaria, entre otros beneficios.



INFRAESTRUCTURA EN



7
AEROPUERTOS

13
CLUBES NAUTICOS

249
KM DE CARRERAS PRINCIPALES

LA ZONA COSTANERA



52
PLAYAS PÚBLICAS



121
HOTELES



12
PUERTOS



16
MARINAS



7 Complejos de generación de energía eléctrica



15 Hospitales



19 Plantas de tratamiento de aguas usadas



200 km infraestructura de agua potable



260 km infraestructura de aguas sanitarias

*Fuente: Compendio de Datos, Banco Gubernamental de Fomento para Puerto Rico

CONTROL DE FUENTES DISPERSAS

El deterioro de la calidad del agua en Puerto Rico es una situación que requiere especial atención. La contaminación del agua se asocia, entre otros, a la ausencia de un control efectivo del manejo de las escorrentías pluviales. Dicha contaminación es causada por fuentes dispersas y puntuales.

La contaminación por fuentes dispersas se asocia principalmente, al flujo de la lluvia sobre la superficie del terreno. La acción de la escorrentía arrastra o transporta sustancias, materiales y elementos contaminantes, peligrosos y no peligrosos hacia los ríos, quebradas, lagos, humedales, estuarios y aguas costeras.

La **escorrentía** es la circulación libre del agua de lluvia sobre las superficies (suelo, techos, carreteras, etc.). El agua al correr por la superficie del terreno, arrastra consigo partículas de suelo, pero también carga todo tipo de sustancia que encuentra en su paso, incluyendo basura.

TIPOS DE CONTAMINANTES

PLAGUICIDAS ACEITES Y GRASAS AGUAS GRISES
FERTILIZANTES DETERGENTES
LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES
AGUAS USADAS PLÁSTICOS SEDIMENTOS PRODUCIDOS POR EROSIÓN



Residuos de pintura
en un manglar.
(Salinas, Puerto Rico)

Aunque el 90% de los municipios en Puerto Rico tiene Programas de Manejo de las Escorrentías Pluviales Urbanas aprobados (SM4) del Programa Federal para el Manejo de la Escorrentía Pluvial Urbana de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) es importante reforzar el componente de educación ciudadana.

La implantación adecuada de los programas de control de manejo de la escorrentía pluvial y de prevención de contaminación son fundamentales para evitar la degradación de la calidad de las aguas costeras y la protección de nuestros ecosistemas marinos y costeros.

Como medida de prevención de contaminación y educación ciudadana, el PMZC inició un proyecto de rotulación de alcantarillas pluviales con el propósito de evitar las prácticas inadecuadas de verter contaminantes, controlar las descargas y evitar posteriores daños a los ecosistemas costeros.



ORIGEN DE LAS FUENTES DISPERSAS: USOS Y ACTIVIDADES

Agícolas
Industriales
Comerciales
Residenciales
Construcción



¿Qué podemos hacer?

- Llevar a cabo prácticas de reuso y reciclaje.
- No disponer de la basura u otros residuos sólidos o líquidos indiscriminadamente.
- Utilizar los zafacones y contenedores de basura y reciclaje.
- No verter ningún residuo a través de las alcantarillas y drenaje pluvial.
- Hacer uso adecuado de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas.
- Limpiar calles, aceras y cunetas.
- Lavar los vehículos en establecimientos que traten o reciclen las aguas residuales.
- Mantener los pozos sépticos en estado óptimo y evitar su desborde.
- Evitar la deforestación aumentando la obertura vegetal en laderas y áreas deforestadas.

CAMBIO CLIMÁTICO

DEFINICIÓN

“Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima...”

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

En Puerto Rico se ha observado como los cambios en el clima ya han generado impactos en la sociedad, la economía y los ecosistemas naturales y se espera que estos efectos incrementen. En respuesta a estos cambios, se constituyó el Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR), con la visión de alcanzar un **PUERTO RICO SEGURO, SALUDABLE, PRODUCTIVO Y RESILIENTE**. El CCCPR tiene cerca de 180 miembros y colaboradores, del sector público, académico y privado, trabajando voluntariamente para obtener, analizar, publicar y comunicar la mejor información y conocimiento científico disponible sobre el cambio climático y sus efectos en Puerto Rico.



Efectos del cambio climático

Los principales efectos del cambio climático se resumen en los siguientes: aumento en las temperaturas atmosféricas y oceánicas, cambios en la precipitación (eventos extremos, inundaciones y sequías), aumento en la intensidad de eventos atmosféricos, aumento en el nivel del mar y en la acidificación de los océanos.



Aumento en las temperaturas

Aumento en las temperaturas atmosféricas



Cambios en precipitación

Cambios en la precipitación: Eventos extremos, inundaciones y sequías



Eventos Atmosféricos

Aumento en la intensidad de eventos atmosféricos como huracanes



Aumento del Nivel de Mar

Aumento en el nivel del mar



Acidificación de los océanos

Acidificación de los océanos

IMPACTOS:

 **Agricultura**

 **Ecosistemas**

 **Salud**

 **Agua**

 **Economía**

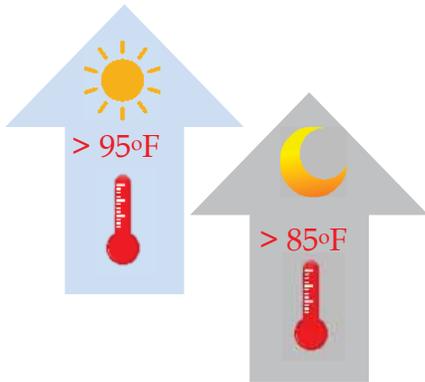
Impacto social, económico y ambiental

PRINCIPALES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Aumento de las temperaturas atmosféricas



Las pasadas tres décadas han sido las más cálidas desde que se comenzó a medir y documentar la temperatura en 1850. La temperatura promedio en superficies terrestres y oceánicas globales registradas durante el 2016 (de enero a abril), estuvieron 1.14°C (2.05°F) por encima del promedio registrado en el siglo 20. Cada año se superan los datos históricos de los promedios en temperaturas a nivel global. El 2016 ha sobrepasado los datos históricos promedios registrados en 137 años.



Según Hayhoe, et al. (2013), se espera que las temperaturas (promedio y extremos) en Puerto Rico, continúen aumentando, incluyendo más días por año con temperaturas mayores de 95 °F y noches de 85 °F.

La temperatura superficial del Mar Caribe ha aumentado aproximadamente 1.5 °C en el pasado siglo y se proyecta un incremento de 1.17 °C en los próximos 50 años (PRCCC, 2013).

El aumento en las temperaturas (atmosférica y oceánica) a su vez puede causar otros efectos, tales como: cambios en la precipitación, aumento en la intensidad de eventos atmosféricos (tormentas y huracanes), aumento del nivel del mar, olas de calor (causando impactos en la salud), cambios en los ecosistemas (distribución de especies, en patrones migratorios, presencia de enfermedades como el blanqueamiento de corales), entre otros.

Cambios en precipitación: Eventos extremos



En Puerto Rico se proyectan cambios en la precipitación a condiciones más secas, pero con probable aumento de eventos de lluvias más intensas en cortos períodos (PRCCC, 2013).



524.469 personas **[14.9%]**
de la población, vive en áreas con
riesgo a inundación.

2,717,801
Población afectada



3,725,789
Población total



En el año 2015 un **73%**
de la población se vio afectada
por la sequía.

El Nuevo Día, 18 septiembre 2015

Aumento en la intensidad de eventos atmosféricos

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) pronostica que el Atlántico Norte y el Caribe experimentarán una disminución en la frecuencia de ciclones tropicales, pero un aumento en la intensidad de estos eventos. (PRCCC, 2013)



98.063 personas
(2.7% de la población)

vive en áreas costeras de alto peligro a inundación por marejadas ciclónicas.

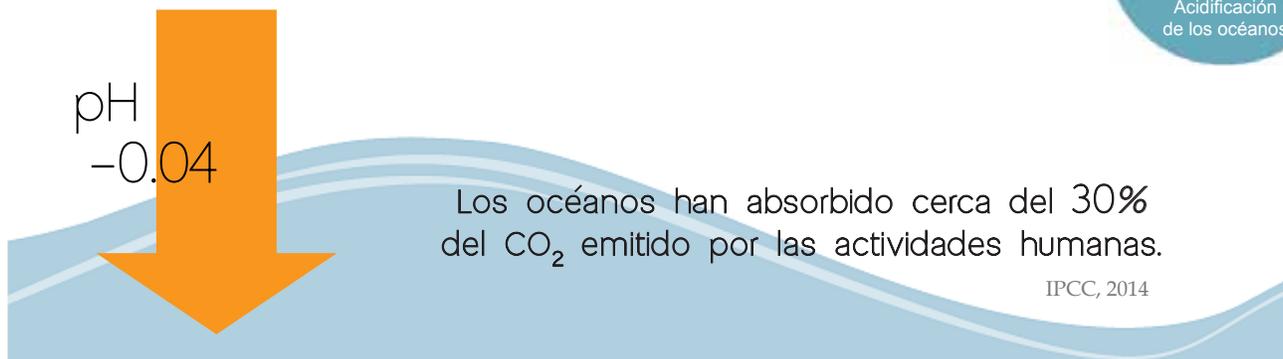
Estudios Técnicos Inc., 2017



Áreas vulnerables a las marejadas ciclónicas según las categorías de huracanes, incluyendo proyecciones del aumento del nivel del mar (0.5m y 1m).

Acidificación de los océanos

Los océanos absorben gran cantidad del dióxido de carbono (CO_2) que está en la atmósfera. El aumento en la concentración de CO_2 en los océanos crea reacciones que cambian su composición química, afectando el pH promedio y a su vez la acreción o disolución de los minerales de carbonato de calcio.



Esto puede afectar el desarrollo de organismos con caparazones y esqueletos de carbonato de calcio como los arrecifes de coral, almejas, estrellas de mar, etc.

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

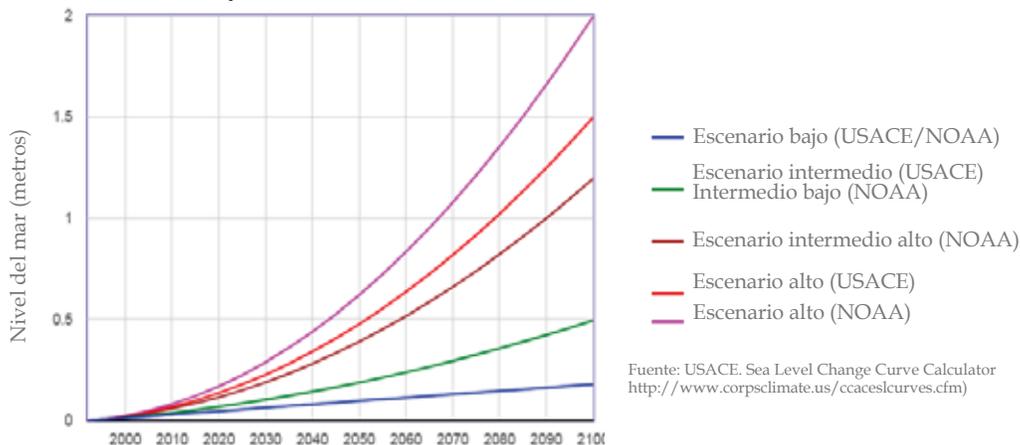
Aumento del nivel del mar



Los niveles del mar han aumentado a nivel global debido a la expansión térmica del agua asociada al calentamiento de los océanos, así como a la entrada de agua dulce proveniente del derretimiento de glaciares y capas de hielo. Según los datos del nivel del mar (1962–2017) al norte de Puerto Rico, cercano a San Juan, el nivel del mar ha aumentado 2.08 mm por año y al sur de Puerto Rico, cercano a Maguies, se ha registrado un aumento de 1.8 mm por año.

El Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos (USACE) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) han desarrollado varios escenarios según las proyecciones del aumento del nivel del mar, estos van desde 0.3m hasta 1.5m (USACE) y 2m (NOAA).

Proyecciones del nivel del mar - San Juan, PR



Un aumento de 2m en el nivel del mar resultaría en...



Las inundaciones molestosas (debido a mareas altas) serán cada vez más frecuentes.



50.728
estructuras pudieran verse afectadas.²
Estudios Técnicos Inc., 2017

¿QUÉ PODEMOS HACER?

La respuesta en torno a qué podemos hacer para enfrentar la vulnerabilidad a los principales efectos del cambio climático se resume en: estrategias de **adaptación** y desarrollo de una mayor **resiliencia** de nuestros sistemas socio-ecológicos.

ADAPTACIÓN

Capacidad de un sistema de para *"ajustarse"* al cambio climático.

IPCC, 2001

RESILIENCIA

Capacidad de *"resistir a"* o de *"recuperarse de"* un impacto.

UNISDR (2009)



Para lograr la adaptación a los cambios climáticos es necesario: identificar riesgos climáticos presentes y futuros, realizar inventario de infraestructura y bienes, evaluar exposición de los riesgos, identificar, evaluar y priorizar acciones de adaptación, identificar oportunidades de coordinación y fuentes de financiamiento, implementar planes de adaptación, monitorear y reevaluar. Además, para lograr una adaptación efectiva se debe otorgar especial énfasis a sectores claves como: desarrollo económico, infraestructura crítica, turismo, comunidades costeras, biodiversidad, ecosistemas, hábitats, especies y servicios ecológicos.

Tipos de estrategias de adaptación



EROSIÓN COSTERA

La **erosión** de las playas es un proceso natural que se ve exacerbado por fenómenos naturales o por la acción del hombre. Se entiende como erosión costera el *retroceso de la línea de costa ocasionado por la acción del mar*.



Un sistema costero no intervenido exhibe procesos de erosión y acreción, así como desplazamientos de las áreas de pérdida y acumulación de sedimentos como respuesta al tipo de oleaje, corrientes o fuerzas hidrodinámicas que le afecten. Existen procesos de erosión prolongados, estacionales y episódicos. Los procesos de erosión continua provocan la pérdida de ancho de playa que en muchos casos se traduce en amenazas a comunidades, infraestructura y propiedades. La pérdida de las playas es particularmente negativa para el turismo, la recreación y para la biodiversidad.

La erosión en las costas tiene consecuencias:



Rincón, PR
Villafañe y Aponte (2016)

24 % de las **799**
millas lineales de costa se
encuentran ocupadas o desarrolladas.

Socioeconómicas:

Pérdida de activos turísticos, playas, recursos escénicos, áreas recreativas, destrucción o deterioro de infraestructura pública y privada, altos costos de reemplazo o relocalización, y pérdida de empleos, entre otras.

Ecológicas:

Pérdida de hábitats (Ej. Áreas de anidaje de tortugas marinas, crustáceos, aves acuáticas, etc.), aceleración de la entrada de contaminantes a las aguas costeras, entre otras.

Culturales:

Pérdida o amenazas a estructuras histórico culturales (Ej. fuertes, fortines, murallas, faros, etc.), yacimientos arqueológicos y espacios de recreación, relajación y conexión natural y cultural con el mar.

Sobre 24% de las 799 millas lineales de costa se encuentran ocupadas o desarrolladas. La erosión y las inundaciones costeras ya se hacen evidentes en muchos lugares urbanos, comerciales e industriales. La vulnerabilidad de estos activos públicos y privados, la infraestructura crítica y los hábitats costeros ha sido identificada. Las estrategias de adaptación, protección, adecuación o retiro planificado se deberán analizar caso a caso.

El oleaje asociado a marejadas ciclónicas ocasionadas por huracanes o frentes de invierno produce pérdidas de playas que se recuperan luego de que el régimen de energía del oleaje cambia. El oleaje de alta energía remueve arena del sistema y está se deposita en barras sumergidas. Luego el oleaje de baja energía re-deposita arena en el frente de playa aumentando el ancho de espacio emergido.

Apróximadamente 60% de las playas de Puerto Rico exhiben algún tipo de erosión en los pasados 4 años.

Las playas que enfrentan procesos de erosión más activos se encuentran en los municipios de Rincón, Loíza, Dorado, Arroyo, Toa Baja y San Juan.

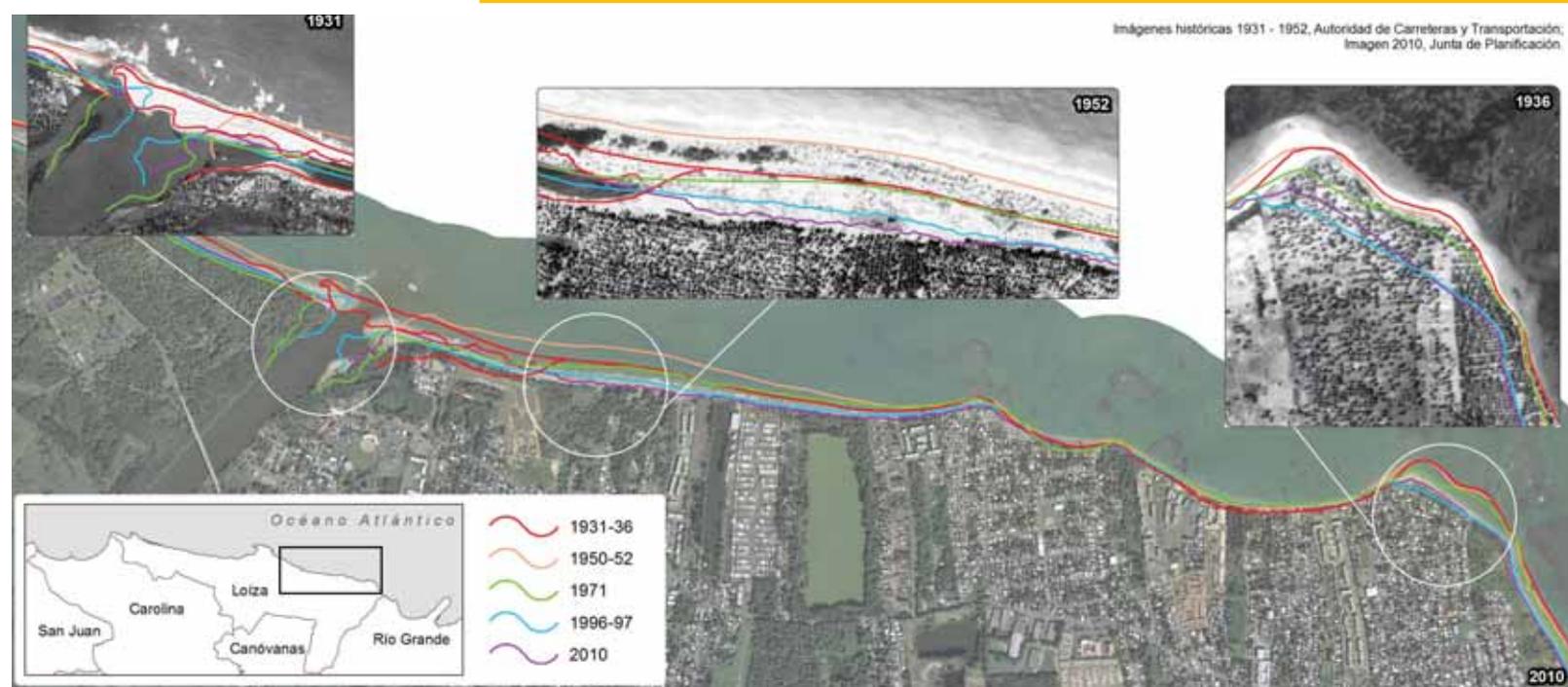


60% de las playas presentan algún tipo de erosión.

El incremento del nivel del mar exagera los procesos de erosión de las costas y playas, toda vez que las mareas, marejadas ciclónicas y oleaje estarán operando desde una nueva realidad o nivel del mar y la influencia del mar tierra adentro se hará más evidente.

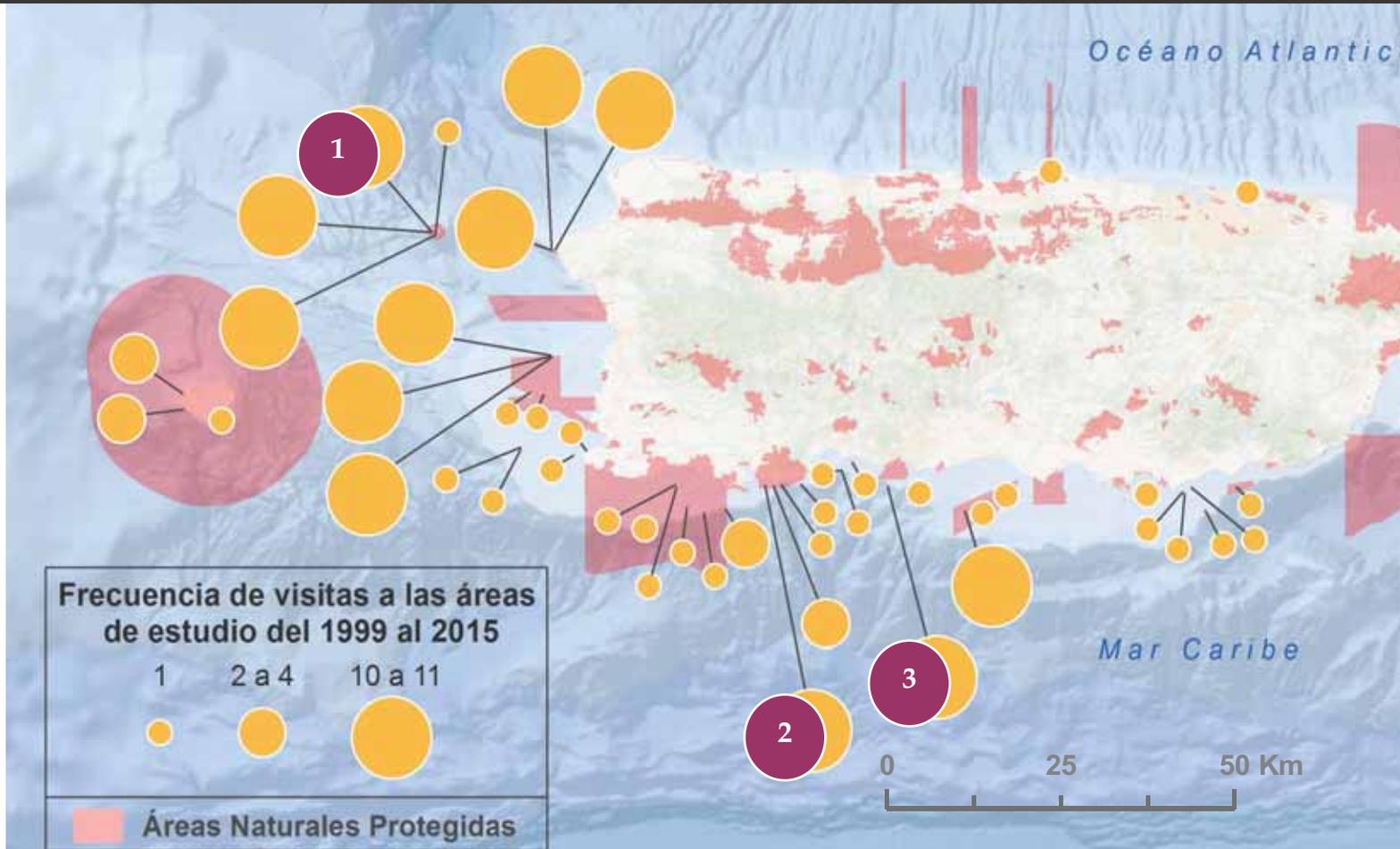
Resulta injustificable que los nuevos proyectos planteados para áreas no desarrolladas no incorporen el conocimiento y proyecciones disponibles sobre el aumento del nivel del mar y los riesgos costeros. La integración de la mejor ciencia y conocimiento disponibles, así como la utilización de las mejores prácticas de la ingeniería permitirán el desarrollo de comunidades e infraestructuras resilientes capaces de enfrentar los escenarios de cambios futuros.

Cambio en la línea de costa: Segmento Loíza



ESTADO DE 22 ARECIFES DE CORAL

El Programa de Monitoreo de Arrecifes de Coral fue creado en el 1999 con el propósito de conocer la condición y las tendencias de las especies de importancia ecológica y económica de los arrecifes de coral y determinar las estrategias de manejo más efectivas para la protección de éstas. Durante los pasados 17 años se han estudiado sobre 60 arrecifes de coral a diferentes profundidades (3 a 35 metros), la mayoría de estos en Áreas Naturales Protegidas. Entre estos



En el año 2005, luego de un evento regional de blanqueamiento, este Programa de Monitoreo documentó una reducción en cobertura de coral vivo en los arrecifes visitados. Paralelamente, se observó un aumento en la cobertura de algas, cianobacterias, esponjas, fondo arenoso y coral muerto. La pérdida gradual en la cobertura de coral persistió hasta el año 2008 y respondió principalmente a la mortandad del complejo del coral estrella macizo (*Orbicella spp.*). El complejo de coral estrella macizo es uno de los principales responsables en el desarrollo de la estructura de los arrecifes en el Caribe y fue el más afectado durante este evento de blanqueamiento. Sin embargo, del año 2009 hasta el presente, la recuperación de *Orbicella spp.* ha sido responsable, en muchos casos, del aumento observado en cobertura de coral.

Como parte de los objetivos del Programa, se ha documentado la importancia de las comunidades coralinas en la protección y conservación de especies de peces. Se ha observado que peces como los meros y pargos no han mostrado aumento en el número de individuos ni señales notables de recuperación, al menos entre los arrecifes monitoreados por este Programa.

Mapa base: Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors.

Datos del Programa de Monitoreo de Arrecifes de Coral recopilados por el Dr. Jorge García Sais para el DRNA. Áreas Naturales Protegidas: Caribbean Landscape Conservation Cooperative. 2015. Puerto Rico Protected Areas Database [version of December, 2015]. GIS data. San Juan, PR.

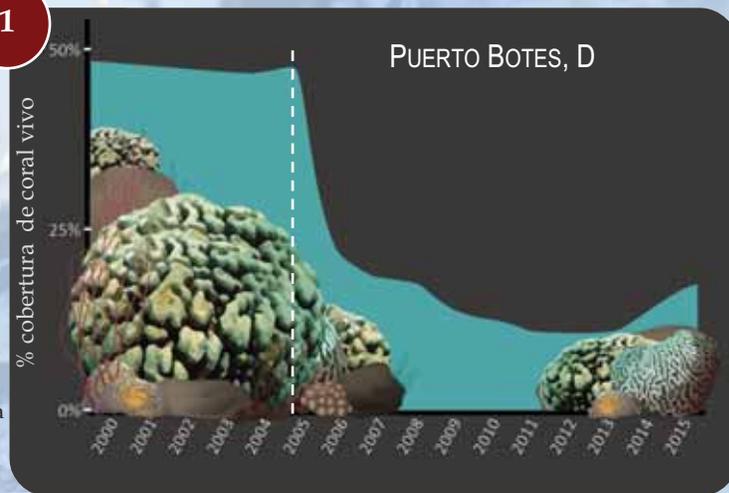
MONITOREADOS EN PUERTO RICO

12 se han visitado de 10 a 11 veces, 10 de 2 a 4 veces y 38 una sola vez, según se ilustra en este mapa. En cada visita al arrecife, se evalúa la cobertura de organismos que viven en el fondo marino y se contabilizan las especies de peces. Las gráficas que se presentan a continuación ejemplifican tres de los escenarios de cobertura de coral vivo encontrados entre los arrecifes monitoreados a través de este Programa.



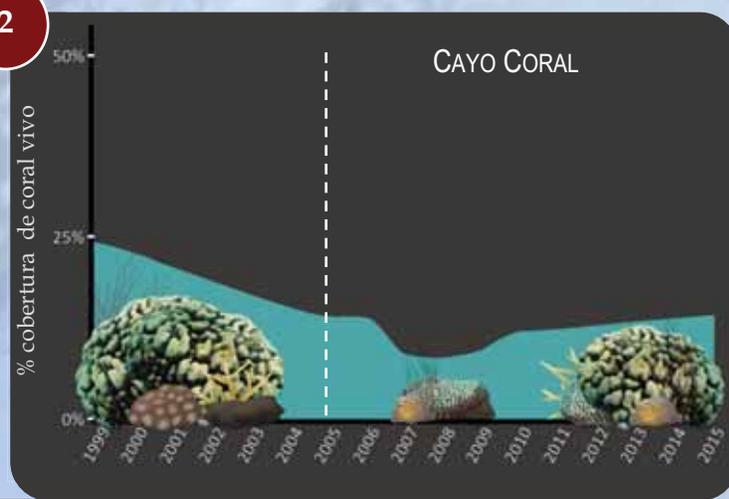
1

Desde el año 2000 hasta el 2005, Puerto Botes, Desecheo, fue uno de los arrecifes monitoreado con mayor cobertura de coral vivo (48%). Luego del evento de blanqueamiento en el 2005, la cobertura de coral vivo disminuyó dramáticamente y predominaron las algas. En el 2015, se reportó un aumento en la cobertura de coral vivo, lo cual representa una tendencia potencial hacia la recuperación de este arrecife.



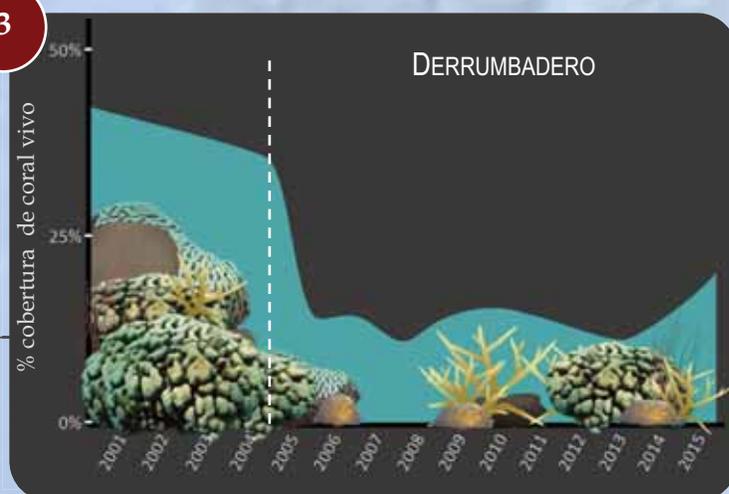
2

En Cayo Coral, Guánica, la cobertura de coral vivo disminuyó de manera consistente desde el año 1999 hasta el 2008, mostrando así un deterioro desde antes del evento de blanqueamiento del 2005. Esto se asocia probablemente a los efectos persistentes del evento de blanqueamiento del 1998. No obstante, desde el 2010, se ha documentado una recuperación en la cobertura de coral vivo, siendo éste el único arrecife del Programa en donde la cobertura de coral se ha recuperado 100%, al nivel previo del blanqueamiento del 2005.



3

En Derrumbadero, Ponce, se documentó una reducción inicial en la cobertura de coral vivo en los años 2001 y 2005. Entre los años 2005 y 2006, este arrecife mostró la degradación más severa (59%) en términos de cobertura de coral vivo de todos los arrecifes monitoreados. Un aumento moderado fue observado durante los años 2009 y 2010, pero el mayor incremento en la cobertura de coral vivo fue documentado en el año 2015.



■ Por ciento de cobertura de coral vivo
 --- Evento regional de blanqueamiento de corales



EMBARCACIONES ABANDONADAS Y ENCALLAMIENTOS

La operación incorrecta de una embarcación puede provocar su encallamiento y causar daños irreparables a los ecosistemas marinos.

Un encallamiento, independientemente de su magnitud, tiene consecuencias negativas para los ecosistemas marinos y para los nautas. Una embarcación está encallada al chocar súbitamente con el fondo. Esto puede suceder cuando se navega por lugares de aguas llanas, en los cuales existen fondos con bancos de arena, manglares, arrecifes de coral o praderas de hierbas marinas, muy cerca de la superficie. La restauración de los hábitats afectados es lenta y costosa.

Efecto de los encallamientos sobre los corales



DESPUÉS



ANTES

En la última década se reportaron un total aproximado de **221** encallamientos. Esto incluye embarcaciones de: carga, recreativas, pasajeros, seguridad, barcazos, aviones y otros.

30.000 metros cuadrados de pérdida o destrucción de arrecife coralino. Estos accidentes son más frecuentes alrededor de los cayos e islotes en las costas este, sur y oeste de la isla.



Encallamiento en playas y fondos de arena

Impactos: Contaminación del agua por basura y objetos de la embarcación, por derrame de aceite, combustible y aguas usadas. Destrucción de áreas de anidaje de tortugas marinas.



Encallamiento en los arrecifes

Impactos: Destrucción de los arrecifes, muerte de los corales y otros organismos habitantes del arrecife. Contaminación del agua por restos de pinturas tóxicas de la embarcación.

Encallamiento en las praderas de hierbas marinas

Impactos: Fragmentación de las praderas, destrucción de las plantas. Formación de depresiones y cicatrices en el fondo.



68 Embarcaciones abandonadas

Impactos: Contaminación del agua por derrames de aceite y combustibles. Obstaculizan la navegación. Contaminación visual del paisaje. Actúan como trampas para los manatíes.



INCIDENCIAS

Las áreas de mayor incidencia de encallamientos son CV Cabo Rojo/ Guánica Culebra/ Vieques Fajardo/Ceiba



ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN EN LA ZONA COSTERA

FAUNA – ANIMALES

ANFIBIO

Sapo concho (*Peltophryne lemur*)

PECES

Mero batata (*Epinephelus itajitara*)

Mero cherna (*Epinephelus striatus*)

MAMÍFERO

Manatí antillano (*Trichechus Manatus*)

INVERTEBRADO

Mariposa arlequín (*Atlantea tulita*)

AVES

Playero blanco (*Charadrius alexandrines*)

Playero melódico (*Charadrius melodus*)

Chiriría nativa (*Dendrocygna arborea*)

Pato dominico (*Agelaius xanthomus*)

Mariquita (*Agelaius xanthomus*)

Guabairo pequeño (*Caprimulgus noctitherus*)

Falcón peregrino (*Falco peregrinus tundrius*)

Pelicano pardo (*Pelicanus occidentalis*)

REPTILES

Boa de Mona (*Epicrates monensis monensis*)

Boa de Islas Vírgenes (*Epicrates monensis granti*)

Tortuga verde o peje blanco (*Chelonia mydas*)

Carey de concha (*Eretmochelys imbricata*)

Tinglar (*Dermochelys coriacea*)

Iguana de Mona (*Cyclura cornuta stejnegeri*)

Lagartijo gigante de Culebra (*Anolis roosevelti*)

Lagartijo del seco (*Anolis cooki*)

Lucía (*Mabuya mabouya sloanei*)

Gecko o salamanquita de Monito (*Sphaerodactylus micropithecus*)



ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN EN LA ZONA COSTERA

PLANTAS – FLORA

PLANTAS HERBÁCEAS

Pelos del diablo (*Aristida portoricencis*)

No tiene nombre común (*Aristida chasede*)

CACTUS

No tiene nombre común (*Leptocereus grantianus*)

ÁRBOLES

Cobana negra (*Stalia monosperma*)

Palo de rosa (*Ottoschulzia rhodoxylon*)

Diablito de tres cuernos (*Buxus vahlii*)

Bariaco (*Trichilia triacantha*)

Thomas Lidflower (*Calypttranthes thomasiana*)

St. Thomas Prickly-ash (*Zanthoxylum thomasianum*)

No tiene nombre común (*Eugenia woodburyana*)

Ausú (*Myrcia paganii*)

Mata buey (*Goetzea elegans*)

Palma manaca (*Calyptronoma rivalis*)

No tiene nombre común (*Lyonia truncata var. proctorii*)

ARBUSTOS

No tiene nombre común (*Vernonia proctorii*)

No tiene nombre común (*Mitracarpus maxwelliae*)

No tiene nombre común (*Mitrocarpus polycladus*)

Erubia (*Solanum drymophilum*)

Puerto Rico Senna (*Chamaecrista glandulosa varmirabilis*)

1985



2004



2007



2009



1 pez león
puede consumir **más**
de 450,000 peces/acre y
producir sobre **2,000**
huevos al año.

En el Caribe, el pez león
puede llegar a tener
densidades poblacionales
17 veces más altas
que en su lugar de origen,
en el Océano Pacífico.

En Puerto Rico
sólo hay **20-25**
restaurantes que
sirven pez león como
parte de su menú.

EL PEZ LEÓN EN PUERTO RICO

2009



2011



En algunas áreas, el pez león ha reducido las poblaciones de peces nativos por un **90%**.

En Puerto Rico hay más de **25** ONGS, Comunidades, Universidades, Individuos y Agencias de Gobierno trabajando el tema de la invasión del pez león.

El pez león come sobre **100** especies de peces e invertebrados. Muchas de estas especies son de importancia comercial y ecológica.

REFERENCIAS

- Agencia EFE. 16 de junio de 2015. *Advierten la sequía que afecta a Puerto Rico puede ser la peor de la historia. Primera Hora*. Recuperado de <http://www.primerahora.com/>
- Alvarado León, G. E. 22 de abril de 2016. *Se agrava la erosión costera en Puerto Rico. El Nuevo Día*. Recuperado de <http://www.elnuevodia.com/>
- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA). 2015. *Plan de Adaptación al Cambio Climático*.
- Banco Gubernamental de Fomento para Puerto Rico (BGF). 2016. *Compendio de Datos*. Recuperado de <http://www.gdb-pur.com/>
- Barreto Orta M. 2014. *Inventario de playas de Puerto Rico*. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Red de Playas de Puerto Rico y el Caribe. San Juan, Puerto Rico.
- Caribbean Landscape Conservation Cooperative. 2015. *Puerto Rico protected areas database* [version of December 2015]. GIS data. San Juan, Puerto Rico.
- Caribbean Landscape Conservation Cooperative Data Center. 2014. *Explore the Effects of Climate Change on Puerto Rico and Other Caribbean Islands: New Statistically Downscaled Climate Projections for the period 1960-2099*. San Juan, Puerto Rico.
- Caribbean Landscape Conservation Cooperative. 2016. *Protected Areas Conservation Action Team (PA-CAT) Fact Sheet*.
- Caribbean Regional Ocean Partnership (CROP). 2016. *Coastal critical infraestructura database*. Recuperado de <http://planner.caribbean-mp.org/>
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR). 2013. *Estado del Clima de Puerto Rico 2010-2013. Resumen Ejecutivo: Evaluación de vulnerabilidades socio-ecológicas en un clima cambiante*. VERSIÓN ELECTRÓNICA. Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Oficina de Océanos y Recursos Costeros (NOAA-OCRM). San Juan, PR: pp. 27
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR). 2015. *Ruta hacia la Resiliencia: Guías de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático en Puerto Rico*. Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). 2007. *Inventario de áreas para bañistas*. Programa de Manejo de la Zona Costanera.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). 2015. *Especies en peligro de extinción en la zona costanera*. Programa de Manejo de la Zona Costanera. Recuperado de <http://drna.pr.gov/>

REFERENCIAS

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). 2015. *Evite los encallamientos*. Recuperado de <http://drna.pr.gov/>
- Estudios Técnicos, Inc. 2013. Resultados de la encuesta a usuarios de las playas de Puerto Rico. *Plan estratégico para la conservación y el mantenimiento de las playas de Puerto Rico*.
- Estudios Técnicos, Inc. 2013. Resultados de la encuesta sobre el origen, manejo y disposición de los residuos sólidos en las playas de Puerto Rico. *Plan estratégico para la conservación y el mantenimiento de las playas de Puerto Rico*.
- Estudios Técnicos, Inc. 2014. *Plan Maestro de Acceso Público a las costas de Puerto Rico. Resumen Ejecutivo*.
- Estudios Técnicos, Inc. 2016. Informe de los resultados de la encuesta a negocios de Culebra y resultados discusión y priorización de las estrategias de adaptación con la comunidad. *Plan Piloto Comunitario de Adaptación al Cambio Climático Municipio de Culebra*. Programa de Manejo de la Zona Costanera; <http://www.estudiostecnicos.com/es/proyectos/plan-piloto-comunitario-de-adaptacion-al-cambio-climatico-municipio-de-culebra.html>
- Estudios Técnicos, Inc. 2017. *Using Geographical Information Systems to estimate population in Special Flood Hazard Areas and coastal lands and structures that will be affected by sea level rise in Puerto Rico*.
- Griffin, Sean. 2017. *Inventory of grounded vessel in Puerto Rico and the US Virgin Islands*.
- Harrould-Kolieb, E., & Savitz, J. 2009. *Acidificación: ¿Cómo afecta el CO2 a los océanos?* <http://www.oceana.org/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp
- Krogstad Jens Manuel. *Historic population losses continue across Puerto Rico*. March 2016. Pew Research Center. Recuperado de <http://www.pewresearch.org/>
- León, M., Mercado, A. 2016. Mapa del Estado de 22 arrecifes de coral monitoreados en Puerto Rico. Programa de Arrecifes de Coral de Puerto Rico, DRNA.
- Lhumeau, A., Cordero, D. 2012. *Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Lionfish University. 2016. *Controlling the lion fish invasion through education and action*. Recuperado de <https://lionfishuniversity.org/about-lionfish.html/>

REFERENCIAS

- Morell, J. y Meléndez, M. 2017. "Sea Surface Temperature and Ocean Acidification trends in the Caribbean" 8va Reunión Cumbre del Consejo de Cambios Climáticos de Puerto Rico. Marzo. San Juan, PR.
- Mercado, A.; CariCOOS, DRNA. 2014. *Storm Surge Modeling in Puerto Rico in Support of Emergency Response, Risk Assessment, Coastal Planning and Climate Change Analysis*.
- MéxiCO2: Plataforma Mexicana de Carbono. 2016. *Impacto del Cambio Climático*. Recuperado de <http://www.mexico2.com.mx/>
- Narayan, S., Beck, MW., Reguero, BG., Losada, IJ., van Wesenbeeck, B., et al. (2016) *The Effectiveness, Costs and Coastal Protection Benefits of Natural and Nature-Based Defences*. PLoS ONE 11(5): e0154735. doi:10.1371/journal.pone.0154735
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2016. *State of the Climate*. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/>
- NOAA National Centers for Environmental Information. 2016. *State of the Climate: Global Analysis for April 2016*. Recuperado de <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201604>.
- Ocean Conservancy. 2016. *Lion Fish*. Recuperado de <http://www.oceanconservancy.org/our-work/fisheries/fish-facts/lionfish/>
- Ortiz, C. 2016. Mapa de Áreas Naturales Protegidas de Puerto Rico. Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) Grupo de Trabajo 2, 2001. *Third Assessment Report, Annex B: Glossary of Terms*.
- REEF. 2016. *Lionfish information and resources*. Recuperado de <http://www.reef.org/programs/exotic/lionfish/resources>
- Saxby, T., Woerner J. 2016. *Integration and application Network*. University of Maryland Center for Environmental Science. Recuperado de <http://ian.umces.edu/>
- Sea Grant. 2016. *Lionfish: An invasive species*. Recuperado de <https://www.flseagrant.org/healthycoasts/lionfish-invasive-species/>
- UNISDR. 2009. Terminología: términos básicos sobre reducción del riesgo de desastres y IISD et al., 2007. Evaluación del riesgo en las comunidades - Adaptación y medios de subsistencia (CRiSTAL) Manual del usuario, Versión 3.0.

¡CONOCE, DISFRUTA Y PROTEGE DE COSTA A COSTA!



