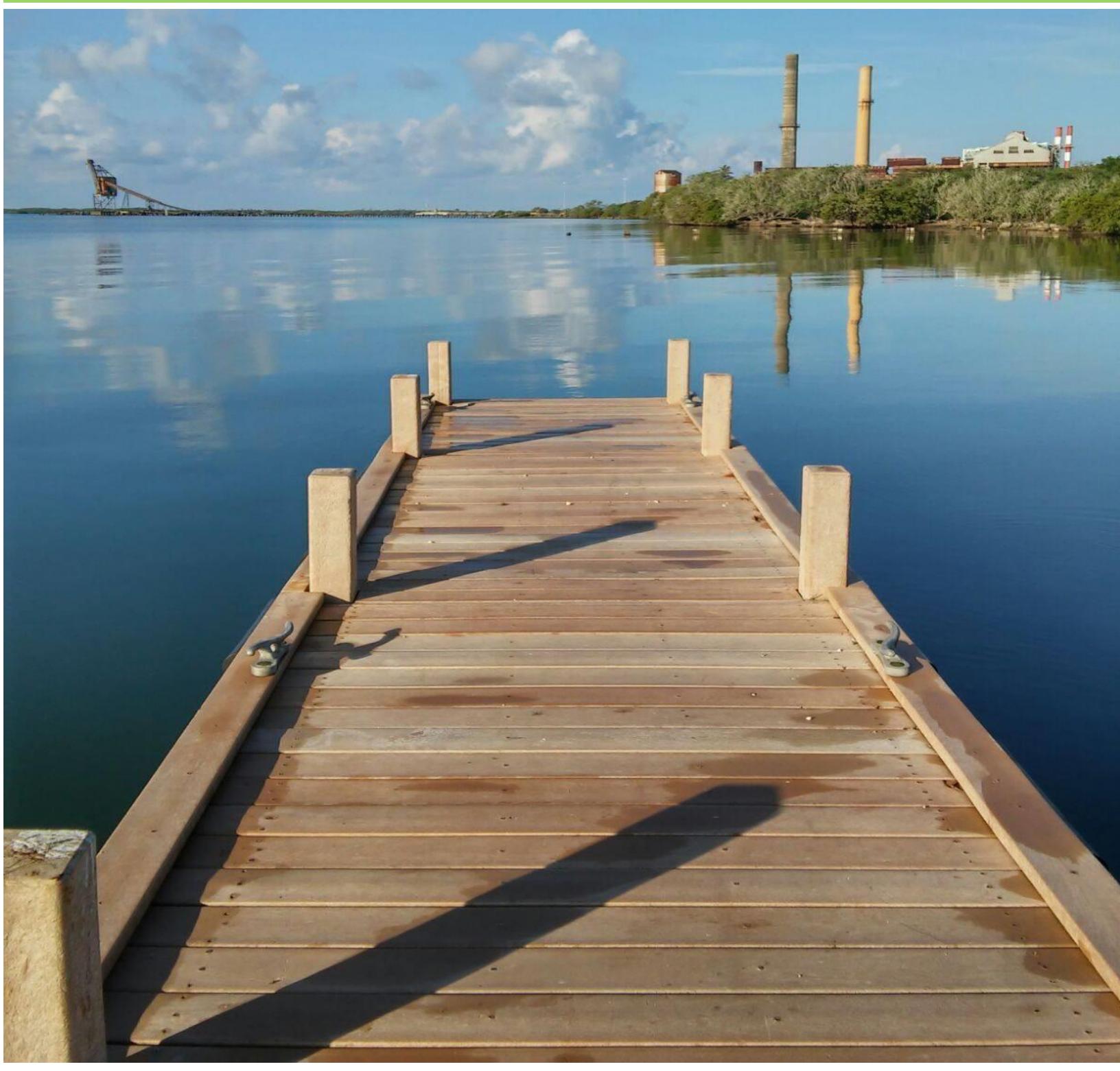


# APÉNDICES





# Contenido

---

Apéndice 1. Reglamentos de NERRS .....	5
Apéndice 2. Memorando de entendimiento entre NOAA y el DRNA .....	7
Apéndice 3. Memorando de entendimiento CariCOOS y Acuerdo cooperativo IDEBAJO .....	9
Apéndice 4. Determinación de Consistencia Federal .....	11
Apéndice 5. Resumen de leyes y reglamentos del DRNA .....	13
Apéndice 6. Investigaciones realizadas bajo el Programa de Becas para la Investigación Graduada en JBNERR .....	17
Apéndice 7. Detalles de los atributos, amenazas y estresores de la Reserva .....	19
Apéndice 8. Comentarios públicos al Plan de Manejo y Aviso público en el Registro Federal .....	77

DRAFT

# Apéndice 1.Reglamentos de NERRS

DRAFT

DRAFT

# Apéndice 2. Memorando de entendimiento entre NOAA y el DRNA

---

DRAFT

DRAFT

# Apéndice 3. Memorando de entendimiento CariCOOS y Acuerdo cooperativo IDEBAJO

---

DRAFT

DRAFT

# Apéndice 4. Determinación de Consistencia Federal

---



DRAFT

# Apéndice 5. Resumen de leyes y reglamentos del DRNA

	Leyes y reglamentos	Propósito
<b>ELAPR</b>		
<b>DRNA</b>		
Protección General de los Recursos	<p>Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico</p> <p>Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Ley Núm. 23 de 1972, según enmendada</p> <p>Ley de Política Pública Ambiental. Ley Núm. 416 de 22 de septiembre de 2004, según enmendada</p>	<p>Garantiza la protección y el aprovechamiento de los recursos naturales. Aplica a todas las agencias, corporaciones y municipios del ELAPR. (Sec. 19 Parte.VI)</p> <p>Designa al DRNA como la agencia del ELAPR responsable de implementar el mandato constitucional del aprovechamiento y la protección de los recursos naturales.</p> <p>Establece la política pública ambiental del Gobierno y sus municipios para la promoción y la protección del ambiente.</p>
Recursos de Vida Silvestre	<p>Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico. Ley Núm. 241 de 15 de agosto de 1999</p> <p>Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el ELAPR. Reglamento Núm. 6765 de 11 de febrero de 2004.</p> <p>Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el ELAPR. Reglamento Núm. 6766 del 11 de febrero de 2004.</p>	<p>Establece la política pública para la protección de la vida silvestre y sus hábitats en el ELAPR, incluyendo sus aguas jurisdiccionales.</p> <p>Promueve la protección, conservación, y manejo de especies de vida silvestre. Establece un mecanismo para mitigar la modificación de hábitats naturales. Reglamenta la concesión de licencias de caza, la inscripción de armas de caza y la renovación y suspensión de estas armas por infracciones establecidas en la Ley y en este reglamento.</p> <p>El propósito de este reglamento es: a) identificar, conservar y preservar especies vulnerables y en peligro de extinción, b) estimular la propagación y supervivencia de estas especies, c) identificar y promover la conservación de hábitat naturales críticos, d) regular la importación y exportación de especies vulnerables y en peligro de extinción, e) adoptar el criterio utilizado por la comunidad científica para designar especies cuya población podría estar en peligro de extinción o extinta en un periodo de tiempo corto.</p>
Pesquería (incluye arrecifes de coral)	<p>Ley de Pesca de Puerto Rico, Ley Núm. 278 de 29 de noviembre de 1998, y sus respectivas enmiendas.</p> <p>Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico. Ley Núm. 147 de 15 de julio de 1999.</p> <p>Reglamento de Pesca de Puerto Rico. Reglamento Núm. 7949 del 2010</p>	<p>Promueve el uso, manejo y conservación de recursos pesqueros y reglamenta las actividades que tienen impacto sobre estos recursos.</p> <p>Declara la política pública de la protección, preservación y conservación de los arrecifes de coral en las aguas territoriales de Puerto Rico.</p> <p>Administra la pesquería en las aguas territoriales de Puerto Rico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece la temporada de no captura de ciertas especies;</li> <li>• Establece las limitaciones de tamaño para la captura de las especies;</li> <li>• Identifica especies cuya captura, venta o transporte está prohibida;</li> <li>• Establece las disposiciones que describen los métodos apropiados para la captura de peces de acuario que está permitido capturar;</li> <li>• Identifica especies invasivas que puedan ser pescadas o capturadas;</li> <li>• Establece los requisitos para la solicitud o renovación de licencias de pesca comercial, recreacional y chárters.</li> </ul>
	Reglamento para el control de la pesca de la langosta, Reglamento Núm. 4087 del 10 de enero de 1990.	Establece reglamentos para el control de las actividades de pesca de la langosta común en las aguas jurisdiccionales del ELAPR.

	Leyes y reglamentos	Propósito
Protección de Hábitats (bosques, humedales, cuencas)	Reglamento para el Controlar la Extracción, Posesión, Transportación y Venta de Recursos Coralinos en Puerto Rico, Reglamento Núm. 2577 del 28 septiembre de 1979	Reglamenta la extracción, posesión, transportacion y /o venta de recursos coralinos en Puerto Rico.
	Orden Administrativa 2016-08	Prohíbe la recolección de pepinos de mar ( <i>Holothuria spp.</i> ) y erizos de mar (Clase Echinoidea) en las aguas jurisdiccionales de Puerto Rico
Protección de Hábitats (bosques, humedales, cuencas)	Ley del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico. Ley 150 del 4 de agosto de 1988.	El propósito de esta ley es identificar y delimitar terrenos con alto valor natural y preparar planes para su adquisición y protección, así como mecanismos para fortalecer a las organizaciones sin fines de lucro a fin de compartir responsabilidades para la adquisición, restauración y manejo de estas tierras.
	Ley de Servidumbre de Conservación de Puerto Rico, Ley Núm. 183 del 27 diciembre 2001, según enmendada.	Desarrolla incentivos para la creación de servidumbres para la conservación a perpetuidad de tierras privadas que tienen valor natural, cultural o agrícola.
	Ley del Fondo para la Adquisición y Conservación de Terrenos de Puerto Rico, Ley Núm. 268 de septiembre de 2003.	Aprobado para la adquisición, mejora, conservación y mantenimiento de tierras que se consideran de alto valor ecológico.
	Ley de Bosques de Puerto Rico, Ley Núm. 133 del 1 de julio de 1975, según enmendada.	Declara la política pública para la gobernanza de los bosques de Puerto Rico, que incluye -entre otros temas- el mantenimiento, la conservación, la protección y la expansión de los bosques para su uso y disfrute.
	Ley para la Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico, Ley Núm. 314 del 1998, según enmendada.	Establece la protección de los humedales como política pública en Puerto Rico. La ley promueve la preservación, conservación, restauración y manejo de los recursos naturales de los humedales.
	Ley para la Protección de Cuenca y la Prevención de Inundación. Ley Núm. 47 del 6 junio de 1963 (12 L.P.R.A. § 251-§254)	Declara, como política pública del Gobierno de Puerto Rico, la preservación de ríos y cuerpos de agua como ecosistemas que proveen múltiples beneficios. Establece como deber ministerial del DRNA la vigilancia, conservación y limpieza de playas, así como la conservación y limpieza de los ríos.
Cumplimiento	Ley para la Conservación de Agua de Puerto Rico, Ley Núm. 136 del 3 de junio de 1976.	Esta Ley y su reglamento, Reglamento para el uso, disfrute, conservación y administración de las aguas de Puerto Rico, establece el control del uso, disfrute y desarrollo de las aguas y cuerpos de agua de Puerto Rico.
	Ley de Vigilantes de Recursos Naturales y Ambientales del DRNA, Ley Núm. 1 del 27 de junio de 1977.	Crea el Cuerpo de Vigilantes y establece sus tareas y responsabilidades, que incluyen: proteger la vida silvestre, actividades policiales y las operaciones relacionadas con la corteza terrestre, asumir las responsabilidades de vigilantes e inspeccionar las actividades pesqueras, entre otros. Los Vigilantes son responsables de llevar a cabo arrestos y hacer cumplir la ley, entre otras tareas.
Navegación	Reglamento del Cuerpo de Vigilantes del DRNA, Reglamento Núm. 5916 del 8 de febrero de 1999.	
	Ley de Navegación y Seguridad Acuática de Puerto Rico, Ley Núm. 430 de 2000.	Establece la política pública para la seguridad en las actividades y prácticas acuáticas y marítimas recreativas.
Usos	Reglamento para Regir la Inscripción, la Navegación y la Seguridad Acuática de Puerto Rico, Reglamento Núm. 6979 del 31 de mayo de 2005, según enmendada.	Reglamenta la inscripción y enumeración de embarcaciones, establece medidas de seguridad, reglamenta prácticas recreativas en cuerpos de agua marítimos y acuáticos, establece medidas para proteger la fauna, la flora y otros recursos naturales que podrían verse afectados por actividades recreativas y establece las infracciones y multas administrativas, entre otros temas.
	Reglamento para la Administración de los Aprovechamientos Mediante Autorización y Concesión en Áreas Naturales. Reg. 8013	Este reglamento establece los criterios para determinar las autorizaciones y concesiones de la venta y la adquisición de productos, embarque y desembarque, servicios de excursiones o la interpretación de áreas designadas, y la administración de áreas recreativas, así como campamentos y cabañas ecológicas.
Usos de Terrenos/Cuenca		

	Leyes y reglamentos	Propósito
Uso de Terrenos	Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo y Uso de Terrenos, Reglamento Núm. 31	Reglamenta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del terreno y permisos de construcción</li> <li>• Modificación del hábitat</li> <li>• Extracción de materiales de la corteza terrestre</li> </ul>
	Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (2015) Plan Territorial de Salinas (2012) Plan Territorial de Guayama (2008)	Uso de terrenos en la cuenca de la Reserva
<b>Federales</b>		
Ocean Protection Coster	National Environmental Policy Act	Todas las acciones federales con el potencial de impactar los recursos naturales en Puerto Rico deben cumplir con NEPA.
Vida silvestre / Pesquería	Coastal Zone Management Act	El (PRCMP) es un programa administrado conjuntamente por el DRNA, la JP y otras entidades del ELAPR. Las autoridades del PRCMP fueron adoptadas en 1978 como el componente costero del Plan de Uso de Terrenos de PR.
Vida silvestre / Pesquería	Pittman-Robertson Wildlife Restoration Act de 1937	Brinda asistencia federal para el manejo y restauración de poblaciones de especies de vida silvestre y sus hábitats. Esta ley además provee para el desarrollo de planes de manejo integrados para especies de peces y vida silvestre.
	Marine Mammal Protection Act de 1972 (MMPA), según enmendada, 16 U.S.C. §1361 et seq.	Protección de mamíferos marinos y sus ecosistemas.
	Endangered Species Act de 1973 (ESA), según enmendada, 16 U.S.C. §1531 et seq.	Conservación de especies vulnerables o amenazadas y la protección de los ecosistemas que sustentan estas poblaciones.
	Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (MSFCMA), según enmendada, 16 U.S.C. §1801 et seq <b>Reglamentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisheries of the Caribbean, Gulf, &amp; South Atlantic 50 CFR Part 622</li> <li>• Atlantic Highly Migratory Species 50 CFR Part 635</li> <li>• Spiny Lobster Fishery of the Gulf of Mexico &amp; South Atlantic 50 CFR Part 640</li> <li>• International Fisheries Regulations 50 CFR Part 300</li> </ul>	Restauración de pesquerías afectadas por la sobrepesca; protección del hábitat esencial para las especies de peces; reducción de la captura incidental dentro de la zona económica exclusiva de EE.UU.
	Sport Fish Restoration Act, conocida como Dingell-Johnson Act y/o Wallop-Breaux Act.	Esta Ley crea un programa para el manejo, conservación y restauración de los recursos pesqueros utilizados con fines recreativos. Los fondos federales se asignan para el manejo y restauración de especies de peces con valor recreativo para los ambientes marinos o ribereños.
Protección de Hábitats	Clean Water Act (CWA), Pub.L. 107-303 (33 U.S.C. 1251-1387).	Protección de aguas y manglares.

DRAFT

# Apéndice 6. Investigaciones realizadas bajo el Programa de Becas para la Investigación Graduada en JBNERR

	Nombre	Año	Universidad	Tema de investigación				Manejo de Especies	Ciencias sociales y economía
				Hábitat y Procesos Ecosistémicos	Influencia Antropogénica en los Estuarios	Conservación y Restauración de Hábitats			
1	Ermelindo Banchs Plaza Status of the Groundwater Quality of the Jobos Bay Estuary Reserve	1997	UPR-M		X				
2	Carlos Altieri Determination of Pesticides in Surface and Interstitial Water Samples Discharged into JBNERR	1997	UPR-MC		X				
3	Amanda Jones-Demopoulos Black Mangrove Benthic Community Structure, Seedling Growth and Survival, and Sediment Characteristics in Anthropogenically Disturbed and Pristine Habitats	1999	Univ. Hawaii	X				X	
4	Abnery Picon A Protocol to Apply BASINS to Assess Non-point Sources of Pollution	2000		X					
5	Jennifer Bowen Contrasting Nitrogen Retention Rates in Watersheds: Using Nitrogen Isotopes to Compare Temperate and Tropical Estuarine Systems	2001	Univ. Boston	X					
6	Carlos Garcia-Quijano Resisting Extinction: The Value of Local Ecological Knowledge for Small-Scale Fishers in Southeastern Puerto Rico	2003	UPR-M		X				X
7	Ylva Olsen Distribution and Control by Nutrients and Manatees of Seagrasses in Jobos Bay, PR	2004	Univ. Boston	X	X			X	
8	Yogani Govender A Multidisciplinary Approach Toward Understanding the Distribution, Abundance and Size of the Land Crab <i>Cardisoma guanhumi</i> in PR	2004	UPR-RP	X	X	X	X		X
9	Michael Martinez Pollutants and Foraminiferal Assemblages in Jobos Bay: An Environmental Micropaleontology Approach	2007	USF	X	X				

	Nombre	Tema de investigación						
		Año	Universidad	Hábitat y Procesos Ecosistémicos	Influencia Antropogénica en los Estudios	Conservación y Restauración de Hábitats	Manejo de Especies	Ciencias sociales y economía
10	Suheym Ortiz-Rosa Photochemical Response and Optical Properties of Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)	2007	UPR-M	X				
11	Maytee Rodríguez Diversity and Distribution of Sulfate-Reducing Bacteria at the Jobos Bay Reserve	2009	Univ. Turabo	X	X			
12	Ivelisse Rodríguez Inference of habitat connectivity via habitat use by resident and migratory birds between secondary dry forest and mangroves in Jobos Bay NERR.	2010	Univ. Turabo	X		X		
13	Virginia Schutte Effects of nutrients pollution on mangrove ecosystem functioning	2010	Univ. Georgia	X	X		X	
14	Britta Jessen	2014	Univ. Rhode Island	X	X			

# Apéndice 7. Detalles de los atributos, amenazas y estresores de la Reserva

## Atributos de JBNERR

JBNERR es parte del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (MPA, por sus siglas en inglés) de la NOAA. El Sistema de MPA, está compuesto por 437 áreas y se estableció de acuerdo a la Orden Ejecutiva 13158. El propósito de este Sistema Nacional es desarrollar la capacidad de manejo entre los programas de MPA, coordinar esfuerzos colaborativos para abordar problemas de manejo comunes e identificar brechas asociadas a la protección de recursos naturales y culturales para establecer posibles acciones futuras por parte de las autoridades de MPA de la nación. Cada MPA se maneja de forma independiente, pero existe un marco para coordinar la planificación y la gestión.<sup>1</sup>

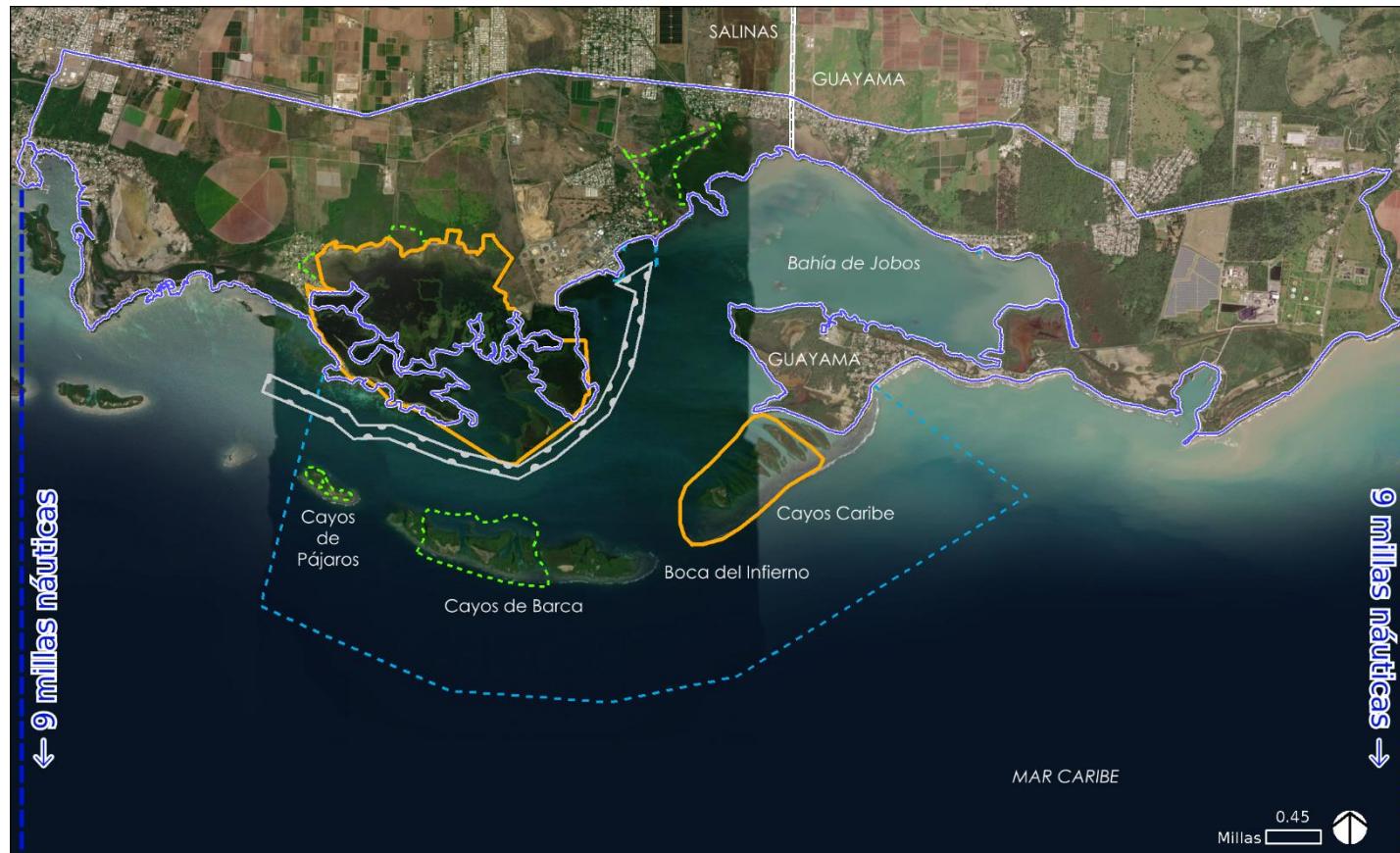
La Bahía de Jobos fue designada como un Área de Planificación Especial (APE) en 1978, con la certificación del Programa de Manejo Costero de Puerto Rico (PMZCPR) por la NOAA y su aprobación por el ELAPR bajo la Resolución PU-002 de 1978. Un APE se define como "áreas de recursos costeros importantes sujetas a conflictos de usos actual o potencial, y, por lo tanto, requieren una planificación detallada".

La APE de Bahía de Jobos se extiende desde el río Guamaní en Guayama hasta la Playa de Salinas y cubre un área de 67.46 km<sup>2</sup> (25.86 km<sup>2</sup> de terreno y 41.60 km<sup>2</sup> de agua). Esta APE tiene un plan de manejo y un plan de uso de terrenos los cuales están bajo consideración de la Junta de Planificación de Puerto Rico (JP) para su aprobación.

Bahía de Jobos y Mar Negro también fueron identificados en el PMZCPR como "áreas con recursos costeros importantes sujetos a conflictos debido a su uso actual y potencial y que deben ser preservados sustancialmente en su condición actual (o en los casos en los que la restauración sea viable, se restaurará a su condición natural previa)" En Puerto Rico, estas áreas son conocidas como Reservas Naturales (RN). El DRNA le somete la designación de estas áreas como RN a la JP. Esta designación implica mayor protección para estos recursos costeros.

<sup>1</sup> 2015 Framework for the National System of Marine Protected Areas of the United States of America  
<http://marineprotectedareas.noaa.gov/nationalsystem/framework/final-mpa-framework-0315.pdf>

**Figura 1. Área de Planificación Especial de la Bahía de Jobos**



Fuente: DRNA, División de Planificación de Recursos Terrestres.



# Atributos ecológicos

## Geomorfología

### Geografía

JBNERR se encuentra en el llano costero del sur de Puerto Rico, entre los municipios de Guayama y Salinas. El llano costero del Sur es más estrecho que el llano costero del norte, con ríos más cortos y pequeños, y con una plataforma insular irregular que se extiende de dos a cinco millas (3-8 km) hacia el mar.

JBNERR es el segundo estuario de mayor tamaño en Puerto Rico, con tres veces más costa que cualquier otro estuario en la Isla. Se compone de bosques de manglares y diversos hábitats que varían desde el abanico deltaico costero y los depósitos aluviales en zona de transición terrestre, hasta los cayos en el Mar Caribe (Kuniansky, & Rodríguez, 2010).

La cuenca hidrográfica de la Bahía de Jobos cubre 137.3 km<sup>2</sup> (34,000 acres) del llano costero del Sur (Whitall, Costa, Bauer, Dieppa & Hile, 2011). El límite norte de la cuenca comienza en las laderas de la Cordillera Central y se extiende alrededor de unos 6 km a 11 km en dirección al mar hasta la costa de la Bahía de Jobos. Alcanza elevación de más de 700 m en su límite terrestre (Whitall et al., 2011). La cuenca está enmarcada por dos redes de corrientes perennes; Río Nigua al Oeste y Río Guamaní al Este. Su elevación varía desde el nivel del mar hasta aproximadamente 130 pies sobre el nivel del mar a lo largo de borde norte de las laderas (Kuniansky, E. & Rodríguez J, 2010).

### Batimetría

JBNERR tiene una bahía poco profunda con profundidades máximas de alrededor de 30 pies (10 m). Es un cuerpo de agua semi-cerrado separado del mar por arrecifes de barrera (Morelock, Bunkley y Acevedo, n.d.). La conexión al mar se realiza a través de unos pocos canales que atraviesan la barrera de arrecifes y mangle de Cayos Caribes, Cayos de Barca, Cayo Morrillo y Cayos de Pájaros (Morelock et al., N.d.).

El canal de navegación Aguirre es el rasgo más distintivo de la Bahía de Jobos, aunque está fuera de los límites de la Reserva. De 30' a 45' (10 m a 15 m) de profundidad, el canal se encuentra abierto al Mar Caribe al oeste, entre Cayos de Ratones y Cayos de Pájaros, y corre hacia el este hasta llegar a la Central de Aguirre (Zitello et al., 2008).

**Figura 2. Geografía**



**LEYENDA:**

Reserva Nacional de Investigación  
Estuarina Bahía de Jobos

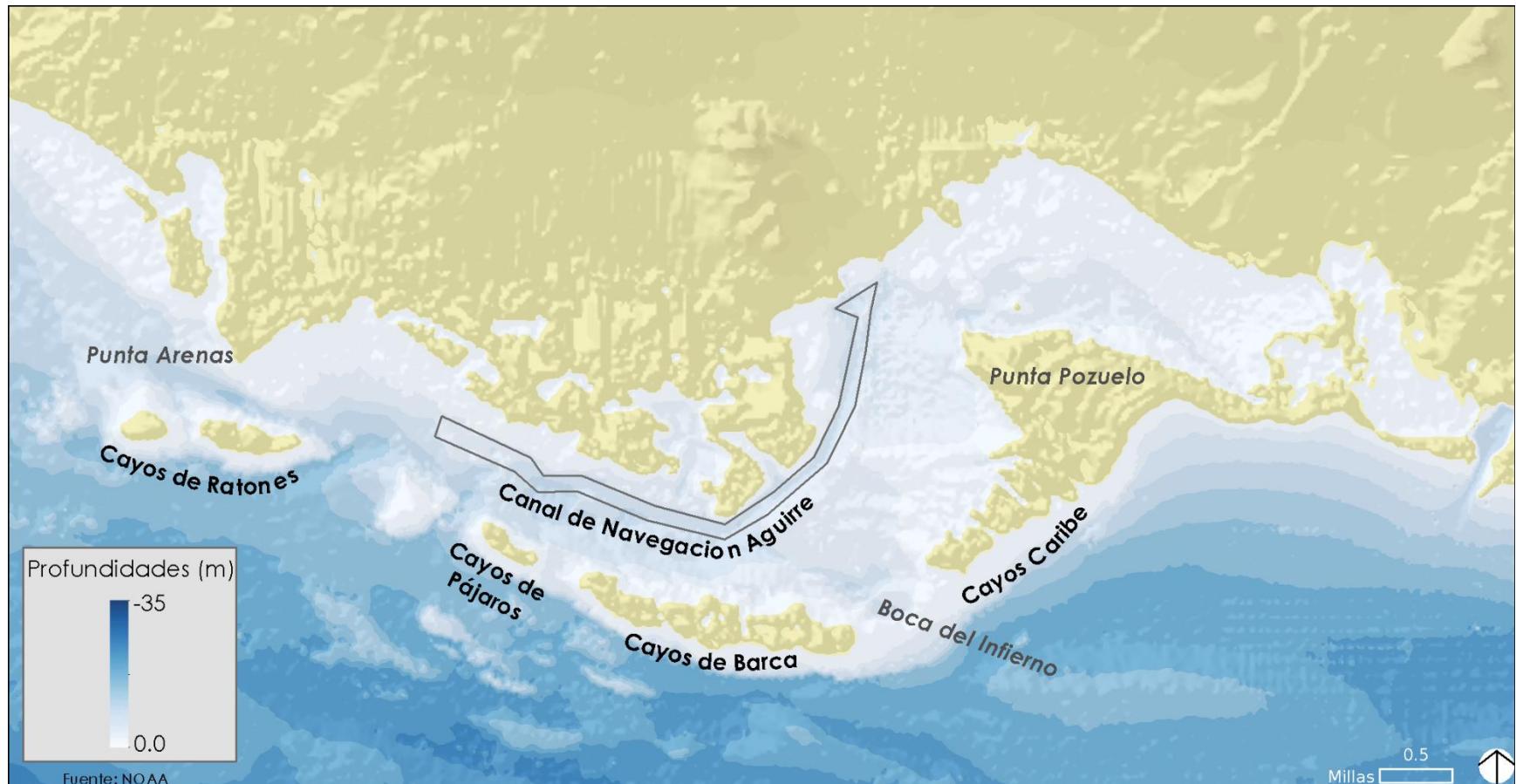
Cuenca hidrográfica  
de Bahía de Jobos

Carreteras principales

Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., 2005.



Figura 3. Batimetría de JBNERR (Zitello et al. 2008)



## **Corrientes**

La Corriente Ecuatorial del Norte, que fluye en dirección oeste-noroeste, domina toda la costa sur de Puerto Rico (Laboy, 2009). Las corrientes superficiales dentro de la Bahía de Jobos y el canal de mareas oscilan entre 0.1 y 0.6 mph (0.3 y 1.0 km/h) y en una dirección general de oeste a este, con un valor promedio de aproximadamente 0.2 mph (0.3 km/h) registrado a través del año (FERC, 2015). Las corrientes son desviadas por el laberinto de canales de mangle y las raíces de estos árboles, la velocidad es más alta dentro de los canales.

## **Mareas**

Las mareas en la Bahía de Jobos son mixtas, pero principalmente diurnas, con un promedio de aproximadamente 5.5 pulgadas (13.7 cm) y un rango de 6.7 pulgadas (17.0 cm) a 14.2 pulgadas (36.0 cm) (Lugo et al., 1987). Las mareas más bajas ocurren a principios de año, mientras que los niveles más altos de agua ocurren alrededor de octubre, un período que coincide con un mayor almacenamiento de agua de lluvia en el bosque de mangle (Robles et al., 2002).

## **Geología**

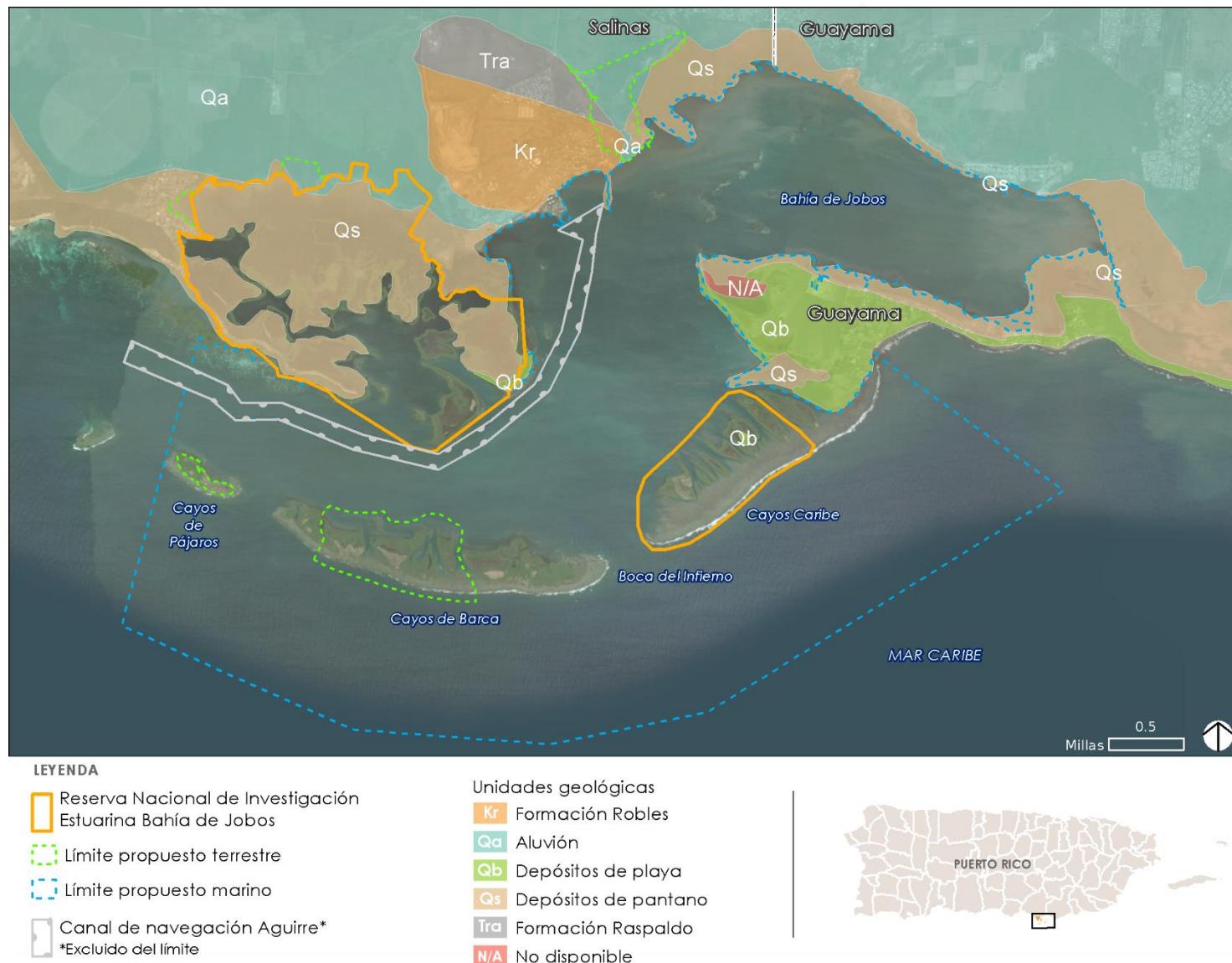
La cuenca de JBNERR está formada mayormente por un abanico deltaico con un grosor de 10 a 200 pies y por aluvión que pertenecientes al Periodo Cuaternario. Los depósitos dentro de la Bahía de Jobos consisten predominantemente en pantanos, playas y aluvión, como se muestra en la figura a continuación.

Los depósitos de pantano cubren la mayor parte de la superficie de la Reserva. Estos depósitos consisten en arcilla no consolidada, limo y materia orgánica, están cubiertos casi en su totalidad por manglares. Las playas a lo largo del margen costero consisten principalmente en arena carbonatada derivada de los arrecifes bordeantes. El aluvión domina la parte norte de la Reserva y consiste en arena, grava y guijarros no consolidados.

A lo largo de la costa, la superficie del abanico deltaico está separada del Mar Caribe por una estrecha zona de transición marino-terrestre de marismas y manglares, salitrales y depósitos de playa. En el área de la Bahía de Jobos, los manglares, las marismas y lodaizales están en su mayoría restringidos a las áreas protegidas por los arrecifes bordeantes. Dentro de la zona de pantanos de marismas y manglares, los depósitos de abanico-delta están en su mayoría cubiertos por depósitos orgánicos ricos en arcilla.

Los cayos están compuestos de arena, grava, roca volcánica y fragmentos de conchas. Las playas a lo largo del margen costero consisten principalmente en arena de carbonato derivada de los arrecifes bordeantes cercanos.

**Figura 4. Geología**



## Clima y tiempo

JBNERR está en el lado de sotavento de la Isla. Se encuentra en el Llano costero del Sur dentro de la zona de Bosque Seco Subtropical, que se caracteriza por una precipitación promedio anual que oscila entre un mínimo de, aproximadamente, 600 mm y un máximo de 1.000-1100 mm (Ewel y Whitmore, 1973).

El Llano costero del Sur es más cálido y más seco que el resto de la Isla. Las montañas de la Cordillera Central sirven como una barrera para los vientos alisios cargados de humedad del Noreste. Los factores orográficos dan lugar a una zona de baja precipitación en toda la costa Sur (Whitall et al., 2011).

Los datos de las estaciones climatológicas de la NOAA indican que la precipitación normal en 30 años, para el período 1991-2010, fue de 37.74 pulgadas en la costa Sur y 61.61 pulgadas en las laderas del Sur (Torres y Rodríguez, 2016).

La precipitación promedio móvil de 30 años para el período de 1985-2014 fue de 37.94 en la costa Sur y de 61.80 pulgadas en las laderas del Sur. La precipitación promedio móvil anual durante el 2012-2014 fue un 13% inferior al promedio de 30 años para la región climatológica de la costa Sur y un 7.7 por ciento inferior para la región climatológica de las laderas del Sur (Torres y Rodríguez, 2016).

Septiembre y octubre han sido registrados como los meses más húmedos, con un promedio de precipitación de 167 mm, mientras que enero fue el mes más seco, con un promedio de precipitación de 20 mm (0.8 pulgadas)(NCDC, 2010, citado en Whitall et al., 2011).

La temperatura muestra poca fluctuación por temporadas. La temperatura promedio anual es de 78.8 ° F (26 ° C), con un máximo de 81.6 ° F (27.5 ° C) en agosto y un mínimo de 75.7 ° F (24.3 ° C) en enero (NCDC, 2010, como se cita en Whitall et al., 2011).

Los vientos alisios en la Reserva soplan regularmente (46.8%) desde una dirección Este, con un promedio de seis a siete nudos (Laboy, 2009; Whitall et al., 2011). Los vientos más fuertes se producen en el invierno con una ligera disminución de la fuerza durante el verano (FERC, 2015).

En Puerto Rico, la precipitación disminuye significativamente durante los meses de diciembre a abril. Los períodos de sequía típicamente comienzan a observarse durante los meses de abril-mayo y pueden extenderse hasta agosto, debido a cambios en el clima regional del Caribe (Quiñones, 2010). Las diferencias orográficas entre las cuencas también causan sequías regionales en toda la Isla.

## Hidrología

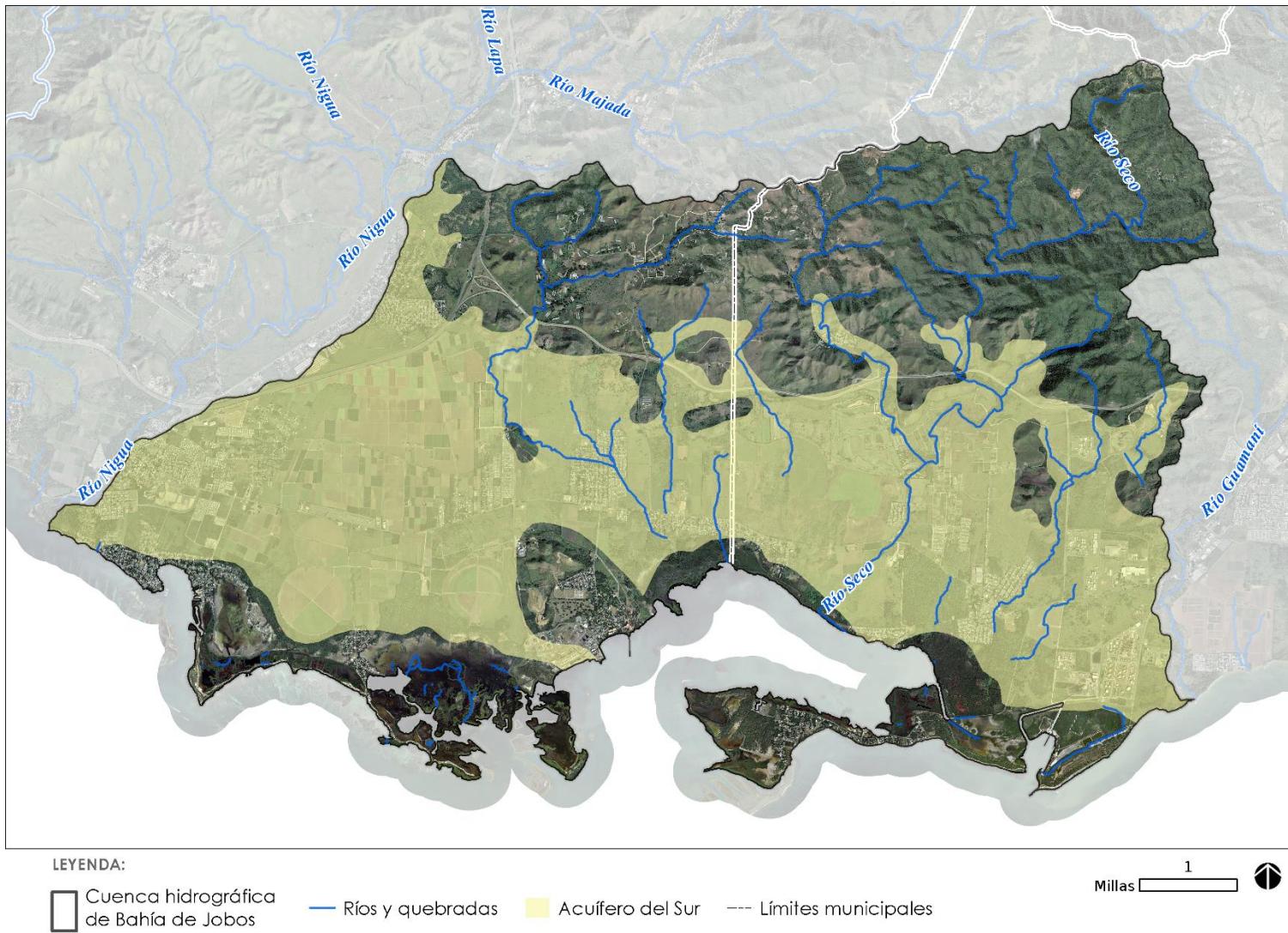
Las condiciones hidrológicas de la zona son típicas de una región semiárida. La cuenca de la Bahía de Jobos no contiene ríos que discurran por la misma. Esta cuenca contiene una variedad de vías distintas por las cuales las aguas superficiales fluyen hasta llegar a la Bahía de Jobos. Estos incluyen descargas de quebradas perennes, descargas de corrientes intermitentes que se unen y fluyen directamente a la bahía, y las escorrentías superficiales (Whitall et al., 2011).

El Río Seco, en el Este, es el único río importante que descarga de manera estacional en la Bahía Jobos a través de la Reserva (Whitall et al., 2011). Muchas corrientes no llegan a los sistemas costeros porque se filtran en el acuífero en el valle superior, limitando las entradas de agua dulce al estuario río abajo.

Las aguas subterráneas son la principal fuente de agua dulce para el estuario de la Bahía de Jobos. JBNERR se encuentra a lo largo del acuífero de la costa Sur, que se extiende desde los municipios de Ponce hasta Patillas. La fuente de agua dulce de este acuífero se encuentra más arriba, en las laderas montañosas de alta precipitación en la Cordillera Central, donde el acuífero no está confinado. La entrada de agua dulce a los manglares ocurre a través de la infiltración de aguas subterráneas desde el acuífero poco profundo y la cuenca adyacente (Quiñones-Aponte y Gómez-Gómez, 1987).

Previo al desarrollo industrial y urbano, el acuífero se recargaba principalmente por la infiltración de las escorrentías provenientes de las lluvias fuertes que discurren desde las montañas y a través de los lechos de los ríos. Las prácticas de irrigación, principalmente para el cultivo de caña de azúcar, han resultado en modificaciones a la hidrología natural. Una serie de canales de riego se construyeron a principios del siglo XX para transportar agua superficial a las áreas agrícolas. Los canales de riego más importantes en la cuenca son Patillas y Guamaní. El Canal de Patillas transporta agua desde el embalse de Patillas, al este de la cuenca. El agua del Canal de Guamaní se desvía del Embalse Carite, ubicado en la cabecera del Río de La Plata en el lado norte de la Cordillera Central, hasta el Río Guamaní en Guayama, en la parte este de la cuenca (Kuniansky y Rodríguez, 2010).

**Figura 5. Hidrología**



Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., Programa Nacional Geoespacial

El agua subterránea del acuífero de la costa Sur es la fuente principal de agua potable para los municipios costeros del Sur, y también es una fuente primaria de agua para el riego (Torres y Rodríguez, 2016).

Un estudio realizado por el Servicio Geológico de EE.UU. (USGS, por sus siglas en inglés) en coordinación con el DRNA encontró que la precipitación por debajo del promedio durante 12 años (1986-2004), junto con una reducción general en el agua superficial para irrigación distribuida desde el Canal de Patillas y el Canal de Guamaní, han contribuido a la reducción de agua en el acuífero y una reducción en sus niveles (Kuniansky y Rodríguez, 2010). El reemplazo del cultivo de caña de azúcar por cultivos de sorgo y maíz, y el cambio en las prácticas de irrigación a riesgo por goteo, redujo sustancialmente la recarga al acuífero (Kuniansky y Rodríguez, 2010). El estudio también indicó que si el bombeo desde el acuífero no se reduce y las condiciones son ligeramente más secas que el promedio durante un período determinado, entonces se producirá poca descarga de agua dulce a Mar Negro en JBNEER, y el agua salina del estuario podría entrar al acuífero.

Otro estudio realizado por el USGS en colaboración con el DRNA, indicó que durante 2012-2014: (1) los niveles de agua subterránea disminuyeron tanto como 40 pies en el área de Salinas y 11 pies en el área de Guayama; (2) de 2010 a 2012, las extracciones de agua subterránea para riego agrícola aumentaron de 6.0 a 10.5 millones de galones por día (mgd) o un aumento del 75%; y (3) de 2010 a 2014, las extracciones totales de agua subterránea disminuyeron de 29.3 a 23.8 mgd (Torres & Rodríguez, 2016). Este estudio indica que la disminución en la recarga del acuífero durante 2012 a 2015 y, en menor medida, el aumento de las extracciones de agua subterránea han reducido la saturación del acuífero, lo que puede afectar la disponibilidad de agua dulce para la agricultura y para el abasto público. Un período de tiempo prolongado con recarga reducida, podría tener implicaciones sustanciales para los niveles de agua subterránea y la disponibilidad de agua dulce.

Además, cuando los niveles de agua subterránea disminuyen, la calidad del agua puede deteriorarse con la intrusión de agua de mar que puede migrar hacia los pozos de bombeo. Los datos de calidad del agua subterránea de pozos seleccionados indican tendencias pequeñas, pero en constante aumento en las concentraciones totales de sólidos disueltos desde la década de 1980 hasta 2014 en varias áreas, incluyendo Salinas y Guayama (Torres y Rodríguez, 2016). Las concentraciones de nitrato en pozos en la llanura costera en el área de Salinas variaron de 3.7 a 11.7 mg/L NO<sub>3</sub>-N en 2014. Las concentraciones de nitrato en aguas subterráneas naturales son típicamente menores a 2 mg/L NO<sub>3</sub>-N (Mueller et al., 1995, según citado en Torres & Rodríguez, 2016). Las concentraciones elevadas pueden ocurrir como resultado del uso de fertilizantes inorgánicos, la filtración de los sistemas sépticos y el estiércol de las operaciones de animales domésticos (Torres y Rodríguez, 2016).

## Recursos biológicos

### Hábitats

Según el *Inventario Detallado de Usos de Terrenos y Hábitats, 2012 de la Cuenca de la Reserva Nacional Estuarina de Bahía de Jobos (Detailed Land Use and Habitat Inventory, 2012 of the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve Watershed)*, la mayor parte de la Reserva consiste de hábitat estuarino (submareal e intermareal) (48%), seguido de hábitat marino (39.1%) y humedales palustres (11.6%). La figura abajo muestra los ecosistemas de la Reserva.

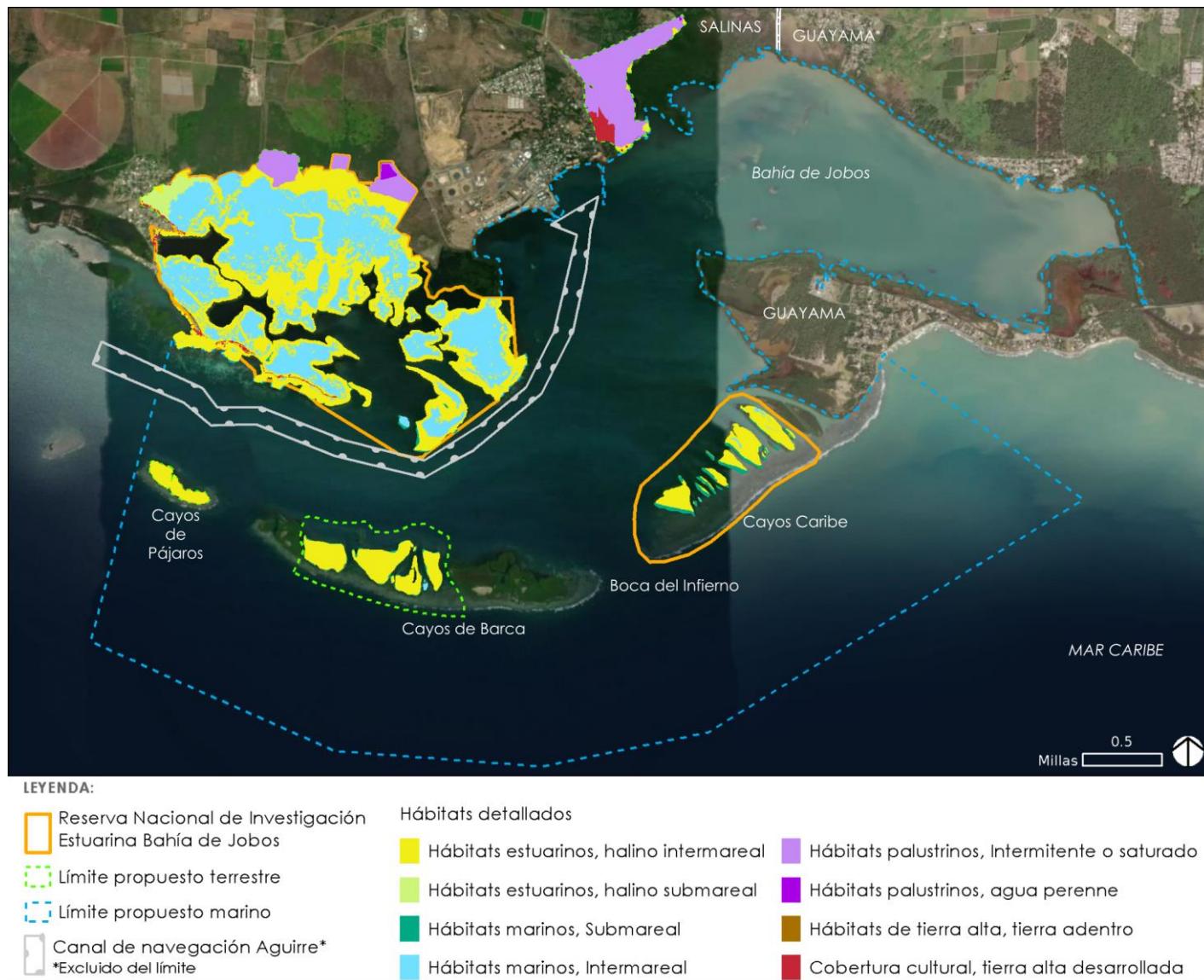
El mayor cambio en la distribución de estos hábitats entre 2012 y 2002 fue la pérdida de hábitats terrestre, que disminuyó en -90%. El hábitat estuarino aumentó en un 42%.

**Tabla 1. Clasificación de hábitats en JBNERR**

2012		
Hábitat	Área m <sup>2</sup>	%
Cobertura de suelo -cultural	81,609	1.3%
Hábitats estuarino	2,999,901	48.0%
Hábitats marino	2,439,168	39.1%
Hábitats palustres	723,042	11.6%
Hábitats terrestres	2,440	0.0%
Total	6,246,160	

Fuente: Puerto Rico Water Resources Environmental Research Institute. (2013). *Detailed Land Use and Habitat Inventory, 2012 of the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve Watershed*.

**Figura 6. Clasificación de Hábitat en JBNERR 2012**



Fuente: JBNERR. Instituto de Investigación sobre Recursos de Agua y Ambiente de Puerto Rico de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez (UPRM), 2012.

## **Hábitats terrestres**

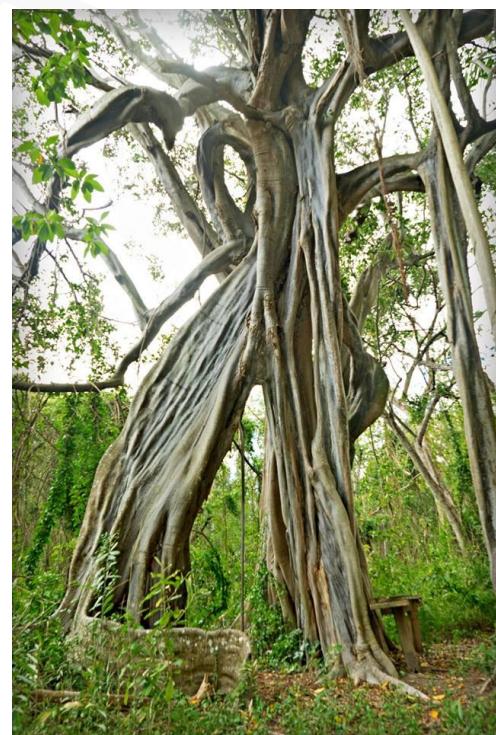
La vegetación terrestre de la Reserva es característica de un bosque seco subtropical. Gleason y Cook (1927) describieron los tipos de vegetación original del área que rodea JBNERR como un tipo de bosque estacional semi-verde, dominado por úcar (*Bucida buceras*) y guácima (*Guazuma ulmifolia*). Pequeñas variaciones en elevación, hidrología y clima, y pulsos de eventos catastróficos, como huracanes, parecen ser responsables de la diversidad fisiográfica de la parte alta de la Bahía de Jobos (Laboy, 2009).

Más recientemente, los pastizales fueron descritos como la comunidad más representativa de los hábitats terrestres de la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). Estos consisten mayormente en el tipo de pastos cortos y ocurren en la sabana escasamente boscosa de la llanura costera del Sur.

El bosque litoral en la Bahía de Jobos está representado por más de 220 especies, de las cuales el 26% son árboles y la mayoría son nativos. Se identificaron 57 especies de árboles que habitaban el bosque litoral de la Bahía de Jobos. Las especies dominantes identificadas fueron el úcar y la guácima (Laboy, 2001). Los fenómenos antropogénicos y naturales han perturbado continuamente este hábitat. Solo se ha encontrado un individuo del árbol nativo alhelí blanco (*Plumeria alba*) dentro de toda la Reserva, y el sebucán (*Pilosocereus royenii*) rara vez se encuentra en Cayos Caribe o Camino del Indio (Laboy, 2009).

En algunas áreas de la unidad Aguirre, el tamarindillo (*Leucaena leucocephala*) se encuentra entre las especies dominantes debido a las perturbaciones antropogénicas. En la área más cercana al mar, las halófitas dominan la zona, la cual está sujeta a altas concentraciones de sal que van desde salinidad media (~35 PSU) a condiciones hipersalinas (> 70 PSU).

En la unidad Mar Negro, hacia el manglar ecotono, el área está dominada por flora perenne como tamarindillo y bayahonda (*Prosopis spp.*). Aunque no son especies nativas, ambos arbustos florecientes proporcionan refugio y alimento para muchas especies de aves. La guácima se encuentra hacia el área de las tierras firmes del bosque, al igual que la emajagüilla (*Thespesia*



***Ficus laevigata* en la vereda  
Jagüeyes**

Fuente: Personal de JBNERR

*populnea*), el roble blanco (*Tabebuia spp.*) y el jagüey (*Ficus citrifolia*).

A nivel mundial, los bosques secos representan un ecosistema amenazado y los bosques secos en el Caribe han estado bajo intensa presión por el desarrollo agrícola y urbano (Genet et al., 2001). Paradójicamente, en la Bahía de Jobos, el abandono del cultivo de caña de azúcar y el aumento en la urbanización han promovido el crecimiento de algunos individuos de flora nativa y la proliferación de especies exóticas (40% de todos los árboles). Muchas especies protegidas y endémicas utilizan este hábitat, incluyendo las aves migratorias neotropicales y varias especies de lagartos, por lo que la protección y restauración de las comunidades de bosque seco es esencial.<sup>2</sup> Debido a las condiciones ambientales extremas, la regeneración natural del bosque seco es muy lenta, y los hábitats perturbados permanecen degradados con poco valor, en términos de vida silvestre, durante períodos muy largos lo que hace que la protección sea mucho más crítica.<sup>3</sup>

Por otro lado, el matorral costero (hábitat lacustre) es una comunidad seca, mayormente siempre verde, que sostiene una franja de árboles que incluyen: uvas de playa (*Coccoloba uvifera*), roble blanco (*Tabebuia spp.*), el manzanillo (*Hippomane mancinella*), y el almácigo (*Bursera simaruba*). Se asemeja a la cobertura de matorral costero que se desarrolla detrás del borde del manglar, la cual es podada por el viento y el ambiente salado. Puede incluir grupos de sebucán (*Pilosocereus royenii*).

## **Hábitats Estuarinos**

### **▪ Bosque de Mangle**

Los manglares son la cobertura biológica dominante en JBNERR, aunque durante los años 90 los cambios hidrológicos en la cuenca afectaron el bosque de mangle. Del área de 8.3 km<sup>2</sup> dentro de los límites de JBNERR que fueron cartografiados en el estudio de Whitall et al., 2011, aproximadamente el 41% está colonizado por manglares.

Tres de los seis tipos fisiográficos de bosques de mangle (Lugo y Snedaker, 1974) se encuentran en la Bahía de Jobos: manglares de cuenca, de borde e islote de mangle (Laboy, 2009).

- | Los bosques de cuenca se desarrollan en el interior y se caracterizan por flojo laminar lento y amplias áreas de bajo relieve topográfico. Este bosque normalmente está separado del contacto directo con el océano, excepto durante las mareas altas o la marejada ciclónica.

---

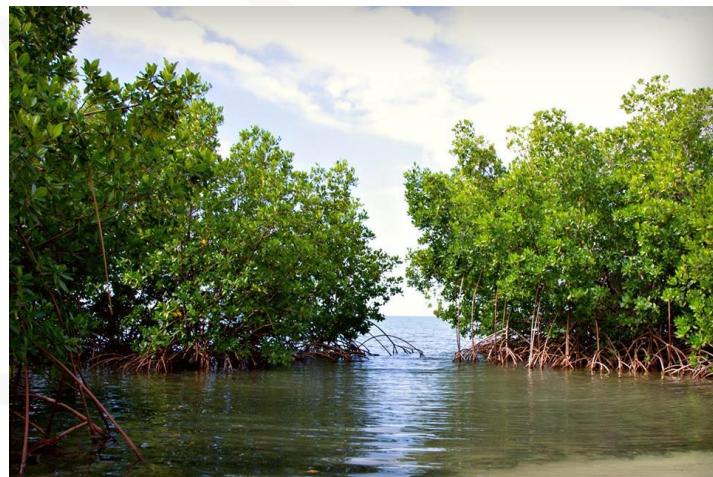
<sup>2</sup> ([http://www.fws.gov/southeast/partners/StateFactSheets/Caribbean\\_longv.pdf](http://www.fws.gov/southeast/partners/StateFactSheets/Caribbean_longv.pdf))

<sup>3</sup> ([http://www.fws.gov/southeast/partners/StateFactSheets/Caribbean\\_longv.pdf](http://www.fws.gov/southeast/partners/StateFactSheets/Caribbean_longv.pdf))

- El bosque de borde en la Bahía de Jobos muestra un gradiente de salinidad desde el océano (35%) hasta el salitral (100%) y la cuenca (Lugo et al., 2007).
- Los bosques de islote (islas de manglares) se desarrollan en plataformas marinas de depósitos calcáreos poco profundos. Estas son islas frecuentemente inundadas o arrastradas por las mareas, lo que resulta en altas tasas de materia orgánica. Por lo general, contienen mangle rojo.

Dentro de JBNERR se encuentran cuatro especies de mangle: mangle rojo, mangle negro, mangle blanco y mangle botón. La mayoría de la costa en la Bahía de Jobos está dominada por el mangle rojo. De las cuatro especies de mangle, esta especie es la más tolerante al agua salada y domina toda la costa que aún no ha sido perturbada de la Bahía de Jobos. Representa la transición entre la bahía y el hábitat terrestre (Zitello et al., 2008).

El sustrato rico y protegido proporciona hábitat para una gran variedad de organismos que, a su vez, sirven como base alimenticia para el ambiente marino. Muchos peces y mariscos de importancia comercial y recreativa pasan parte de sus ciclos de vida en este vivero. Los manglares también proveen vivero para aves nativas y migratorias. Los manglares apoyan mayores densidades de peces y biomasa que los sedimentos no consolidados. Los pargos, roncadores y pargos amarillos son más abundantes en los manglares y en entornos cercanos a la costa (Whitall et al., 2011). Los manglares de Mar Negro también proporcionan hábitat para la mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*), especie en peligro de extinción.



**Mangle rojo en la unidad de Mar Negro**

Fuente: Personal de IRNERR

#### ▪ **Lagunas hipersalinas y los salitrales**

Ocurren en el interior de los manglares y bordean el límite propuesto, al oeste de la Reserva, al norte de Mar Negro (Field et al., 2008). Se forman como resultado de la escorrentía interna reducida, el poco intercambio mareal y las altas tasas de evaporación y la reducción de la precipitación.

El área experimenta intercambio de agua durante las mareas de primavera. Durante este período, los cristales de sal se acumulan y dejan condiciones particulares incluyendo regímenes hipersalinos que alcanzan más de 100 PSU. La gran cantidad de

materia orgánica transportada a la zona durante este periodo también resulta en un bajo nivel de oxígeno en los sedimentos y, como resultado, inhibe en gran medida el crecimiento de plantas.

La vegetación se limita principalmente al mangle negro que, a su vez, lucha con altas concentraciones de sales. Donde existe vegetación adicional, esta se encuentra dominada por especies tolerantes a la sal, como la planta de sal (*Batis maritima*) y la verdolaga de mar (*Sesuvium portulacastrum*), que tienen hojas espesas y carnosas, adaptadas para el almacenamiento de agua.

En general, estas especies no están mezcladas. La verdolaga de mar prefiere suelos más secos y por lo general crece en terrenos más altos, mientras que planta de sal se encuentra a menudo en sustratos más húmedos, como los asociados con los bosques de las franjas de manglar. Tanto la planta de sal como la verdolaga de mar son arbustos bajos que estabilizan el suelo, previniendo así la erosión.

Entre las especies de fauna, aves como palometas, las garzas grandes, garzas azules entre otras especies migratorias de patos se pueden observar durante los períodos de sequía. Los artrópodos como el cangrejo de tierra y el cangrejo violinista se pueden encontrar en el área y en su fase larvaria, los cuales proporcionan una fuente de alimento para las aves.

#### ▪ **Lodazales**

Los lodazales son importantes sistemas de litoral de fondo blando, formados en el interior del bosque de mangle, como resultado de la reducción de la escorrentía, mayores tasas de evaporación y ambiente seco (Laboy, 2009). Los lodazales quedan expuestos durante la marea baja y contienen cantidades considerables de detrito, una mezcla de arena, lodo y restos de plantas y animales. El fondo húmedo sostiene el crecimiento de bacterias, hongos, diatomeas y un espectro de animales marinos, incluyendo almejas, gusanos y nemátodos, desde  $\frac{1}{4}$ "(2-3 mm) por debajo de la superficie del lodo, a veces hasta más de 3 pies (1 m) de profundidad. Estos lodazales son áreas de forraje especialmente importantes para aves zancudas y aves marinas.

Los lodazales son la comunidad menos estudiada en JBNERR. Un análisis detallado de las fotografías aéreas del 1937 y el 2004 reveló que la superficie de los lodazales está aumentando detrás de los manglares de la Bahía de Jobos, particularmente en Mar Negro y Punta Pozuelo (Laboy, 2009).

### **Hábitats marinos**

De acuerdo con Whitall et al., 2011, los sedimentos no consolidados en la Bahía de Jobos son colonizados comúnmente por yerbas marinas (31%), seguido por ningún tipo de

cubierta (28%) y algas (20%). El porcentaje de cobertura de coral vivo fue <10% para el 95% del área asignada, mientras que el resto se cartografió como 10% ≤ 50%

Los sedimentos no consolidados se refieren a un área del fondo marino que consiste en partículas pequeñas (<0.25 m) con menos del 50% de cobertura de sustrato extenso estable. La abundancia y la biomasa de los peces son variables, pero generalmente bajas en comparación con los otros hábitats. La densidad media de los meros (*Serranidae*) es mayor en los sedimentos no consolidados. El estrato de sedimentos no consolidados está compuesto por yerbas marinas y lechos de macroalgas, así como arena y lodo no colonizado (Whitall et al., 2011).

- **Algas**

Los arrecifes de coral y el fondo duro comprenden alrededor del 7% del área estudiada por Whitall et al., 2011. En el fondo marino con sustrato duro las algas de césped (*turf*) representaron el porcentaje promedio más alto de cubertura, seguido por las macro algas, el coral duro, las esponjas, abanicos de mar y los zoántidos. Otros grupos de algas incluyen algas coralinas incrustantes, cianobacterias, algas filamentosas y rodolitos (Whitall et al., 2011). De los 8.3 km<sup>2</sup> dentro de los límites de JBNERR que fueron cartografiados en este estudio, aproximadamente el 5% está colonizado por algas, como una cubierta biológica. Esto incluye cualquier combinación de especies de algas rojas, verdes o marrones y pueden ser especies verdes, carnosas o filamentosas.

Las algas verdes (*Chlorophyta*) crecen en ambientes estresantes donde los nutrientes son altos y la herbivoría baja. Otras especies de algas están calcificadas (por ejemplo, *Halimeda spp.*) y contribuyen fuertemente a los sedimentos arenosos de las áreas de arrecifes. Las algas marrones (*Phaeophyta*) pueden variar en color desde beige hasta casi negro, sin embargo, su abundancia y diversidad en los mares tropicales es baja. Algunos de los géneros tropicales más comunes incluyen *Sargassum* y *Turbinaria*, que a menudo se asocian con arrecifes planos, y *Lobophora*, que es bastante ubicuo.

Las algas rojas (*Rhodophyta*) son el grupo más grande y diverso. Las algas rojas son organismos de construcción de arrecifes extremadamente importantes, que pueden formar crestas arrecifales (por ejemplo, *Lithophyllum spp.*) y grandes láminas calcáreas (*Sporolithon spp.*).

**Figura 7. Estructura benthica principal**



**LEYENDA:**

- Reserva Nacional de Investigación  
Estuarina Bahía de Jobos
- Límite propuesto terrestre
- Límite propuesto marino
- Canal de navegación Aguirre\*  
\*Excluido del límite

- Hábitats benthicos: Estructura principal
- Arrecife de coral y fondo duro
  - Sedimentos no consolidados
  - Otras delineaciones



Fuente: NOAA/NOS/NCCOS/CCMA Biogeography Branch, 2010. CEAP.

- **Yerbas marinas**

Del área de 8.3 km<sup>2</sup> cartografiados dentro de los límites de JBNERR, aproximadamente el 18% está colonizada por yerbas marinas, a manera de cobertura biológica (Whitall et al. 2011). Las yerbas marinas proporcionan alimento y refugio a especies de pesca comercial y recreativa, así como a invertebrados y aves (FERC, 2015). Las yerbas marinas también reducen la acción de las olas y de la corriente y mejoran claridad y calidad del agua.

Las yerbas marinas están presentes en la Bahía de Jobos, mayormente en los hábitats de sedimento no consolidado. Se han observado cuatro tipos de yerbas marinas en la Bahía de Jobos: yerba de tortuga (*Thalassia testudinum*), considerada como la cobertura promedio más alta en los sedimentos no consolidado, seguido de yerba de lago (*Halophila decipiens*), yerba de manatí (*Syringodium filiforme*) y yerba de estuario (*Halodule wrightii*) (Whitall et al., 2011).

La presencia de yerbas marinas está limitada a áreas donde la cantidad de luz solar es adecuada para apoyar el proceso de fotosíntesis (Zitello et al 2008). Áreas justo al este de Punta Arenas experimentaron algunas pérdidas y recrecimiento de yerbas marinas en el periodo entre 1999 y 2007 (Whitall et al., 2011).

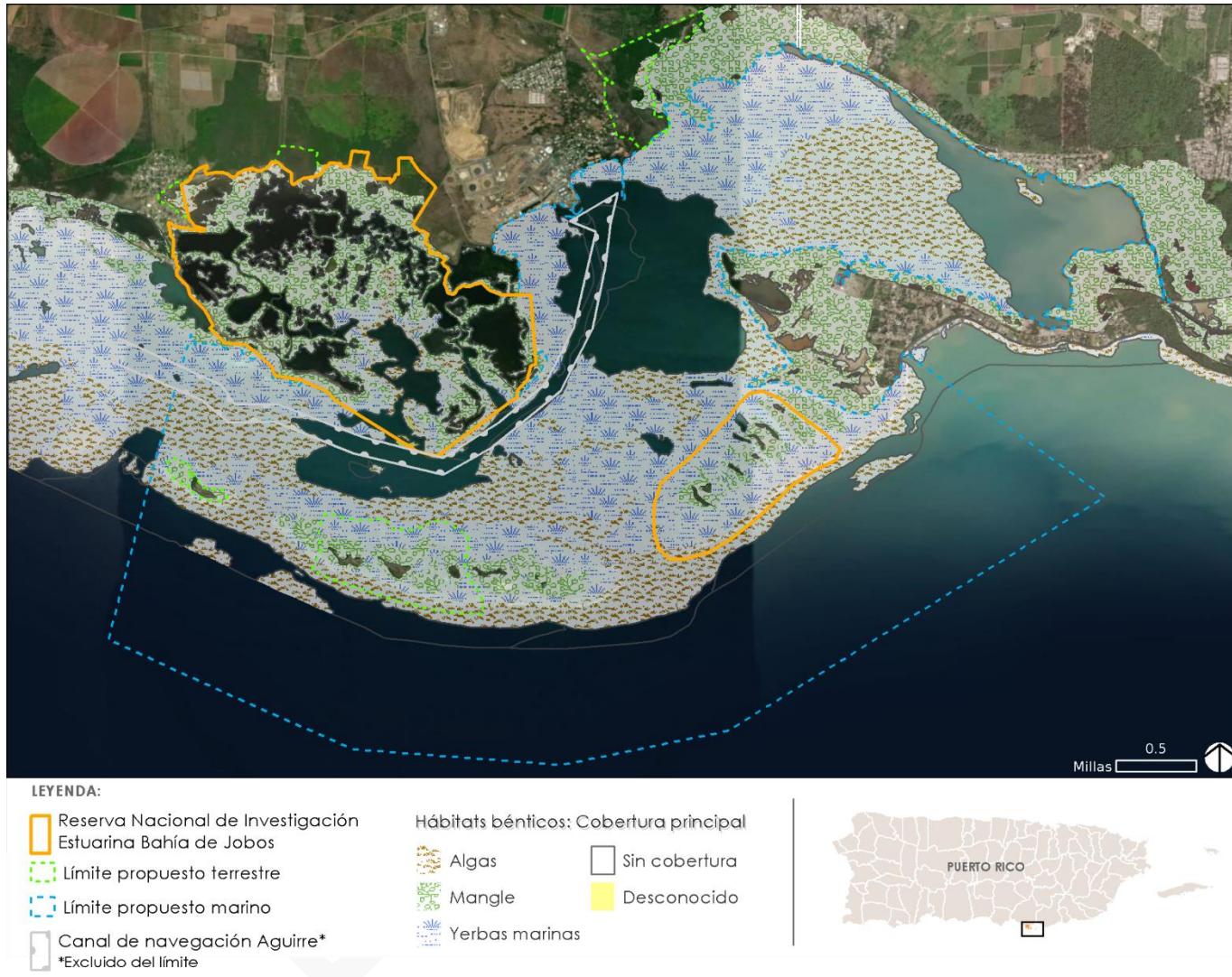
- **Arrecifes de coral**

Los arrecifes de coral, en combinación con los manglares y las yerbas marinas, forman una de las comunidades marinas más complejas, diversas y productivas del mundo. La mayoría de los arrecifes de coral de la Bahía de Jobos son de formación lineal y se extienden a lo largo de cayos que rodean la bahía central (García-Sais et al., 2003).

Whitall et al., 2011, reportó que los arrecifes individuales de parche, arrecifes agregados de parche y los arrecifes agregados comprendían el 3.1% de la superficie total cartografiada: el fondo marino y la costa intermareal en y alrededor de JBNERR.

Estos constituyen el 3.5% del área cartografiada fuera de JBNERR, y el 0.1% del área cartografiada dentro de JBNERR. En esta evaluación inicial, en términos de cobertura de coral, la mayoría (> 94%) de las áreas dentro y fuera de JBNERR fueron colonizadas por 0% ≤10% de escleractinios vivos y/o corales blandos. Sin embargo, el área cartografiada fuera de JBNERR tenía 2.46 km<sup>2</sup> de fondo marino con 10% ≤50% de coral vivo.

**Figura 8. Hábitat bético: cobertura principal**



Fuente: NOAA/NOS/NCCOS/CCMA Biogeography Branch, 2010. CEAP.

La cobertura de coral duro alcanzó un promedio de 6.5%, con mayores cantidades de arrecifes agregados en el arrecife delantero adyacente a los cayos. El coral más abundante fue coral mostaza (*Porites astreoides*), seguido del coral estrella masivo (*Siderastrea siderea*), el coral estrella gigante (*Montastraea cavernosa*) y el complejo de especies de coral estrella (*Montastraea annularis*) (Whitall et al., 2011).

De acuerdo con Laboy (2009), el coral de fuego (*Millepora complanata*) y el coral de cuerno de arce (*Acropora palmata*) fueron las especies de coral dominante en esta área. No obstante, ni *Acropora palmata* (coral de cuerno de arce) ni *Acropora cervicornis* (coral cuerno de ciervo), clasificados ambos como especies amenazadas según la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA, por sus siglas en inglés), fueron observadas, según Whitall et al., 2011.

El coral de cuerno de arce y el coral cuerno de ciervo, se observaron en dos sitios a lo largo del arrecife de Cayos Caribes. La presencia de restos de *Acropora* en varios lugares observados durante un estudio de García-Sais et al., 2003 es evidencia adicional de su previa abundancia (Whitall et al., 2011).

La sedimentación, la contaminación termal y química y los daños mecánicos son los principales factores que prácticamente han exterminado a los arrecifes de coral en la zona media de la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). Los huracanes recientes han roto grandes pedazos de corales típicos de la zona de rompiente. Las descargas de inundaciones extremas de los Río Seco, Río Melanía y Río Guamaní, asociados a cantidades de precipitación anormales, parecen haber reducido los límites fisiológicos de transparencia y salinidad que los corales pueden tolerar, produciendo una mortalidad masiva extendida, similar a la reportada por Laboy-Nieves y Conde, 2001 (Laboy, 2009).

Además, JBNERR ha estado sujeto a tensiones que han afectado toda la región del Caribe en las últimas décadas, incluyendo una extinción generalizada de *D. antillarum* en la década de 1980, la mortalidad en masa de las especies de *Acropora* debido a la enfermedad de la banda blanca y el blanqueamiento de los corales (Whitall et al., 2011). Todos estos factores han llevado a una reducción significativa de la cobertura de coral vivo.

## Fauna

### ▪ Invertebrados

La Bahía de Jobos está enriquecida con una gran variedad de especies endémicas, nativas, migratorias y exóticas. Asociadas a las raíces sumergidas del mangle rojo, existe una epibiota abundante. La competencia por el espacio en estas raíces es alta (Kolehmainen, 1972). Entre los grupos más abundantes se encuentran las ostras,

tunicados, esponjas, crustáceos, cnidarios y algas (Laboy, 2009). En 2001, Laboy reportó 16 especies de holoturias. Los crustáceos (larvas de brachyuran, anfípodos y copépodos), tunicados y larvas de gasterópodos componen la mayor parte del zooplancton de la Bahía de Jobos (PRWRA, 1972).

Los manglares son comúnmente habitados por caracoles (*Melampus coffeus*), termitas (*Coptotermes brevis*) y abejas (*Apis mellifera*). El bosque litoral muestra más biodiversidad con una variedad de insectos. Entre los invertebrados más conspicuos se encuentran la tarántula negra (*Avicularia laeta*), la araña peluda (*Cyrtopholis portoricensis*), el ciempiés gigante (*Orthocricus arboreus*), el ciempiés (*Scolopendra alternans*), la hormiga gigante (*Odontomachus raematoda*), la mariposa negra (*Calisto nubila*) y la avispa (*Stictia signata*) (Laboy, 2009).

Las especies de coral han sido previamente descritas.

#### ▪ **Vertebrados**

Debido a las condiciones ambientales predominantemente salinas y áridas, pocos anfibios habitan la Bahía de Jobos, en comparación con el resto de la Isla. Las especies dominantes identificadas por Laboy, 2001 son dos ranas arbóreas (*Eleutherodactylus antillensis* y *E. coqui*), un sapo (*Rhinella marina*) y la ranita de labio blanco (*Leptodactylus albilabris*).

Entre los reptiles se encuentran la especie endémica culebra corredora (*Alsophis portoricensis*) y la jicotea (*Pseudemys terrapen*), que comparten el hábitat terrestre en la Bahía de Jobos con 11 lagartos. Otros incluyen la iguana común (*Ameiva exsul*), anolis (*Anolis cristatellus*, *A. poncensis*, *A. pulchellus* y *A. stratulus*), dos geckos (*Hemidactylus brooki* y *Phyllodactylus wirshingi*), la culebrita ciega (*Amphisbaena caeca*), la iguana verde (*Iguana iguana*) y dos geckos enanos (*Sphaerodactylus macrolepis* y *S. nicholsi*).

En la Reserva y Bahía de Jobos se han documentado tres especies de reptiles listados a nivel federal, una especie amenazada, la tortuga verde (*Chelonia mydas*); y dos en peligro de extinción, el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y el carey (*Eretmochelys imbricata*).

Solo seis especies de mamíferos se encuentran en el hábitat terrestre de la Bahía de Jobos. Estos son el murciélagos frutero (*Artibeus jamaicensis*), el murciélagos pescador (*Noctilio leporinus*), la mangosta (*Herpestes javanicus*), el murciélagos casero (*Molossus molossus*), los ratones (*Mus musculus*) y la rata (*Rattus norvegicus*). Gatos, perros, cerdos y cabras también se pueden encontrar dentro de los predios de JBNERR (Laboy, 2009).

El conjunto de hábitats acuáticos proporcionan una amplia diversidad de las especies de peces. En el censo realizado por Whitall et al., 2011, la comunidad de peces consistió

en 34 familias taxonómicas y 112 especies. La comunidad de peces varía según el tipo de hábitat. Las doncellas y las damicelas fueron más abundantes numéricamente en el fondo duro, mientras que los peces cirujanos, peces loro y pargos representaron la mayor proporción de biomasa. Grandes bancos de sardinas, que estaban ausentes en otros hábitats, estuvieron presentes en varios manglares. La abundancia y biomasa de peces en los sedimentos no consolidados fueron variables, pero generalmente bajas en comparación con los otros hábitats. En general, los meros (*Cephalopholis* y *Epinephelus* spp.) fueron poco frecuentes en el área de estudio y, en general, de tamaño pequeño. La mayoría de los pargos observados también eran juveniles.

La Reserva también proporciona un hábitat importante para el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*). JBNERR es uno de los pocos sitios de reproducción para el tiburón gata en Puerto Rico. Se ha observado que esta especie llega a la Reserva durante el verano a un área específica en las aguas costeras del este de la Unidad Mar Negro. Esta especie típicamente se encuentra en los arrecifes rocosos y de coral, en los canales entre los manglares y en los arenales (FAO, 2001), lo que hace de la Bahía de Jobos un excelente hábitat.

Una especie de mamífero marino listado como amenazado a nivel federal, el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), con frecuencia busca alimento en las praderas de yerbas marinas de la Bahía de Jobos. El conteo más reciente disponible de manatíes antillanos en Puerto Rico es de 142 individuos, según el censo aéreo completado para toda la Isla en enero de 2013 (USFWS, 2014). De acuerdo con los Informes de Evaluaciones de Inventario del USFWS, la población de manatíes antillanos en Puerto Rico se considera, al menos, estable. La Bahía de Jobos es una de las cuatro áreas en Puerto Rico con concentraciones relativamente más altas de manatíes (USFWS, 2014). La razón por la cual los manatíes prefieren esta área es desconocida y necesita ser estudiada, pero es evidente que la protección de este ecosistema es crítica para la conservación y supervivencia de la especie. El delfín hocico de botella (*Tursiops truncatus*) es otro mamífero marino que se ha documentado en la zona.



1. Manatí antillano en la unidad de Mar Negro 2. Delfín hocico de botella 3. Tiburón gata  
Fuente: Personal NERR Bahía de Jobos

Las aves son la fauna vertebrada más prominente en la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). De hecho, JBNERR es un Área Importante para las Aves (IBAPR-013), según Bird Life International. El sistema de manglar relativamente intacto de la Bahía de Jobos lo convierte en un área importante para pelícanos, garzas, aves acuáticas y marinas, con un total de 87 especies de aves identificadas en la Bahía de Jobos.

Hay dos especies de aves listadas como amenazadas a nivel federal que se encuentran en JBNERR: la paloma sabanera (*Columba inornata wetmorei*) y la mariquita (*Agelaius xanthomus*). Ambas son endémicas. La mariquita se encuentra a menudo en los bosques secos costeros y en los humedales costeros boscosos.<sup>4</sup> Ha sido documentada en los manglares de Mar Negro.

La siguiente tabla presenta las especies listadas presentes en JBNERR que están protegidas bajo la ESA y la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 de 1999, según enmendado, y el Reglamento Núm. 6766 del DRNA. Hay un total de 14 especies listadas a nivel federal que se han identificado en JBNERR y sus aguas circundantes.

---

<sup>4</sup> Otros tipos de hábitats incluyen Tabonuco y el bosque húmedo secundario; Bosque húmedo no calcáreo; Bosque seco de piedra caliza y serpentina y tierras bajas no calcáreas.

**Tabla 2. Especies listadas a nivel federal y estatal en JBNERR**

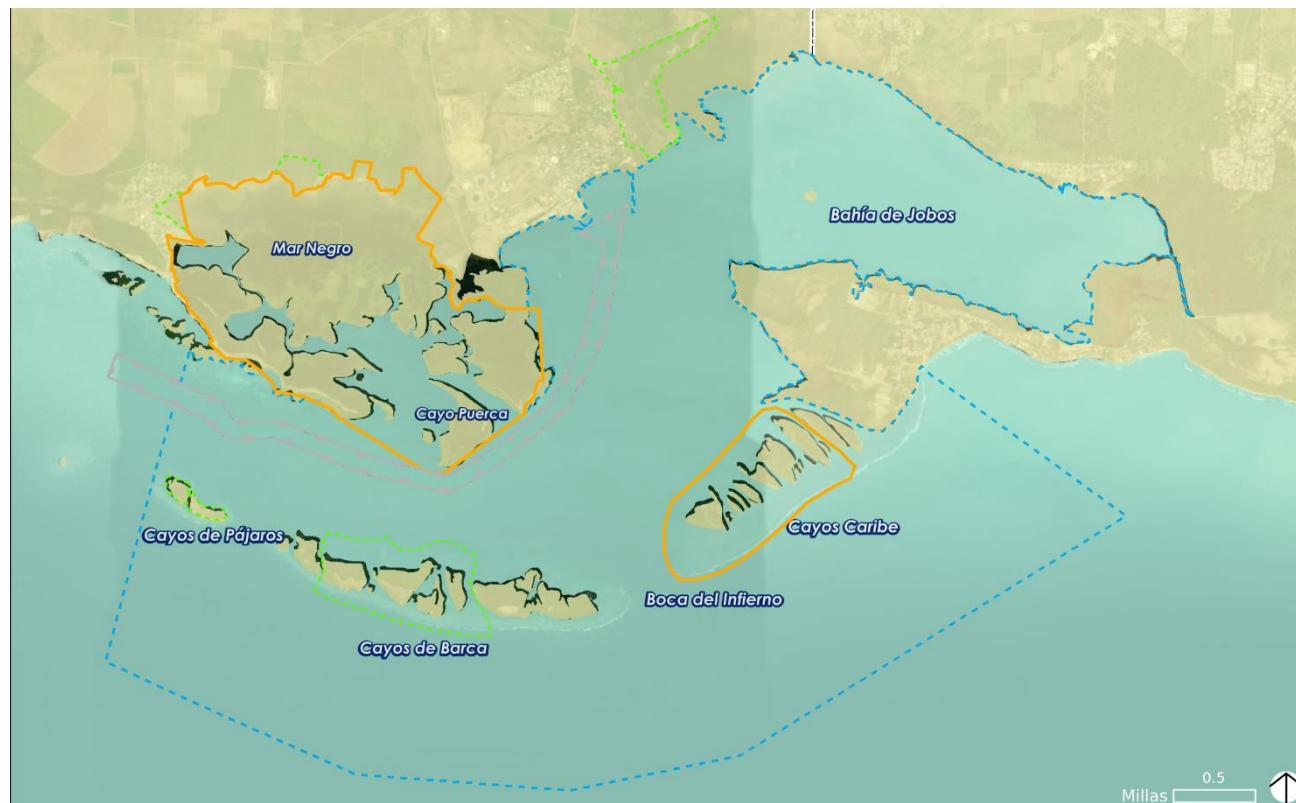
	Nombre Común (Inglés)	Nombre Común (Español)	Nombre Científico	Estatus Federal	Estatus Local
1	Puerto Rican plain pigeon	paloma sabanera	<i>Columba inornata wetmorei</i>	EP	EP
2	Roseate tern	palometa	<i>Sterna dougallii</i>	A	V
3	Yellow-shouldered blackbird	mariquita	<i>Agelaius xanthomus</i>	EP	EP
4	Hawksbill sea turtle	carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	EP	EP
5	Green sea turtle	tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	A	EP
6	Leatherback sea turtle	tinglar	<i>Dermochelys coriacea</i>	EP	EP
7	Antillean manatee	manatí Antillano	<i>Trichechus manatus manatus</i>	EP	EP
8	Elkhorn coral	coral cuerno de alce	<i>Acropora palmata</i>	A	A, AC
9	Lobed star coral	coral estrella	<i>Orbicella annularis</i>	A	A
10	Staghorn coral	coral cuerno de ciervo	<i>Acropora cervicornis</i>	A, AC	A, AC
11	Pillar coral	Coral pilar	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	A	A
12	Rough cactus	Coral cactus áspero	<i>Mycetophyllia ferox</i>	A	A
13	Mountainous star coral	Coral estrella laminar	<i>Orbicella faveolata</i>	A	A
14	Knobby star coral	Coral estrella masivo	<i>Orbicella franksi</i>	A	A

EP=En peligro de extinción A= Amenazada; AC=Hábitat Crítico V =Vulnerable

Fuente: DRNA, 2009, NOAA, 2011 y USFWS, 2014. FERC. (2015). Benthic Resources Mitigation Plan, preparado por Tetra Tech (2014) en el Final Environmental Impact Statement. Vol II.

Se ha designado el hábitat crítico para *A. palmata* y *A. cervicornis* e incluye las áreas marinas alrededor de Puerto Rico, que presentan las condiciones adecuadas para que estas especies prosperen (por ejemplo, condiciones de fuerte oleaje, salinidad de agua clara y que sea baja en nutrientes).

**Figura 9. Hábitats críticos**



Fuente: NOAA National Marine Fisheries Service, 2008. USFWS ECOS, 2016.

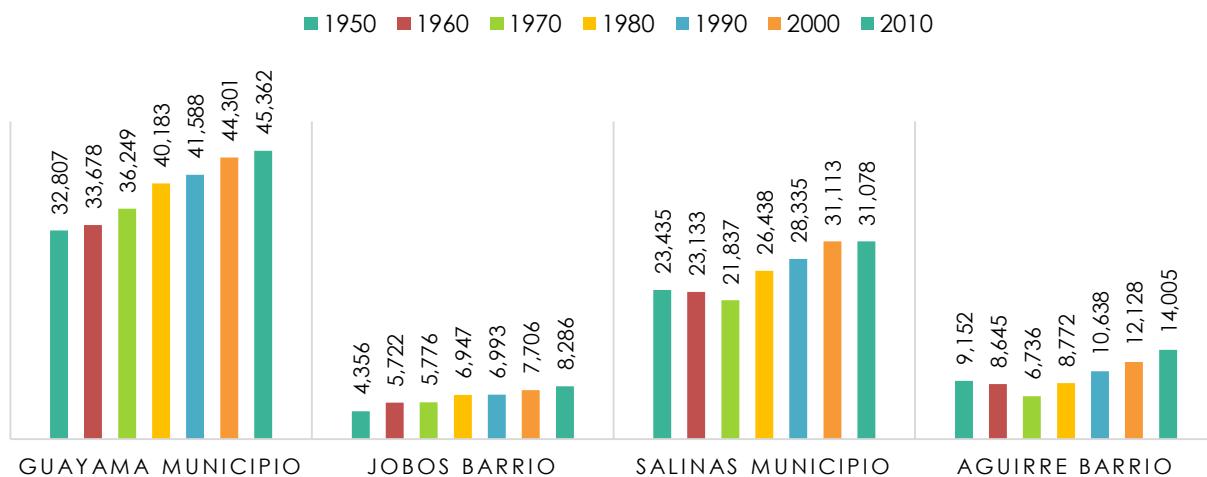
## Atributos sociales

La cuenca de la Bahía de Jobos cubre un área extensa de cinco barrios en el municipio de Salinas y cuatro barrios en el municipio de Guayama. Para describir los datos demográficos de la población de la cuenca, se utilizó información del censo decenal y de la Encuesta a la Comunidad Americana de 2014 (ACS, por sus siglas en inglés), ya que esta es la información más reciente disponible del Negociado del Censo. Otras fuentes de datos utilizadas se citan en la discusión.

### Población

El municipio de Salinas tiene una población de 30,506 habitantes y Guayama 44,261. La cuenca tiene una población de 30,811 que constituye aproximadamente el 41% de la población de ambos municipios. El 44.3% de la población de Salinas vive en Aguirre, mientras que el 17.0% de la población de Guayama vive en Jobos. Durante las últimas décadas, la población de Guayama y Jobos ha aumentado continuamente. En Salinas y Aguirre la población tuvo fluctuaciones, posiblemente como resultado de cambios en la industria azucarera. En general, el Censo de 2010 reportó un aumento en la población de estas áreas.

Gráfica 1. Población 1950-2010



Fuente: Negociado federal del Censo & Junta de Planificación. Censos de Puerto Rico entre 1950-2010. programa de Planificación Física y Social.

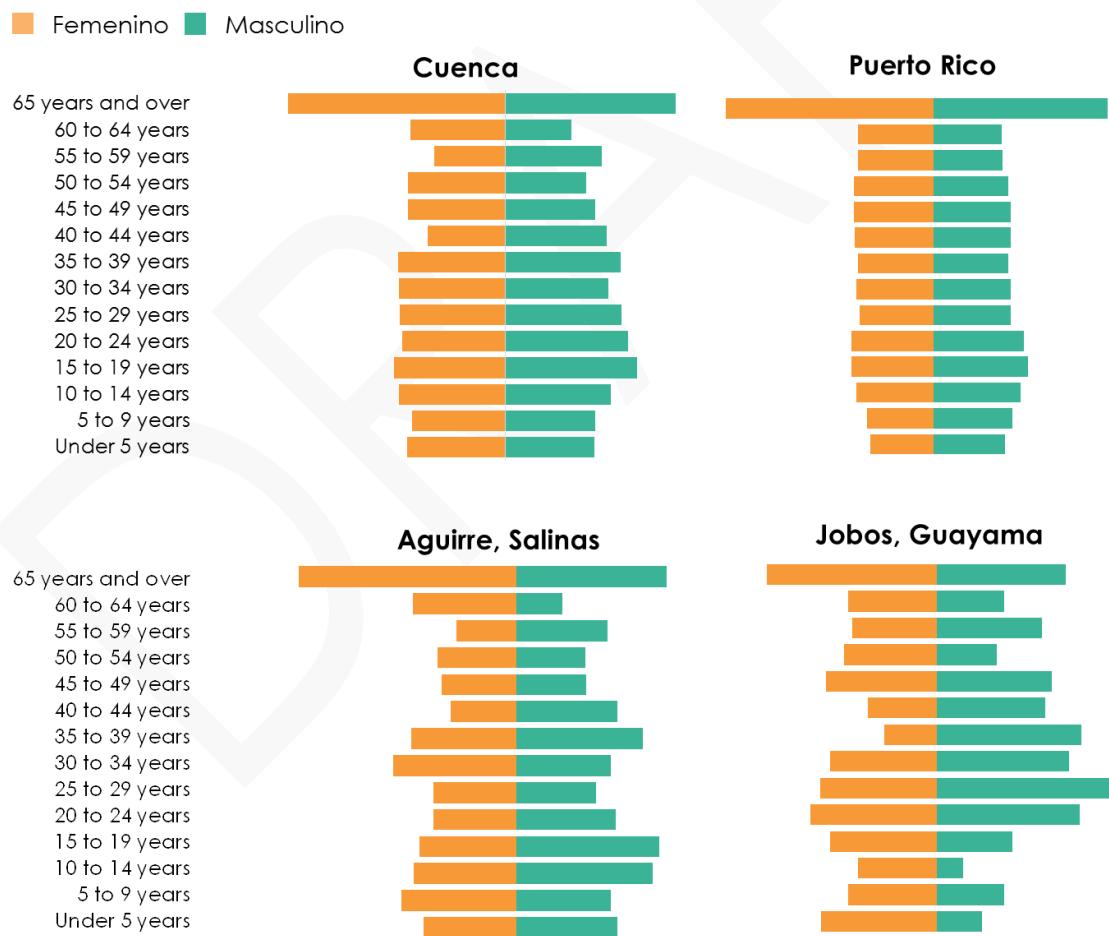
La densidad poblacional de la cuenca es de 225 habitantes por km<sup>2</sup>, mayor que la estimada para Salinas.

## Edad y sexo de la población

La edad media para la población de la cuenca es de 36 años. Las mujeres tienen una mediana de edad ligeramente mayor (37.8) que los hombres (34.7). La proporción de sexo de la cuenca hidrográfica es equilibrada, con una población dividida de manera uniforme entre mujeres (50%) y hombres (50%).

La distribución de la población por edad y sexo en la cuenca sugiere una reducción en el número de niños y un marcado envejecimiento de la población: en otras palabras, la población crece muy lentamente. La siguiente figura presenta una comparación de la distribución de la población por edad y sexo en la cuenca, así como en los barrios de Jobos y Aguirre. Esto tiene implicaciones en las estrategias educativas y el acceso, entre otros aspectos del manejo.

**Gráfica 2. Distribución de la población por edad y sexo**



Fuente: ACS 2014: 5 year estimates.

## Nivel de educación

En la cuenca, la mayoría de la población (67%) tiene un grado de escuela superior o más alto, y un 16% tiene un grado de bachillerato o más alto. Sin embargo, el 20% de la población no alcanzó el noveno grado. Según el Monitoreo Socioeconómico (SocMon) realizado para la Reserva en 2009, la tasa de deserción escolar es alta en la cuenca (CIEL, 2009).

## Hogares y familias

Hay aproximadamente 10,500 hogares en la cuenca, y el ingreso familiar promedio anual es de \$16,323. Hay 7,497 familias en la cuenca, de las cuales el 54.1% vive bajo el nivel de pobreza, por encima del promedio de Puerto Rico (41.3%).

## Tendencias de trabajo y empleo

Aproximadamente el 61% de la población en la cuenca no es parte de la fuerza laboral y el 54.1% de las familias vive bajo los niveles de pobreza, de acuerdo con la ACS, 2014. Esto incluye a todas las personas de 16 años o más que son estudiantes, amas de casa, trabajadores jubilados y temporeros que no están buscando trabajo, personas institucionalizadas y personas que solo realizan trabajo familiar incidental no remunerado. El 39% de la población en la cuenca participa en la fuerza laboral. Esta población se clasifica como empleada o desempleada, pero que está buscando trabajo activamente y está disponible para aceptar un trabajo. De estos, solo el 33% está empleado y la tasa de participación laboral estimada para la cuenca es del 6% (participación laboral en Salinas es de 16.1% y en Guayama de 20%, según la ACS, 2014).

Los barrios de Jobos y Aguirre tienen tasas de participación laboral significativamente más altas, con un 16.8% y 14.8% respectivamente, aunque todavía por debajo del promedio para Puerto Rico, con un 18.3%.

**Tabla 3. Resumen de las características socioeconómicas de la cuenca**

<b>Población</b>	<b>Población Total</b>	<b>30,811</b>
	Densidad poblacional	225.2 personas /km <sup>2</sup>
	Edad promedio	36.2
	Edad promedio masculino	34.7
	Edad promedio femenino	37.8
	Población masculina	15,369
	Población femenina	15,442
	% Población masculina	50%
	% Población femenina	50%
<b>Hogares y familias</b>	Hogares	10,537
	Ingreso promedio de hogares	16,323
	Familias	7,497
	% Familias bajo el nivel de pobreza	54.1%
<b>Nivel de educación d la población de 25 años o mas</b>	Población total mayor o igual de 25 años de edad	19,890
	Menos de noveno grado	20%
	Grado 9 al 12, sin diploma	13%
	Graduado de escuela superior (incluye equivalente)	33%
	Algunos años de universidad, no completó el grado	11%
	Grado asociado	8%
	Bachillerato	12%
	Nivel graduado o profesional	4%
	Por ciento de graduados de escuela superior o más alto	67%
<b>Empleo</b>	Por ciento de bachillerato o más alto	16%
	Población de 16 años de edad o mayor	24,302
	En la fuerza laboral	39%
	Empleado	33%
	Tasa de participación laboral	6%

Fuente: ACS 2014: Estimados de cinco años.

Hay 13 comunidades costeras vecinas de la Reserva: Las Mareas, Aguirre, Central Aguirre, Montesoria, Hacienda Vieja, López, Mosquito, Comunidad Chun Chin, Sector El Pescao, Sector Mosquito, Comunidad Puerto de Jobos y Comunidad Pozuelo. Existen otras comunidades dentro de la cuenca de la Bahía de Jobos que dependen de los recursos de la Reserva, tal como se presenta en la siguiente figura.

La Reserva y sus ecosistemas asociados son importantes como fuente de ingreso para los pescadores locales, los restaurantes y los pequeños comercios locales. A pesar de que la pesca comercial es una actividad importante en la Bahía de Jobos y aguas costeras, no hay suficiente información específica para esta área. Una caracterización espacial de la pesca comercial puertorriqueña realizada en 2011, indicó que la costa Sur de Puerto Rico, que incluye los municipios de Guayama y Salinas, es la segunda más poblada en términos de villas pesqueras, con veinte (20) villas que representan aproximadamente el 27% del total en Puerto Rico (Koeneke, 2011).

El estudio concluyó que los pescadores eligen el tipo de equipo en función de las especies a capturar, cuyos hábitats tienen una correlación de profundidad. Entre Salinas y Guayama, había una gran cantidad de trampas para peces y langostas (Koeneke, 2011). Este tipo de equipo fue más común en esta área que en cualquier otra área en Puerto Rico. Sin embargo, otros equipos también fueron utilizados comúnmente por pescadores a lo largo de la costa Sur, incluyendo redes de trasmallo, línea vertical con boyas, otros equipo de arrastre, redes, buceo y otras redes (Koeneke, 2011).

Un estudio publicado en 2013, también encontró que la Reserva es de importancia social, cultural y económica para el diario vivir de los residentes de las 13 comunidades costeras circundantes (García et al., 2013). El estudio se realizó para explorar las relaciones entre el uso de los recursos costeros y el bienestar y la calidad de vida de las personas que viven a lo largo de la costa del Sudeste de Puerto Rico.<sup>5</sup>

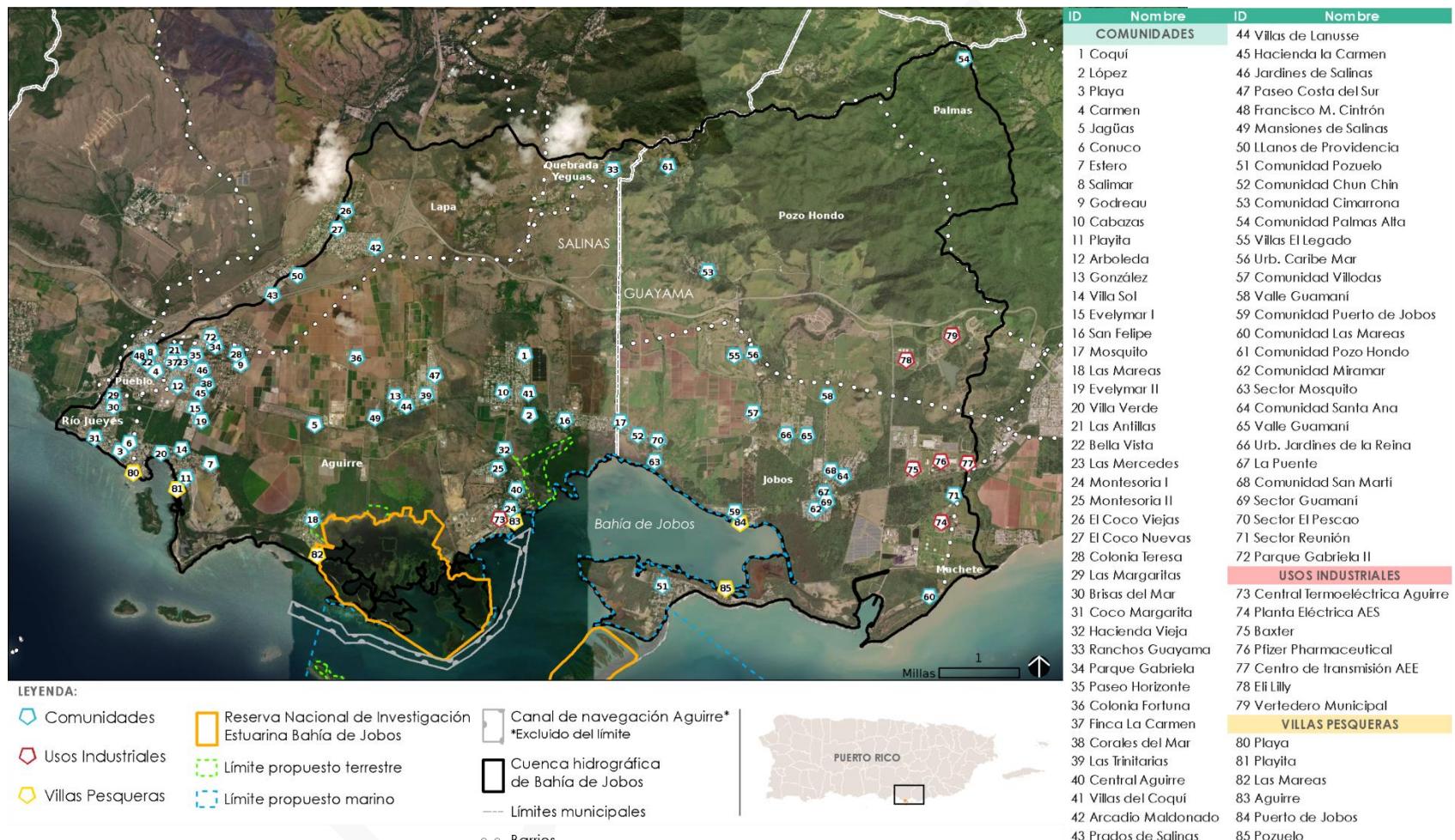
En Guayama, la comunidad de Pozuelo tiene una industria pesquera activa. Esta cuenta con múltiples restaurantes y otros comercios de peces y mariscos. El estudio determinó que existe un "vínculo evidente" entre la industria pesquera y el negocio de restaurantes donde se vende la captura fresca. Pozuelo también alberga embarcaciones recreativas y de seguridad en el área: existen dos asociaciones pesqueras, con un total de al menos 50 pescadores, el Yatch Club de Guayama, la policía marítima y las Fuerzas Unidas de Rápida Acción (FURA). La comunidad de Pozuelo ha estado activa en la protección del estuario para preservar la salud de los ecosistemas, el cual perciben como esencial para su sustento y bienestar (García et al., 2013).

El estudio también encontró áreas en Guayama donde ocurre el "uso intenso de manglares y productos forestales costeros, especialmente cangrejos, ostiones y almejas". Se observó que muchas viviendas tenían jaulas de cangrejos, y había señales en toda la zona que indicaban que estos eran vendidos en puestos locales (García et al., 2013).

---

<sup>5</sup> Basado en un extenso proyecto de investigación de tres años conducido por García et al., financiado por el Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico. El estudio, publicado en 2013, incluye comunidades ubicadas en la región de JBNERR, específicamente las comunidades de Pozuelo, Jobos y alrededores en Guayama, y Playa, Playita, Aguirre y alrededores en Salinas. El estudio incluyó una extensa investigación de campo y análisis, incluyendo trabajo de campo etnográfico, cartografía cultural, entrevistas, talleres y reuniones, entre otros métodos.

**Figura 10. Comunidades e industrias en la cuenca de JBNERR**



Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., Programa Nacional Geoespacial, PT Guayama, 2008. PT Salinas, 2012.

En Salinas, la comunidad de Aguirre es vecina inmediata de la Reserva. El estudio identifica los siguientes asentamientos principales asociadas a Aguirre: Coquí, casas que solían pertenecer al Complejo de la Central Azucarera de Aguirre, Montesoria I y II y Eugene Rice.

El estudio documentó de 10 a 12 pescadores activos en Aguirre, aunque el número se ha estado reduciendo. Sin embargo, el estudio observó una gran actividad pesquera en Aguirre y una comunidad y estilo de vida está orientado al mar (García et al., 2013).

Las comunidades de Playa y Playita también se encuentran dentro de la cuenca de JBNERR, aunque no son vecinos inmediatos de la Reserva. La industria de los mariscos, la captura de cangrejos, la navegación y la pesca recreativa son industrias importantes en estas comunidades, que brindan "oportunidades económicas abundantes". Con respecto a los recursos forestales costeros, se observó que las comunidades utilizaban los manglares, las llanuras mareas, los canales y las lagunas para capturar cangrejos, almejas y ostiones de mangle, cocos y corteza del árbol maví.

La comunidad Las Mareas, que no fue descrita en el estudio antes citado, es una comunidad pesquera, pequeña y económicamente deprimida. La misma ubica adyacente al extremo oeste de la Bahía de Jobos. También tiene una comunidad pesquera activa.

## Recursos culturales y arqueológicos

La Reserva y las áreas adyacentes contienen importantes recursos culturales. El Distrito Histórico Central Aguirre fue incluido en el Registro Nacional de Lugares Históricos en octubre de 2002. En 1898, una compañía estadounidense compró las instalaciones de la Central de Aguirre. La tecnología azucarera fue modernizada y se desarrolló el único poblado de compañía (company town) en Puerto Rico, el cual es un legado de las compañías azucareras. El Distrito Histórico de Aguirre es un complejo corporativo que incluye el ingenio azucarero y la refinería, así como las áreas administrativas, comerciales, institucionales, recreativas (campos de golf, hoteles, piscinas y club social) y áreas residenciales.

Algunos de los edificios, estructuras e instalaciones de la Central de Aguirre (sector central) han sido demolidos. Solo unos pocos han sido remodelados tras el cierre de la central, algunos de ellos están ubicados dentro de los límites de la Reserva, como el Centro de Visitantes, anteriormente el American Club y la estación del tren. Estos se encuentran en la unidad de manejo de Aguirre.

Además, el descubrimiento casual de cemíes en el área central de Aguirre es indicativo de asentamientos de los indios taínos, el grupo cultural indígena más importante de la Isla.

De acuerdo con los registros arqueológicos de la Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico (OECH), hay siete sitios arqueológicos dentro de los límites de la Reserva, según se observa en la siguiente figura. Cayo Cofresí, que se encuentra en la unidad Mar Negro, pertenece al período arcaico con una fecha 300AC. El mismo es considerado como parte del diagnóstico del lugar, lo que permite comprender la ocupación humana del período arcaico (SHPO, s.f.).



**Casa Histórica en el Distrito Histórico de Aguirre**

Fuente: Ernesto M. Olivares and Víctor Cuadrado

**Figura 11. Recursos culturales y arqueológicos**



Fuente: Oficina Estatal de Preservación Histórica, Registro Nacional de Lugares Históricos.

## Estresores y amenazas

Esta sección describe los factores de estrés naturales y antropogénicos que afectan a la Reserva. Algunos de estos factores de estrés ocurren dentro de la Reserva. Otros tienen lugar en la cuenca y en las aguas circundantes. Estos se resumen en la siguiente figura y los más críticos se explican en las siguientes secciones.

**Figura 12. Resumen de estresores y amenazas**

<b>Prácticas ilícitas y falta de cumplimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>•Sobre pesca</li><li>•Uso de artes de pesca ilegales</li><li>•Incendios provocados</li><li>•Interacción ilegal con los manatíes</li><li>•Festivales multitudinarios celebrados en los cayos</li><li>•Uso de vehículos todo terreno en la Reserva</li><li>•Vandalismo y destrucción de propiedad</li><li>•Corte y relleno de manglares</li><li>•Captura de jueyes</li><li>•Basura olvidada por los visitantes y usuarios</li></ul>	<b>Degradación de la calidad del agua:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>•Descargas de aguas residuales</li><li>•Sedimentación por las prácticas de usos de terrenos</li><li>•Uso de pesticidas</li><li>•Industrias en la cuenca, particularmente plantas eléctricas: descargas termales de la Planta Eléctrica de Aguirre de PREPA y las emisiones de la planta de carbón.</li><li>•Propuesta del Aguirre Offshore Gasport</li></ul>
<b>Estatus crítico del acuífero de la costa Sur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>•Cambios en las prácticas de irrigación</li><li>•Extracción de agua para diferentes usos que incluye el industrial, consumo en los hogares, entre otros.</li><li>•Impermeabilización de la superficie del suelo para el proceso urbanizador</li><li>•Reducción en la precipitación</li></ul>	<b>Acumulación de Sargazo</b>
	<b>Efectos del cambio climático</b> <ul style="list-style-type: none"><li>•Sistemas tropicales</li><li>•Inundaciones costeras</li><li>•Aumento en la temperatura superficial y oceánica</li><li>•Acidificación de los océanos</li><li>•Sequías</li><li>•Eventos climáticos extremos</li><li>•Aumento en el nivel del mar</li></ul>

## Actividades ilícitas y falta de cumplimiento

La incidencia de prácticas ilícitas en la Reserva, la falta de un cumplimiento y de procesamiento adecuado de los infractores, son asuntos importantes que han afectado sus recursos en los pasados años. Las violaciones al marco legal incluyen: prácticas ilegales de pesca, incluyendo la captura del juey común; el corte ilegal de manglares, el relleno de humedales, la construcción ilegal de rampas, muelles y estructuras en la zona marítimo terrestre y en los terrenos de JBNERR, obstruyendo el acceso público; la interacción inapropiada con los manatíes y el vandalismo de la propiedad. Esto se ve agravado por el hecho de que en la actualidad, solo hay un vigilante asignado por el DRNA a la Reserva, lo que obstaculiza significativamente el cumplimiento adecuado con las leyes ambientales.

**Uso de artes y métodos de pesca ilegales:** Se han documentado prácticas de pesca ilegal en la unidad de Mar Negro y dentro de la Bahía de Jobos. Se ha observado el uso ilegal de redes a través de las aguas de Mar Negro. La línea y anzuelo es el único arte de pesca legalmente permitido.

Además, también se han observado prácticas ilegales de captura de jueyes con trampas e incluso la quema de manglares para obligar a los jueyes a abandonar sus cuevas, principalmente en Mar Negro. Ambas prácticas están prohibidas por el Reglamento Núm. 7949 del DRNA.

**Sobrepesca:** La sobreexplotación es una preocupación en JBNERR y está ocurriendo a pesar de los esfuerzos del personal para implementar planes de manejo para ciertas especies como el carrucho (*Strombus gigas*) y la langosta común (*Panulirus argus*). Análisis recientes han documentado la sobreexplotación del carrucho, lo que lo ha acercado a un estatus de sobreexplotación (Valle et al., 2011). Estos hallazgos coinciden con las observaciones de Whitall et al., 2011 para dicha especie, ya que solo se observaron dos conchas marinas en dos de los 45 transectos estudiados y no se observó ningún individuo de la langosta común.

Además, el personal de la Reserva ha observado una reducción significativa de especies benthónicas como el pepino de mar (*Isostichopus badionotus*) en las aguas de la Bahía de Jobos. Aunque la densidad de estas especies no ha sido documentada, las observaciones recientes combinadas con extracciones significativas observadas por el personal, apuntan a una posible sobreexplotación. Esta especie ha sido ampliamente comercializada para uso médico y la cocina asiática, lo que ha ejercido una presión considerable sobre estos recursos en JBNERR y otras áreas en Puerto Rico. Para atender este problema, el DRNA emitió la Orden Administrativa (OA) 2016-08 en junio de 2016, para prohibir la captura, venta, compra o exportación de erizos de mar y pepinos de mar en Puerto Rico. Sin embargo, se necesita una vigilancia adecuada para hacer cumplir esta OA.

**Incendios provocados:** La Reserva y su cuenca se han visto afectadas por incendios provocados por los seres humanos. Entre 2014-2015, estos incendios provocados se vieron agravados por condiciones extraordinariamente secas. En JBNERR, estos incendios se han producido principalmente en la Unidad Aguirre. Los incendios han sido provocados como un método para capturar jueyes o como resultado de una simple negligencia. Estos incendios no son causados por la naturaleza, sino que se ven agravados por la prevalencia de vegetación extremadamente seca, como resultado de la persistente falta de precipitación.

El personal de la Reserva ha estimado que JBNERR tiene más de 77 hectáreas susceptibles a los incendios. Estos incluyen áreas compuestas por bosque seco subtropical, así como áreas en los cayos de la Bahía, accesibles para los visitantes.

### **Interacciones inapropiadas e ilegales con los manatíes en la Bahía de Jobos:**

La comunidad ha expresado preocupación de que estén ocurriendo interacciones inapropiadas con los manatíes en las aguas de la Bahía de Jobos. Las interacciones incluyen alimentar a los manatíes, lo que puede resultar en una modificación del comportamiento y cambios en sus patrones naturales de alimentación.



**Incendio en la Unidad Aguirre**

Fuente: Personal de JBNERR

**Numerosos festivales y actividades celebradas en los cayos de JBNERR:** En discusiones con los diversos comités asesores, los participantes constantemente plantearon su preocupación por los numerosos festivales celebrados en los cayos privados en la Bahía de Jobos y su periferia (como Cabezas de Cayo Caribe y Cayo Matías). Estos eventos ejercen una presión considerable sobre los recursos marinos dentro de la Reserva y su periferia. Son una preocupación para el personal de la Reserva que constantemente se ha opuesto a la celebración de estas actividades en el área.

**Uso de vehículos todo terreno (ATV) dentro de la Reserva:** El uso ilegal de las veredas por vehículos todoterreno sigue siendo un problema en Mar Negro (vereda Jagüeyes) y en la Unidad Aguirre, aunque se instalaron barreras para evitar su entrada. Estas barreras redujeron la cantidad de vehículos que acceden a los veredas, pero el problema continúa. Las veredas serán el objetivo de las mejoras para evitar el acceso de los ATV.

**Vandalismo y destrucción de la propiedad de la Reserva:** La Reserva también experimenta problemas de seguridad. Parte de la infraestructura de la Reserva ha sido vandalizada y destruida. Por ejemplo, las barreras instaladas para evitar la entrada de ATV fueron vandalizadas; los letreros que se instalaron en los cayos que indican actividades ilegales y límites de velocidad, entre otros, han sido eliminados; las antenas para la conexión inalámbrica fueron destruidas; y el cableado eléctrico y las varillas de las estructuras históricas han sido robadas.

## Degradación de la calidad del agua

La JCA clasifica las aguas de la Bahía de Jobos como SB, que corresponde a "aguas costeras y aguas estuarinas destinadas a la recreación de contacto primario y secundario, y para la propagación y preservación de especies deseables, incluidas especies amenazadas o en peligro de extinción". A pesar de esta clasificación, en el Informe Integrado 305 (b) / 303 (d) de Puerto Rico, la JCA señala que las aguas de la Bahía de Jobos están deterioradas.

Los indicadores de deterioro incluyen niveles bajos de oxígeno disuelto, aceite y grasa, pH, modificaciones térmicas y turbidez. Las causas adicionales de deterioro observadas en los ciclos de evaluación de 2010 y 2012 incluyen la bacteria *Enterococcus*. Según el Informe Integrado 305 (b) / 303 (d), las posibles fuentes de contaminación incluyen la agricultura, las fuentes precisadas industriales, los pozos sépticos, las escorrentías urbanas y las hidromodificaciones aguas arriba. Algunas de las fuentes de contaminación son descritas en las siguientes subsecciones:

**Falta de una infraestructura adecuada para manejar las descargas de aguas residuales en las comunidades circundantes:** Esta es una de las principales causas de deterioro del agua. La calidad del agua en la Unidad Mar Negro se caracteriza por una alta concentración de nutrientes, como resultado de la falta de una infraestructura adecuada para manejar las aguas residuales en las comunidades Las Mareas y Camino del Indio. Las condiciones se ven agravadas aún más por el intercambio restringido de mareas debido a la construcción de un camino de acceso a Camino del Indio, el cual inundó áreas bajas y pasos de agua entre Mar Negro y Bahía de Jobos.

**Sedimentación producto de las prácticas de uso del terreno:** Las cuencas de los barrios de Salinas y Guayama proporcionan flujo de agua dulce a la Bahía de Jobos y al bosque de manglares y humedales de Mar Negro. Estas fuentes llevan sedimentos al estuario. Se ha registrado un aumento en los sedimentos que llegan a la bahía debido a las prácticas agrícolas descontroladas y prácticas de uso del terreno aguas arriba. Estos sedimentos tienen impactos negativos en diversos ecosistemas costeros y marinos. Debido a la Corriente Ecuatorial del Norte, la cual predomina en el lado sur de Puerto Rico, la sedimentación de las cuencas hidrográficas, particularmente en el lado este de la Bahía de Jobos podrían estar impactando los recursos costeros de la Reserva.

La sedimentación puede tener impactos directos en los recursos costeros y sumergidos, y por lo tanto en la distribución y supervivencia de las especies. El personal de la Reserva ha estado trabajando extensamente dentro de estas cuencas para abordar estos impactos. Sin embargo, observaciones recientes de los esfuerzos de cartografía realizados por el Centro Nacional de Ciencias Costeras y Oceánicas (NCCOS) de la NOAA revelaron que los corales mar adentro de la Bahía de Jobos están siendo

afectados por la sedimentación severa, lo que ha reducido las tasas de crecimiento y el reclutamiento, no obstante los efectos varían entre las especies de coral, los tipos de sedimentos y las condiciones ambientales (Whitall et al., 2011).

**Uso de pesticidas en terrenos agrícolas aledaños:** Investigaciones realizadas como parte del Proyecto CEAP detectaron un pico de pesticida en muestras de agua después de un evento de lluvia fuerte, confirmando un vínculo directo entre la escorrentía de fuentes no precisadas de la cuenca y la calidad del agua en la Reserva.

El estudio, publicado en 2013, reportó un lugar en JBNERR con una alta concentración del pesticida atrazina después de un evento de lluvia (Potter et al., 2013). La atrazina puede causar daño al ADN en especies de peces neotropicales (Santos y Martínez, 2012), y puede haber contribuido a los altos niveles de daño del ADN de la especie *B. exustus*. A medida que sistemas como tormentas tropicales se desplazaban por el área, la escorrentía superficial resultante parecía tener un alto potencial para transportar atrazina. Los investigadores indicaron que el potencial de degradación rápida de la atrazina en el suelo también tiene implicaciones para las decisiones futuras de manejo dentro de los terrenos agrícolas, así como los impactos en la calidad del agua dentro de la Bahía. Lograr un control eficaz de los yerbajos, probablemente requerirá el reemplazo del pesticida atrazina. Además, los ostiones mostraron las mayores concentraciones de cobre (Cu) en su tejido. El cobre no causa daño directo al ADN, pero ayuda a la formación de radicales de oxígeno, que causan rupturas de una sola cadena y atacan las bases de ADN (Bernstein y Bernstein, 1991).

Los registros meteorológicos a largo plazo muestran que las tormentas tropicales suelen atravesar el área durante la estación húmeda, de mayo a noviembre, y que tales eventos pueden generar grandes cantidades de escorrentía en las zonas costeras (Kuniansky y Rodríguez, 2010; NERRS-CDMO, 2012). Como tal, una vez que las operaciones agrícolas se reanudan en el área de estudio, existe la necesidad de examinar más a fondo las relaciones lluvia-escorrentía y el potencial de transporte de plaguicidas al estuario.

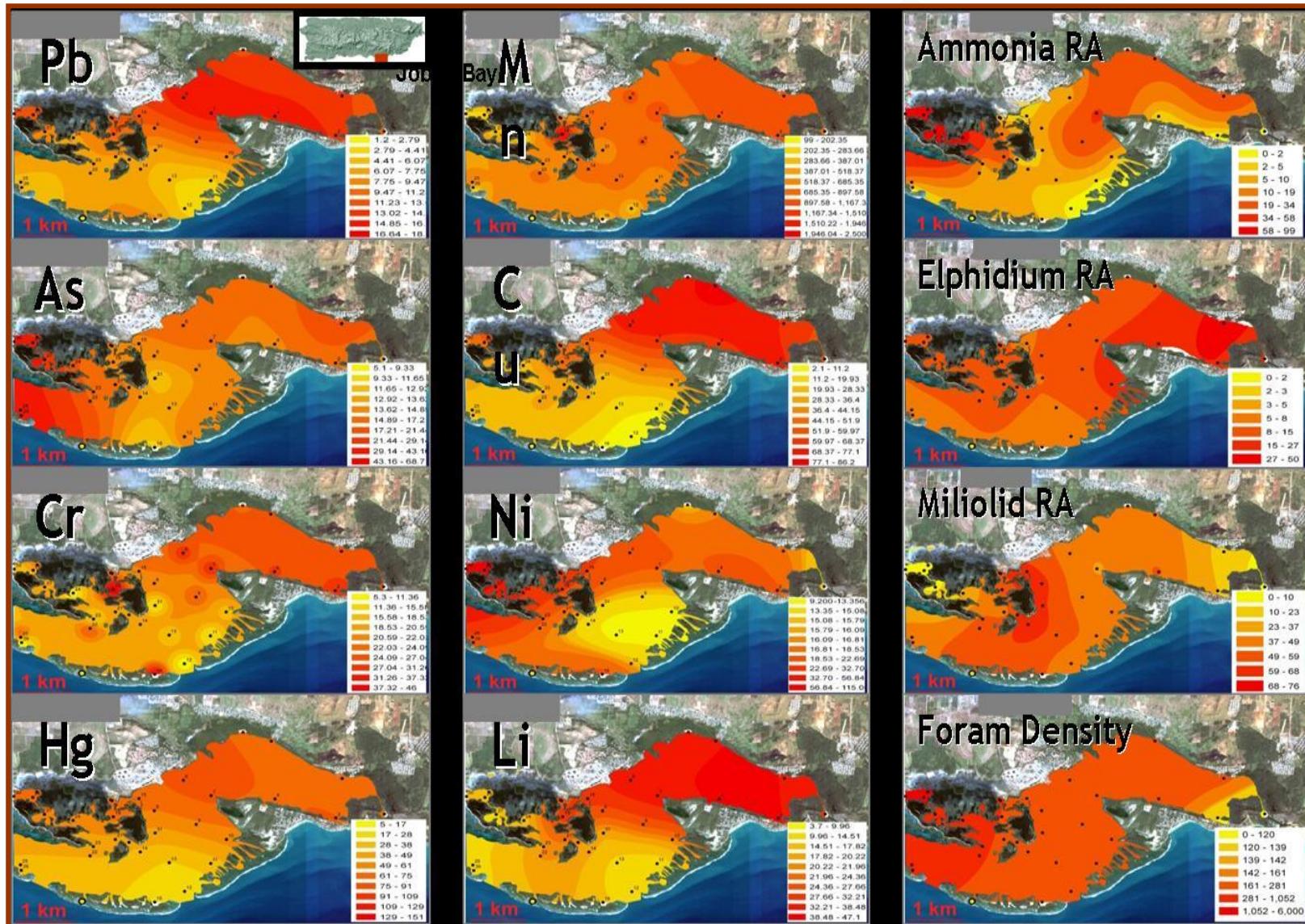
**Industrias en la cuenca hidrográfica:** Hay actividades industriales en la cuenca de JBNERR que pueden afectar los recursos de la Reserva. Las preocupaciones acerca de los impactos reales y potenciales fueron expresadas por el Comité Asesor de Manejo de la Reserva.

Según fue descrito previamente, la Corriente Ecuatorial Norte, que fluye de oeste a noroeste, influye en la corriente marina proveniente del lado este de la Bahía de Jobos que corre a lo largo de la costa, entrando en contacto con posibles fuentes de contaminación, como terrenos agrícolas, una planta de carbón, una refinería de petróleo Phillips Core (cerrada en 2005) y otras industrias (NERRS, 2011).

Como parte de una caracterización de hábitat realizada por NOAA's-NCCOS y con la colaboración de un GRF, se desarrolló una base de datos sobre contaminantes. Según se observa en la siguiente figura, hay concentraciones muy altas de metales en las subcuencas. Es posible que esto esté relacionado con la alta concentración de industrias en el área.

Hay dos plantas de energía en la cuenca de JBNERR que pueden estar afectando los ecosistemas de la Reserva. Las descargas térmicas de la Planta Termoeléctrica Aguirre, son un estresor antropogénico para el ambiente marino de la Bahía de Jobos (Whitall et al., 2011), y también es un estresor para la población de manatíes. Esta planta de energía tiene un canal de navegación, utilizado por las barcazas para llevar petróleo y gas al muelle de la planta de energía. Esta área está expuesta a varamientos de barcazas y re-suspensión de sedimentos. Los derrames de petróleo también son una amenaza constante (NERRS, 2011, segun citado en Whitall et al., 2011).

Figura 13. Metales pesados en la Bahía de Jobos (por Michael Martínez, 2009 GRF)



PREPA propone el desarrollo del gas-puerto Aguirre Offshore con el fin de recibir, almacenar y regasificar el gas natural licuado (GNL) que se utilizará en la central eléctrica de Aguirre. El proyecto propuesto incluye la construcción y operación de una instalación receptora GNL mar afuera (Offshore GasPort) ubicada en el lado sur de Cayos de Barca y Cayos Caribe, y una tubería submarina de 6.4 km que conectará el gas puerto con la central termoeléctrica, a través del paso Boca del Infierno.

Las preocupaciones principales sobre este proyecto se relacionan con los potenciales impactos de la Perforación Horizontal Dirigida (HDD, por sus siglas en inglés) sobre los ecosistemas marinos. Especialmente la posibilidad de una liberación inadvertida de lodo, como resultado de la perforación que se utilizará durante todo el proceso de ampliación del agujero. Este lodo está compuesto de bentonita y agua, y sería presurizado y bombeado a través de la barra de perforación para lubricar el barrenador, mantener el agujero y eliminar los recortes resultantes de la de perforación. Otras preocupaciones fueron expresadas por miembros de la comunidad durante la reunión del Comité Asesor de Manejo. La Declaración de Impacto Ambiental preparada por la Comisión Reguladora de Energía Federal (2015), informó que la construcción del proyecto perturbaría temporalmente aproximadamente 131.4 acres de tierra, agua superficial y el fondo marino, incluyendo 1.5 acres de tierra dentro de la propiedad existente de la Planta de Aguirre. Tal como se propuso, la construcción de las instalaciones fuera de la costa, incluyendo el gaspuerto, la tubería de interconexión submarina y las áreas de construcción de barcazas, afectaría directamente aproximadamente 129.9 acres del fondo marino. La operación de las instalaciones fuera de la costa impactaría permanentemente cerca de 22.9 acres de fondo marino. Este proyecto involucra el paso de embarcaciones que pueden alterar y dividir el paisaje, además de impactar el desarrollo del ecoturismo en el área.

La otra planta de energía está ubicada en el lado noreste de JBNERR y usa carbón como combustible para producir electricidad. Existe una falta de información sobre los efectos de los residuos de la combustión de carbón en los ecosistemas JBNERR. Sin embargo, los datos disponibles sugieren posibles efectos sobre los ecosistemas marinos que deberían estudiarse más a fondo.

## Degradación de la calidad del aire

La cuenca de la Bahía de Jobos es la segunda zona más industrializada de la Isla (Laboy et al., 2002) y recibe emisiones de dos fuentes principales de contaminantes tóxicos: la Planta Termoeléctrica del Complejo Aguirre y la AES Puerto Rico. El complejo Aguirre representa el 92% de las emisiones del inventario de emisiones tóxicas (TRI, por sus siglas en inglés) en Salinas, de acuerdo con la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA,

por sus siglas en inglés).<sup>6</sup> Sus emisiones incluyen, entre otros, naftaleno, compuestos aromáticos policíclicos y compuestos de plomo, los cuales han sido reportados como carcinógenos.

La otra planta de energía existente, AES, se ubica en el lado noreste de JBNERR y utiliza el carbón como combustible para producir electricidad. Representa el 97% de las emisiones del TRI en Guayama, que incluyen, entre otros, compuestos de plomo y dioxinas y compuestos similares a las dioxinas. Existe la necesidad de información sobre los efectos de los residuos de la combustión de carbón en los ecosistemas de JBNERR. Sin embargo, los datos disponibles sugieren posibles efectos sobre los ecosistemas marinos que deberían estudiarse más a fondo.

Withall et al., 2011, reportó concentraciones de arsénico (As) en los tejidos de coral en la Bahía Jobos que fueron más altos que los reportados en otros estudios en Puerto Rico. Las concentraciones de arsénico en los corales fueron más altas en los estratos ubicados mar afuera que los más cercanos a la costa. Este patrón podría ser el resultado de la deposición atmosférica de arsénico, producido por la combustión de fuentes de energías fósiles (carbón y petróleo) en las plantas generadoras de energía cercanas. En relación con otras regiones de Puerto Rico, las concentraciones de metales en las partículas aerotransportadas fueron más altas en la cuenca de Salinas, la cual incluye a la Bahía Jobos (Jiménez-Vélez et al., 2003 citada en Withall et al., 2011).

El agregado de estas emisiones producidas por las generatrices de energía eléctrica, las industrias farmacéuticas, los vertederos y de otras industrias y actividades impacta a JBNERR. Sin embargo, no se han realizado estudios a gran escala que intenten establecer una correlación entre los compuestos tóxicos transportados por el aire como resultado de los usos urbanos, industriales y agrícolas, y sus efectos sobre la Reserva (Laboy et al, 2002).

## Estatus crítico del acuífero de la costa Sur

El agua subterránea es la principal fuente de agua dulce en el Estuario de la Bahía de Jobos. También es la única fuente de suministro de agua para el municipio de Salinas. Diversos factores como la extracción de agua del acuífero para fines industriales, la impermeabilización de la superficie debido al proceso urbanizador y los cambios en las prácticas agrícolas, combinados con una reducción en la precipitación, han disminuido significativamente la recarga del acuífero. Esto causó la muerte del mangle negro maduro en la Unidad de Mar Negro.

---

<sup>6</sup> Toxic Release Inventory: facility Report:[<https://myrtk.epa.gov/info/report.jsp?ID=TRI&ID=00751PRPGPRO3K>]

Los pozos de agua cerca del abanico deltaico de Salinas están capturando el flujo de agua subterránea que de otra manera se descargaría a través de los manglares. El USGS indicó que de no ocurrir una reducción en las tasas de extracción, y ante un clima ligeramente más seco que el promedio, se reduciría sustancialmente la descarga de agua dulce a los manglares en JBNERR y podría ocurrir intrusión salina del estuario al acuífero (Kuniansky, 2010).

Esta situación podría empeorar debido a los efectos del cambio climático. Como se indicó, la lluvia ha estado por debajo del promedio; como resultado, la recarga disminuye y los niveles de agua subterránea disminuyen. Los niveles del acuífero medidos con los piezómetros del USGS en JBNERR estuvieron por debajo del promedio mínimo desde finales de 2014 y el nivel del agua en el acuífero confinado o profundo se mantuvo por debajo del nivel del mar desde finales de 2012 (Dieppa, 2015). Incluso un racionamiento de agua potable entró en vigencia en la región.

## Sequías

La falta de precipitación y los períodos estacionales secos también afectan la biodiversidad. En 2015, el Programa de Control de Sequía de EE.UU. cambió la clasificación de la porción Sureste de Puerto Rico, donde se encuentra la Reserva, de Inusualmente Seco (D0) en julio de 2015 a Sequía Severa (D2) y luego a Sequía Extrema (D3) en la segunda mitad del mes, una clasificación que prevaleció durante todo el mes de agosto de 2015.

Se observaron patrones secos en la vegetación, flujo mínimo en cuerpos de agua y aumento de polvos fugitivos en JBNERR. Las aves migratorias no se observaron en áreas tales como las salinas debido al ambiente seco, pero se observaron en áreas húmedas como Mar Negro (Dieppa, 2015). Los manatíes apenas se observaron y el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) no se observó en apareamiento mientras las condiciones secas estaban presentes en JBNERR (Dieppa, 2015).



**1. Mangle blanco defoliado al norte de la unidad de Mar Negro, debido a la sequía extrema del 2015**

**2. Vista aérea del mangle blanco impactado por la sequía severa**

Fuente: Angel Dieppa

## Acumulación de sargazo

La llegada de *Sargassum sp.* a las costas del Caribe es un fenómeno bastante reciente y no se han realizado suficientes investigaciones al respecto. Hipótesis recientes sugieren que se debe a los patrones variados del clima y a las temperaturas más cálidas en la región.

Desde junio de 2012, grandes cantidades de *Sargassum* llegaron a las costas de JBNERR en proporciones, que incluso los residentes locales dijeron que nunca habían visto en el área (Dieppa & Muñoz, 2015). Los coordinadores de Investigación y Manejo de la Reserva han estado documentando las llegadas y los posibles efectos en los ecosistemas de la Reserva. En julio de 2015, se observaron reducciones significativas en la cantidad de oxígeno disuelto (de 40% a 1%) en el agua, y una cantidad considerable de *Tetraodon sp.* Unos 31 individuos fueron encontrados muertos en la masa flotante de *Sargassum* (Dieppa y Muñoz, 2015). Otra observación fue que el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*) se retiró de su área agregación y apareamiento temporero.

Lo más probable es que si el *Sargassum* permanece flotando durante un largo período de tiempo reducirá la penetración de la luz en las comunidades subacuáticas, causando la muerte de las algas marinas y las algas del fondo. El *Sargassum* que queda atrapado en los manglares por un período de mediano a largo plazo tiene más probabilidades de tener un impacto negativo significativo en muchos aspectos de la estructura y función de este ecosistema, incluida la supervivencia de los árboles. Una

vez que el Sargassum muere, se descompondrá, introduciendo sustancias químicas disueltas y disminuyendo los niveles de oxígeno en el agua, afectando las raíces de los manglares y los organismos que viven en ellas. Los grandes depósitos de Sargassum en las playas también pueden dificultar que las pequeñas tortugas marinas encuentren su camino hacia el océano.

Se necesita más investigación para comprender los efectos y cambios causados por la llegada de Sargassum a las costas de JBNERR.



1. Vista aérea de la acumulación de Sargassum en la Estación 10 en Mar Negro, Julio 2015
2. Vista aérea de la acumulación de Sargassum en el Muelle de Pesca de Mar Negro, en la comunidad Las Mareas

Fuente: Angel Dieppa

## Especies invasoras

Se identificaron cuatro especies de fauna invasoras o problemática en la Reserva. Estas son la mangosta (*Herpestes auropunctatus*), la iguana verde (*Iguana iguana*), la rata (*Rattus rattus*) y el pez león (*Pterois volitans*).

- | La mangosta (*Herpestes auropunctatus*) se trajo por primera vez a Puerto Rico para controlar la infestación de ratas (*Rattus rattus*) en las plantaciones de caña de azúcar. Se dice que las mangostas viven hasta 20 años alimentándose de insectos, ranas, serpientes, pájaros, otros animales pequeños y frutas. Esta especie es una amenaza para la salud pública y la seguridad de los usuarios.
- | La iguana verde (*Iguana iguana*) es una especie herbívora. Aunque no existe información sobre su impacto en la Reserva, otras áreas estuarinas en Puerto Rico han informado que el mayor impacto ha sido la defoliación de los manglares, particularmente el mangle negro (*Avicennia germinans*) (Carlo y García, 2008). Las iguanas son especies territoriales y les gusta vivir en grupos, por lo que su dieta herbívora podría tener consecuencias negativas en los árboles dentro de su hábitat.
- | La rata (*Rattus rattus*) y los ratones han sido observados cerca de los zafacones ubicados en los Cayos. Estas especies pueden tener impactos adversos en la vida

silvestre, particularmente en las aves, ya que son especies depredadoras. Además, son una amenaza para la salud pública y la seguridad de los usuarios.

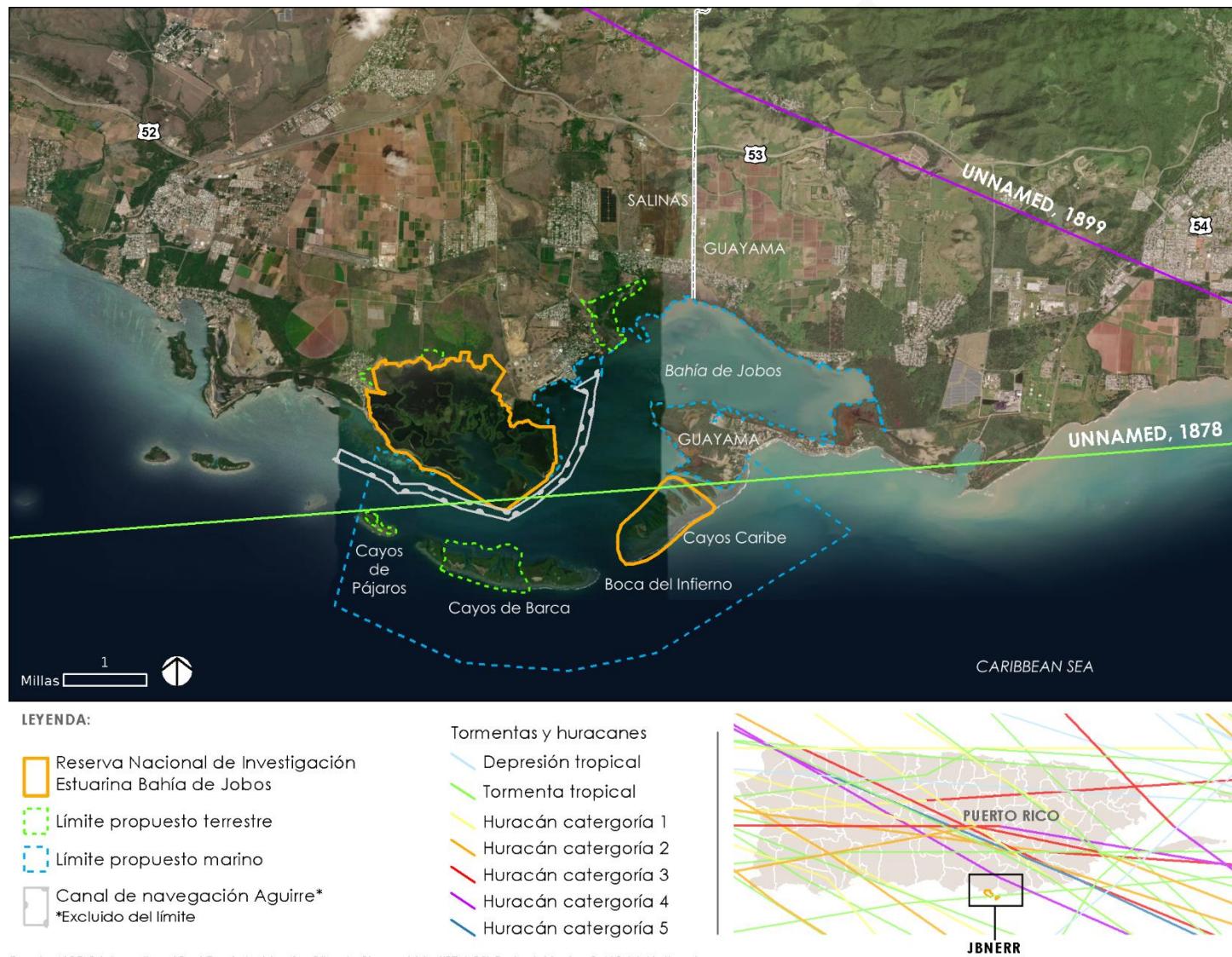
- | El pez león es una especie invasora que se encuentra en EE.UU., el Atlántico Sur y el Mar Caribe, incluyendo Puerto Rico. El pez león es depredador por naturaleza y tiene muy pocos depredadores naturales conocidos. Se sabe que el pez león reduce en gran medida las poblaciones de peces en los arrecifes donde se establecen. El pez león se pueden encontrar en la mayoría de los tipos de hábitats marinos de aguas cálidas en los trópicos desde un (1) hasta 1,000 pies (0.3 m hasta 305 metros) de profundidad, incluyendo fondos duros, manglares, algas marinas, así como corales y arrecifes artificiales.

## Cambio climático y sus impactos

### Sistemas climáticos tropicales

JBNERR está expuesto a los efectos causados por el cambio climático, que tienen el potencial de causar lluvias e inundaciones superiores al promedio en períodos cortos de tiempo, así como también fuertes vientos y marejadas ciclónicas. La temporada de huracanes en el Atlántico y el Caribe es de junio a noviembre. La trayectoria de huracanes y las costas con poca profundidad hacen que las costas del Sur y del Este de Puerto Rico sean las áreas más vulnerables a las marejadas ciclónicas, según se muestra en la siguiente figura.

**Figura 14. Trayectoria de huracanes que han impactado a Puerto Rico**



Fuente: NCDC International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS) Project, Version 3, NOAA National Centers for Environmental Information, 2015.

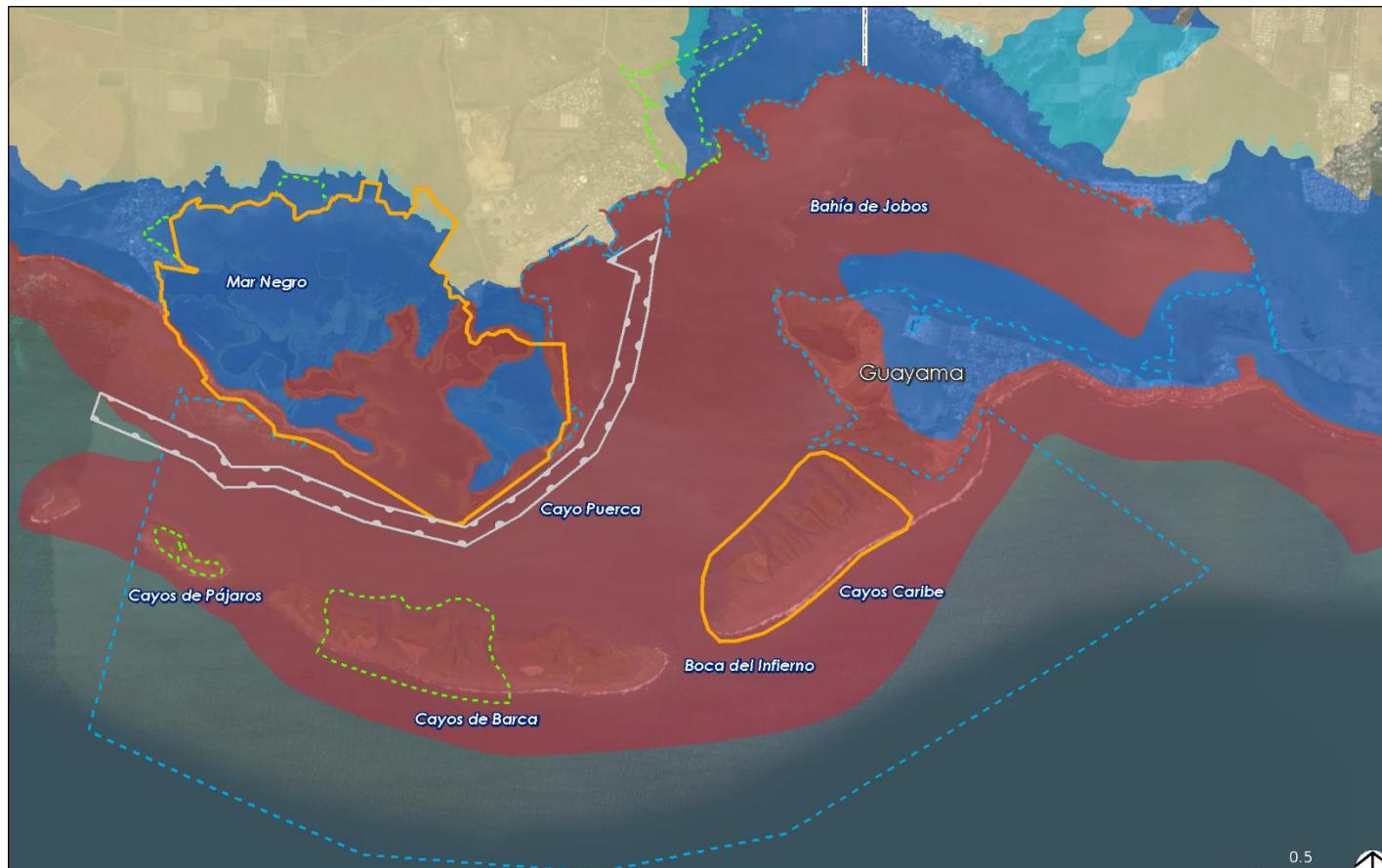
## Inundaciones costeras

Según los mapas preparados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), conocidos como los Mapas de Tasas de Seguros de Inundaciones (FIRM, por sus siglas en inglés), revisados en 2014, JBNERR se clasifica principalmente como zonas AE y VE. La Reserva tiene aproximadamente 1,016.74 acres clasificados como AE, que corresponden al cauce mayor de inundación. Por otro lado, las zonas VE (440.17 acres) son áreas sujetas a marejadas ciclónicas. La Tabla 4 presenta el área superficial de cada zona de inundación en la Reserva y la siguiente figura presenta su distribución.

**Tabla 4. Zonas de Inundación de FEMA en JBNERR**

Zona de Inundación	Descripción de la zona	Área (KM <sup>2</sup> )	Área (Acres)	Por ciento
<b>A</b>	1-por ciento-probabilidad de inundación generalmente determinado usando métodos aproximados	0.03	7.63	0.5%
<b>AE</b>	1-por ciento-probabilidad de inundación determinado por métodos detallados- anual	4.11	1,016.74	65.9%
<b>VE</b>	1-por ciento-probabilidad de inundación con riesgo adicional debido a la acción de la velocidad de las olas producida por la tormenta	1.78	440.17	28.5%
<b>X</b>	0.2-por ciento-probabilidad de inundación- anual	0.06	14.11	0.9%
<b>X</b>	Áreas de riesgo mínimo a inundación	0.26	63.78	4.1%
<b>TOTAL</b>		6.24	1,542.44	100.0%

**Figura 15. Zona de Inundación en la Bahía de Jobos (FEMA, 2014)**



**LEYENDA:**

- Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos
- Límite propuesto terrestre
- Límite propuesto marino
- Canal de navegación Aguirre\*  
\*Excluido del límite

**Zonas inundables**

- VE
- AE
- A
- X, 0.2 % riesgo de inundación anual
- X, área de riesgo mínimo de inundación

0.5  
Millas



Fuente: FEMA, National Flood Hazard Layer, 2014.

## **Efectos del cambio climático**

Los efectos del cambio climático que impactan los ecosistemas de JBNERR y las comunidades circundantes incluyen: aumentos en la temperatura superficial terrestre y marina, aumento en la intensidad de los eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y acidificación de los océanos.

Según Robinson et al., 2013, los principales estresores ecológicos identificados como impactos en las reservas de NERRS incluyen: contaminantes tóxicos, impactos de tormentas (sin incluir inundaciones), especies invasoras, fragmentación de hábitats, carga sedimentaria, erosión costera, carga de nutrientes/eutrofización y pérdida de hábitat. Los factores de estrés clave incluyen el desarrollo residencial, los el uso de terrenos en el pasado, el crecimiento de la población, el tratamiento de aguas residuales y el aumento del nivel del mar. Todos estos se aplican a JBNERR en varios niveles de magnitud. El informe también indica que la vulnerabilidad social es de particular preocupación en JBNERR.

Aunque JBNERR carece de un análisis de vulnerabilidad detallado, la información disponible en el "Estado del clima de Puerto Rico (2010-2013)", preparada por el Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC), ofrece un panorama general de aplicación a la Reserva.

### **▪ Aumento en la temperatura superficial terrestre**

Es probable que los eventos de temperatura extrema conduzcan a un aumento en el número de días cálidos y una disminución en el número de días más fríos (PRCCC, 2013). La vida silvestre, particularmente las especies ectotérmicas, son más vulnerables a un aumento en la temperatura superficial. Un aumento de las temperaturas puede alterar la atención de las especies adultas a sus nidos, además de afectar el comportamiento de los peces que le sirven de alimentos, lo que contribuye a que los juveniles no se desarrolle adecuadamente (PRCCC, 2013). Las temperaturas promedio más altas de la arena pueden conducir a cambios en la proporción del sexo de las tortugas marinas o prevenir la eclosión de los huevos.

### **▪ Aumento en la temperatura de la superficie del mar**

El PRCCC (2013) reportó que las aguas superficiales al sur de Puerto Rico se están calentando más rápidamente que las aguas superficiales al norte. Un efecto común de temperaturas oceánicas más cálidas es el blanqueamiento y la enfermedad de los corales.

Un estudio que utilizó un modelo de simulación, mostró que el aumento de la temperatura superficial del mar provoca cambios en las comunidades faunísticas y

aumenta el potencial de especies invasoras entre las especies de balloca (Svensoon et al., 2006, citado en PRCCC, 2013). Los moluscos, particularmente en las primeras etapas de su vida, son vulnerables a los cambios en la radiación UV, el pH y la temperatura del agua (Przeslawski et al., 2005, citado en PRCCC, 2013).

Según el informe, los mamíferos marinos son más vulnerables a los efectos del cambio climático relacionado con el aumento de las temperaturas y la degradación del hábitat. Los impactos pueden incluir: cambios en la abundancia; distribución, tiempo y rango de migración; estructura de la comunidad; presencia y composición de especies de competidores y depredadores; disponibilidad y distribución de presas; tiempo de reproducción, éxito reproductivo y, finalmente, supervivencia (Defra 2005, según citado en PRCCC, 2013). Este informe indica que combinado con el estresor toxicológico, el estrés térmico puede aumentar la mortalidad. Además, las temperaturas más cálidas pueden aumentar la toxicidad de los contaminantes que ya existen en las aguas costeras. En la Reserva esto es motivo de preocupación, dado que los factores de estrés actuales, como las descargas termales del Complejo Aguirre, podrían exacerbar las condiciones ya cálidas de las aguas.

#### ▪ Acidificación de los océanos

La acidificación de los océanos podría interferir con procesos críticos como la formación de arrecifes, el secuestro de carbono a través de la sedimentación del fitoplancton y las interacciones entre los consumidores y los recursos, debido al aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y la reducción en el pH del agua de mar.

En la Reserva, las especies más afectadas son los arrecifes de coral y otros organismos como el carrucho y muchos otros moluscos, poliquetos, algas coralinas, balloca y una amplia variedad de especies que producen esqueletos o conchas de carbonato de calcio.

#### ▪ Disminución en la precipitación

La evidencia actual sugiere que en Puerto Rico son más probables las condiciones más secas que las condiciones más húmedas (PRCCC, 2013). Una reducción en la precipitación, lo que ha sido documentado en la cuenca, empeoraría la recarga del acuífero de la costa Sur. Las sequías podrían resultar en la extracción excesiva, lo que reduciría sustancialmente la disponibilidad de agua y hasta causar subsidencia, situación que podría empeorar las inundaciones ante el aumento del nivel del mar. La intrusión salina también podría ocurrir, lo que a su vez afectaría el balance hídrico necesario por especies como los manglares. Además, la cantidad de agua dulce que entra en la Bahía podría reducirse, afectando a los manatíes. Estos son sólo dos ejemplos de los impactos potenciales de la disminución de las lluvias en la flora y fauna de la Reserva.

Un estudio publicado en el 2016, que explora las implicaciones de varias proyecciones de cambio climático para Puerto Rico, muestra que la temperatura aumentará de 4.6 ° C a 9 °C (8 ° F a 16 ° F) y la precipitación disminuirá hasta un 50% para finales del siglo (Khalyani et al., 2016). El estudio muestra las tendencias de aumento de los grados de frío por día, el aumento anual del número de días sin lluvia y el cambio de las zonas de vida ecológica a medida que los patrones de temperatura y precipitación cambian durante el próximo siglo.

Las implicaciones de estos resultados para la Reserva y su cuenca serían devastadoras. Los resultados de este estudio muestran que el bosque seco subtropical cambiará a bosque seco tropical en el 2040 y a bosque tropical muy seco en el 2099 (Khalyani et al., 2016).

- **Aumento en los eventos climáticos extremos**

Estos eventos incluyen un aumento en la frecuencia e intensidad de lluvias fuertes y un aumento en la intensidad de huracanes y tormentas tropicales. Los disturbios naturales, como los huracanes, pueden alterar la estructura física y biológica de los arrecifes de coral. Aunque el arrecife, en ausencia de factores de estrés adicionales, puede recuperarse mediante el crecimiento y el reclutamiento, los eventos intensos pueden causar daños graves y duraderos.

Otros efectos incluyen: inundaciones costeras, daños potenciales a la vegetación debido al viento y la marejada, y un aumento en la erosión costera, que puede ser severa en los cayos de la Reserva, causando una reducción del hábitat para el anidaje de tortugas marinas.

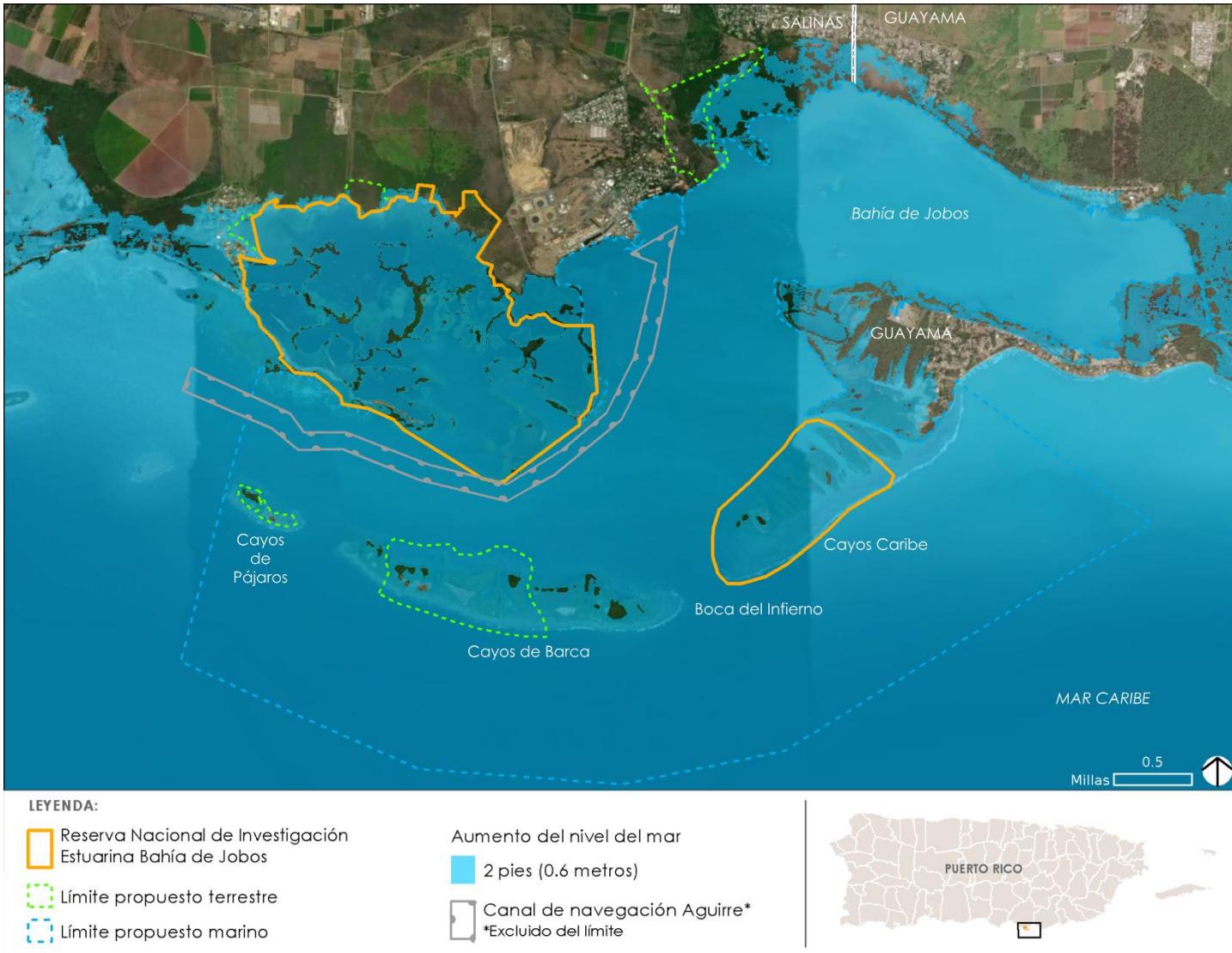
- **Aumento en el nivel del mar**

La Reserva es altamente vulnerable al incremento en el nivel del mar. Según el modelo de aumento del nivel del mar de la NOAA, un aumento de dos (2) pies inundaría el 82% de las tierras de la Reserva, particularmente los cayos y la Unidad Mar Negro, según se presenta en la siguiente figura.

Los impactos incluyen la intrusión salina en el acuífero de la costa Sur y los impactos resultantes en los ecosistemas, la agricultura y los medios de subsistencia. El aumento en el nivel del mar provocará cambios en la estructura y la migración de los bosques de manglar. Es posible que los mangles rojos migren hacia el interior a medida que aumenta el nivel del mar, reemplazando a los manglares negros. Si el manglar y el bosque seco ubicado al norte de la Reserva no se expanden a la misma velocidad, las aves migratorias que dependen de ambos hábitats se verían afectados (Rodríguez, 2012).

Finalmente, la pérdida y degradación de los ecosistemas de la Reserva tendrá impactos adversos en las comunidades económicamente deprimidas que la rodean, las cuales dependen de los ecosistemas para su protección, la pesca, el turismo, entre otros servicios. Las actividades económicas que dependen del acuífero también se verán afectadas.

**Figura 16. Aumento de 2 pies en el nivel del mar en JBNERR**



Fuente: NOAA Digital Coast, Oficina para el manejo costero, 2013.

## **Falta de información: impactos del cambio climático en los ecosistemas de la Reserva**

Se desconocen los efectos acumulativos de los estresores del cambio climático y las múltiples fuentes antropogénicas de cambio ambiental en los mamíferos marinos (PRCCC, 2013). Según el PRCCC (2013), existe la necesidad de entender la historia de vida de los mamíferos marinos, la exposición a contaminantes, cómo predecir y prevenir enfermedades y cómo los mamíferos marinos responden a los cambios ambientales a largo plazo. El grupo identificó que se necesita más investigación para determinar en qué medida los mamíferos marinos deben lidiar con un ecosistema cada vez más estresado. El informe indica que la investigación debe centrarse en un modelo de predicción de ecosistemas, basado en los datos de un conjunto de especies seleccionadas por las características de su historia de vida.

También indica que el entendimiento de las enfermedades que afectan los mamíferos marinos es poco, específicamente con respecto a cuáles son los componentes normales de un ecosistema marino saludable, frente a cuáles son las consecuencia de los factores antropogénicos. También se desconoce si existe un aumento en las enfermedades de los mamíferos marinos o cómo controlarlos o prevenirlos.

El informe también indica que la falta de entendimiento sobre la salud y la fisiología de los mamíferos marinos, entre otros factores, ha llevado a la incapacidad de evaluar adecuadamente los efectos de los contaminantes en estos mamíferos. El monitoreo se identificó como una acción requerida para determinar si los cambios en las acciones de manejo resultan en una reducción aumento o no hay cambios en las cargas en los tejidos.

## Apéndice 8.Comentarios públicos al Plan de Manejo y Aviso público en el Registro Federal

---



