

# **BORRADOR FINAL**

## Plan de Manejo del Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao



Fideicomiso de Conservación  
de Puerto Rico

Mayo 2010



# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 TRASFONDO .....	1
1.2 ÁREA NATURAL PROTEGIDA MEDIO MUNDO Y DAGÜAO (ANPMMD) .....	6
1.3 FUNDAMENTOS .....	13
1.4 VISIÓN Y METAS .....	13
1.5 METODOLOGÍA .....	15
1.5.1 Enfoque .....	15
1.5.2 Proceso de Planificación .....	19
<b>CAPÍTULO 2: MARCO DESCRIPTIVO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA</b> .....	<b>25</b>
2.1 DESCRIPCIÓN REFERENCIAL DEL ANPMMD .....	25
2.1.1 Localización, Delimitación y Titularidad .....	25
2.1.2 Accesos y Caminos .....	29
2.1.3 Usos Históricos del Suelo .....	32
2.2 COMPONENTES BIOFÍSICOS DEL ANPMMD .....	56
2.2.1 Clima .....	56
2.2.2 Geomorfología .....	63
2.2.3 Suelos .....	74
2.2.4 Hidrología .....	82
2.2.5 Flora y Fauna .....	99
2.2.6 Ecosistemas .....	105
2.3 ATRIBUTOS .....	132
2.3.1 Valor Natural .....	132
2.3.2 Valor Arqueológico e Histórico .....	134
2.3.3 Valor Recreativo .....	145
2.3.4 Valor Pesquero .....	147
2.3.5 Valor Educativo .....	154
2.3.6 Valor para la Investigación Científica .....	156
2.3.7 Valor Paisajístico .....	167
2.4 CONTEXTO REGIONAL .....	169
2.4.1 Características Ambientales .....	171
2.4.2 Características Socioeconómicas .....	179
2.4.3 Infraestructura .....	184
2.4.4 Tendencias de Desarrollo Urbano y Turístico .....	192
2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS .....	198
2.6 PLANES Y REGLAMENTOS VIGENTES Y PROPUESTOS .....	206
2.6.1 Programa de Manejo de la Zona Costanera .....	206
2.6.2 Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera .....	207
2.6.3 Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque .....	208
2.6.4 Zona de Interés Turístico Naguabo-Humacao .....	213
2.6.5 Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación .....	214
2.6.6 Plan para la Región Este de Puerto Rico .....	215
2.6.7 Plan de Re-uso de la Antigua Estación Naval Roosevelt Roads, Plan Especial y Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana y Futuros Ejercicios de Planificación ( <i>Riviera del Caribe</i> ) .....	215
2.6.8 Planes de Ordenación de los Municipios de Ceiba y Naguabo .....	218

**CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO ..... 219**

3.1 PROBLEMAS, AMENAZAS Y LIMITACIONES ..... 219

**CAPÍTULO 4: MANEJO DEL ANPMMD ..... 247**

4.1 VISIÓN Y PRINCIPIOS DEL MODELO DE MANEJO DEL ANPMMD ..... 247

4.1.1 Interconexión Mediante Corredores Ecológicos ..... 247

4.1.2 Manejo Colaborativo ..... 249

4.2 DESARROLLO DEL MODELO DE MANEJO ..... 250

4.2.1 Respuesta al Ámbito Complejo del ANPMMD ..... 250

4.2.2 Marco Teórico del Modelo de Manejo del ANPMMD ..... 252

4.3 ZONAS Y UNIDADES DE MANEJO ..... 258

4.3.1 Categorías de Manejo ..... 258

4.3.2 Proceso de Zonificación para el Manejo del ANPMMD ..... 261

4.4 ESTRUCTURA DE MANEJO Y PROGRAMAS ESPECIALES ..... 270

4.4.1 Administración ..... 270

4.4.2 Programa de Preservación, Conservación y Restauración de Ecosistemas 274

4.4.3 Programa de Educación, Interpretación y Ciudadano Científico ..... 279

4.4.4 Programa de Investigación Científica ..... 286

4.4.5 Programa de Ecoturismo, Recreación y Manejo de Visitantes ..... 292

4.4.6 Programa de Infraestructura y Mantenimiento ..... 298

4.4.7 Programa de Vigilancia y Seguridad ..... 300

4.4.8 Programa de Evaluación y Monitoreo ..... 303

4.4.9 Plan de Trabajo Anual ..... 304

4.5 FICHAS DE MANEJO Y PLANES DE ACCIÓN ..... 304

4.5.1 Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos ..... 308

4.5.2 Zona de Manejo: Ensenada Honda ..... 330

4.5.3 Zona de Manejo: Río Daguao ..... 352

4.5.4 Zona de Manejo: Isla Piñeros ..... 374

**CAPÍTULO 5: REFERENCIAS ..... 387**

**ANEJOS**



## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.1** Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao (ANPMMD)
- FIGURA 1.2** Parcelas De Conservación Identificadas en el Plan de Reuso de la ABNRR
- FIGURA 1.3** Cobertura del Bosque Insular de Ceiba (1939)
- FIGURA 1.4** Designaciones Especiales del ANPMMD
- FIGURA 1.5** Visión Regional de Interconexión de Corredores Ecológicos en la Región Este de Puerto Rico
- FIGURA 1.6** Proceso de Planificación del Plan de Manejo del ANPMMD
- FIGURA 2.1** Localización y Titularidad de las Áreas de Conservación del ANPMMD
- FIGURA 2.2** Accesos y Caminos al ANPMMD
- FIGURA 2.3** Nombres de Sectores y Áreas Especiales de la Base Naval Roosevelt Roads
- FIGURA 2.4** Cambios en el Patrón Hidrológico del Bosque de Mangle Los Machos
- FIGURA 2.5** Área de Restauración del Canal del Bosque Los Machos hacia Pasaje Medio Mundo
- FIGURA 2.6** Áreas Principales de Relleno del Bosque de Mangle y Alteración a la Quebrada Aguas Claras en Ensenada Honda
- FIGURA 2.7** Cambios en el Bosque de Mangle de Ensenada Honda
- FIGURA 2.8** Daños a Humedales por Derrame de *Jet Fuel* en el año 1999
- FIGURA 2.9** Usos Históricos de las Islas Piñeros y Cabeza De Perro
- FIGURA 2.10** Rosa del Viento – Distribución de Velocidad y Dirección del Viento en por cientos, en la Estación Meteorológica de la Antigua Base Roosevelt Roads en Ceiba
- FIGURA 2.11** Trayectorias de Huracanes y Tormentas Tropicales dentro y cercanas a la ABNRR
- FIGURA 2.12** Relieve Topográfico de la ABNRR y el ANPMMD

- FIGURA 2.13** Áreas Susceptibles a Inundación por un Tsunami en la ABNRR y la ANPMMD
- FIGURA 2.14** Mapas Geológicos de la ABNRR y el ANPMMD
- FIGURA 2.15** Mapas de Suelos de la ABNRR y el ANPMMD
- FIGURA 2.16** Mapas de las Áreas Inundables en la ABNRR y el ANPMMD
- FIGURA 2.17** Mapa de Áreas Propensas a Inundaciones por la Marejada Ciclónica Asociada a un Huracán Categoría 1, 3 y 5 en la ABNRR y el ANPMMD
- FIGURA 2.18** Ecosistemas y Cobertura de Suelo del ANPMMD y sus Áreas Adyacentes
- FIGURA 2.19** Mapas por Tipo de Cobertura de Suelo
- FIGURA 2.20** Áreas Sensitivas de Recursos Culturales en la ABNRR y el ANPMMD
- FIGURA 2.21** Ubicación de los Sitios Arqueológicos dentro del ANPMMD
- FIGURA 2.22** Contexto Regional y el ANPMMD
- FIGURA 2.23** Municipios que Componen la Región Este de la Junta de Planificación
- FIGURA 2.24** Contexto Regional de Áreas Naturales Protegidas
- FIGURA 2.25** Mapa Hidrográfico del Contexto Regional
- FIGURA 2.26** Áreas Susceptibles a Inundaciones en el Contexto Regional
- FIGURA 2.27** Infraestructura Principal del Contexto Regional
- FIGURA 2.28** Infraestructura Principal de la ABNRR
- FIGURA 2.29** Proyección de Cambio en Suelo Urbano en la Zona Costanera de la Zona Nordeste de Puerto Rico según el Programa de Manejo de la Zona Costanera
- FIGURA 2.30** Nueva Región Turística Este-Central de la Compañía de Turismo
- FIGURA 2.31** Hoteles y Atractivos Principales del Contexto Regional
- FIGURA 2.32** Área de Zonificación Especial del Yunque

- FIGURA 2.33** Cobertura Urbana en el Área de Zonificación Especial de El Yunque
- FIGURA 2.34** Zonificación Especial en los Terrenos Adyacentes al ANPMMD y la ABNRR
- FIGURA 2.35** Transferencias de Terrenos mediante el Plan de Reuso de la ABNRR
- FIGURA 3.1** Ubicación de Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos y Áreas de Preocupación
- FIGURA 3.2** Programa de Mejoras Capitales Propuesta para el Aeropuerto Regional de Ceiba (Proyección al 2025)
- FIGURA 4.1** Áreas de Conservación del ANPMMD
- FIGURA 4.2** Unidades de Manejo (Ecosistemas) y Cobertura de Suelo en el ANPMMD
- FIGURA 4.3** Zonas de Manejo del ANPMMD
- FIGURA 4.4** Visión del Futuro del ANPMMD (Zonas de Manejo y Zonas de Amortiguamiento y Conectividad del ANPMMD)
- FIGURA 4.5** Ecosistemas y Cobertura de Suelo de la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos
- FIGURA 4.6** Zonas de Amortiguamiento y Conectividad de la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos
- FIGURA 4.7** Unidades de Manejo de la Zona de Manejo: Ensenada Honda
- FIGURA 4.8** Zonas de Amortiguamiento y Conectividad de la Zona de Manejo: Ensenada Honda
- FIGURA 4.9** Unidades de Manejo de la Zona de Manejo: Río Dagüao
- FIGURA 4.10** Zonas de Amortiguamiento y Conectividad de la Zona de Manejo: Río Dagüao
- FIGURA 4.11** Unidades de Manejo de la Zona de Manejo: Isla Piñeros

## LISTA DE TABLAS

- TABLA 2.1** Cobertura y Titularidad de las Áreas de Conservación del ANPMMD
- TABLA 2.2** Áreas de Conservación Sujetas a Servidumbres de Paso
- TABLA 2.3** Temperatura (°F) Normal Mensual para la Estación #668412 en Roosevelt Roads (1959-2008)
- TABLA 2.4** Precipitación Normal Mensual (Pulgadas) para la Estación #668412 en Roosevelt Roads (1959-2008)
- TABLA 2.5** Dirección y Velocidad Promedio del Viento (Mph) durante el Año en la Estación Meteorológica de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads en Ceiba
- TABLA 2.6** Área Aproximada Comprendida por las Diferentes Formaciones Geológicas Existentes en la ABNRR
- TABLA 2.7** Área Aproximada Comprendida por los Diferentes Tipos de Suelo Existentes en la ABNRR y el ANPMMD
- TABLA 2.8** Resultados del Muestreo Sinóptico en la Quebrada Ceiba entre el 19 y 21 de julio de 2005
- TABLA 2.9** Resultados del Muestreo Sinóptico en la Quebrada Aguas Claras el 21 de julio de 2005
- TABLA 2.10** Resultados del Muestreo Sinóptico en el Río Dagüao el 21 de julio de 2005
- TABLA 2.11** Resultados del Muestreo Sinóptico en la Quebrada Palma el 21 de julio de 2005
- TABLA 2.12** Lista de Grupos Representados en el ANPMMD y en los Ecosistemas Marinos Relacionados
- TABLA 2.13** Ecosistemas y Cobertura de Suelo del ANPMMD y sus Áreas Adyacentes
- TABLA 2.14** Tipos de Hábitats de Arrecifes Presentes en las Aguas que rodean el ANPMMD
- TABLA 2.15** Descripción de los Sitios Arqueológicos Dentro del ANPMMD

- TABLA 2.16** Descripción de los Sitios Arqueológicos Adyacentes al ANPMMD
- TABLA 2.17** Pesca Reportada para los Municipios Costeros entre 2001 y 2006
- TABLA 2.18** Distribución de Área de los Municipios de Enfoque de la Región Este
- TABLA 2.19** Población por Municipio de la Región Este de la JP
- TABLA 2.20** Mediana de Ingreso Familiar (2000)
- TABLA 2.21** Familias Bajo el Nivel de Pobreza (2000)
- TABLA 2.22** Inventario de Habitaciones en los Municipios de Enfoque Endosadas por la Compañía de Turismo de Puerto Rico
- TABLA 3.1** Aves que Podrían Representar Amenazas a Aeronaves
- TABLA 4.1** Unidades de Manejo (Ecosistemas) y Cobertura de Suelo en el ANPMMD
- TABLA 4.2** Zonas de Manejo del ANPMMD
- TABLA 4.3** Componentes y Descripción de las Fichas de Manejo

## LISTA DE ANEJOS

- ANEJO 1** Listado de Especies Clasificadas como Elementos Críticos por el DRNA
- ANEJO 2** Listado de Invertebrados Identificados en el ANPMMD y la ABNRR
- ANEJO 3** Listado de Peces Identificados en el ANPMMD y sus Áreas Circundantes
- ANEJO 4** Listado de Anfibios Identificados en el ANPMMD y la ABNRR
- ANEJO 5** Listado de Reptiles Identificados en el ANPMMD y la ABNRR
- ANEJO 6** Listado de Aves Identificadas en el ANPMMD y la ABNRR
- ANEJO 7** Listado de Mamíferos Identificados en el ANPMMD y la ABNRR
- ANEJO 8** Listado de Plantas Identificadas en el ANPMMD y la ABNRR

## LISTA DE ACRÓNIMOS

AAA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
ABNRR	Antigua Base Naval Roosevelt Roads
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica
ANPMMD	Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao
APF	Autoridad del Portal del Futuro
ARPE	Administración de Reglamentos y Permisos
AOC	Área de Preocupación ( <i>Area of Concern</i> )
BRAC	Ley Federal sobre Realineamiento y Cierre de Bases ( <i>Base Realignment and Closure Act</i> )
cds	Cuerdas
DDEC	Departamento de Desarrollo Económico y Comercio
DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
DON	Departamento de la Marina ( <i>Department of Navy</i> )
EUA	Estados Unidos de América
EPA	Agencia Federal de Protección Ambiental ( <i>US Environmental Protection Agency</i> )
FCPR	Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico
FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias ( <i>Federal Emergency Management Agency</i> )
h	Hora
ha	Hectáreas
IITF	Instituto Internacional de Dasonomía Tropical ( <i>International Institute of Tropical Forestry</i> )
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ( <i>International Union for the Conservation of Nature</i> )
JCA	Junta de Calidad Ambiental
JP	Junta de Planificación
km	Kilómetros
km/h	Kilómetros por hora

km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
LRA	Autoridad de Re-desarrollo Local ( <i>Local Redevelopment Authority</i> )
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup> s	Metros cúbicos por segundo
MAB	Programa El Hombre y la Biósfera de la UNESCO
MGD	Millones de galones diarios
mi	Millas
mi <sup>2</sup>	Millas cuadradas
mm	Milímetros
NMFS	Servicio Federal de Pesquerías Marinas ( <i>National Marine Fisheries Service</i> )
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica ( <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> )
snm	Sobre el nivel mar
ppm	Partes por mil
RAB	Junta Consejera de Restauración ( <i>Restoration Advisory Board</i> )
RCRA	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos ( <i>Resource Conservation and Recovery Act</i> )
SHPO	Oficina Estatal de Conservación Histórica ( <i>State Historic Preservation Office</i> )
SWMU	Unidad de Manejo de Desperdicios Sólidos ( <i>Solid Waste Management Unit</i> )
tpd	Toneladas promedio diarias
USEPA	Agencia Federal de Protección Ambiental ( <i>US Environmental Protection Agency</i> )
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USFWS	Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre ( <i>US Fish and Wildlife Service</i> )
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos ( <i>US Geological Service</i> )



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

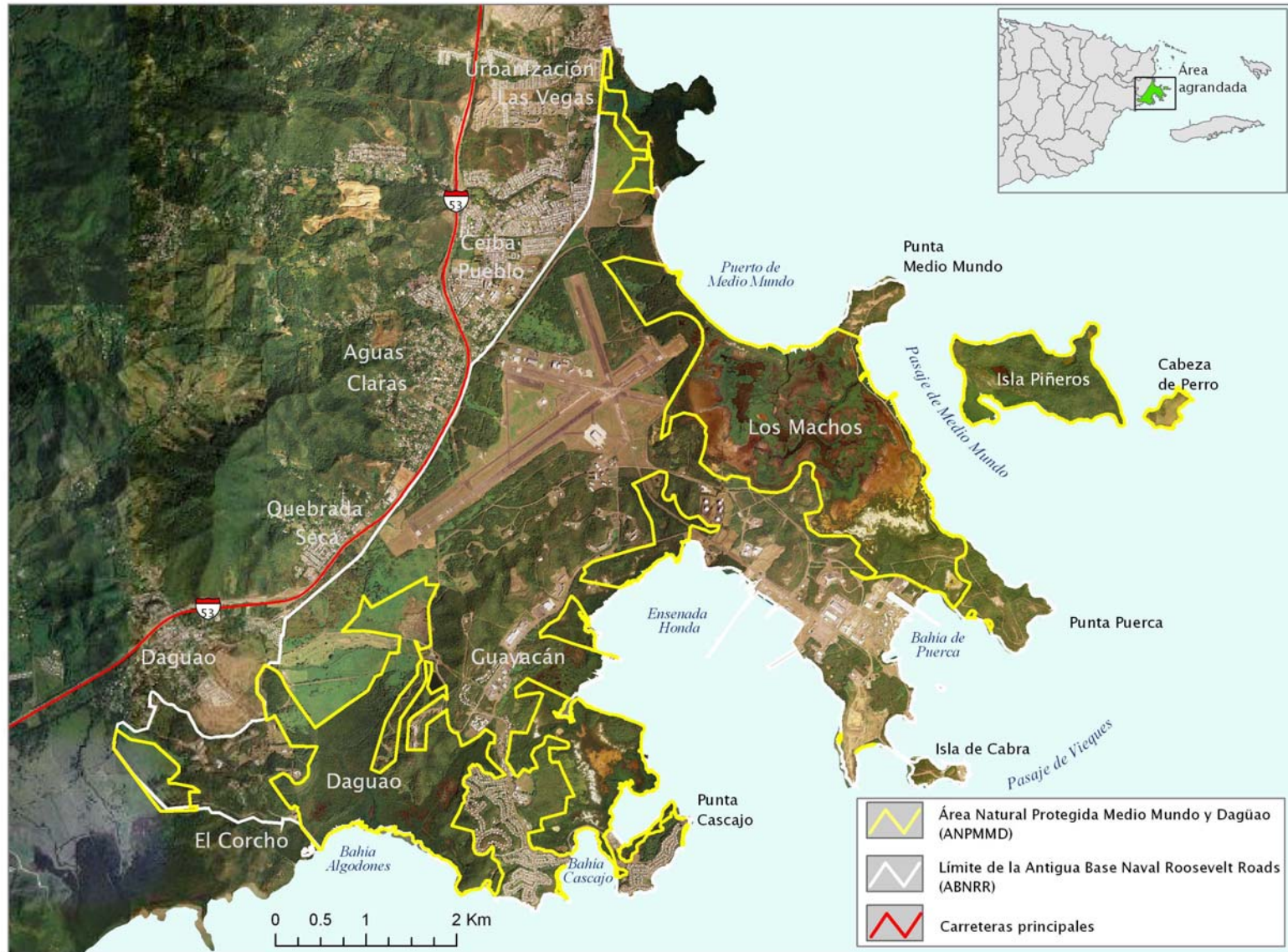
### 1.1 TRASFONDO

El Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao (ANPMMD) es una zona de extraordinario valor natural y ecológico ubicada en la zona costera oriental de Puerto Rico. Esta área natural protegida tiene una superficie aproximada de 3,440 cuerdas de terreno localizadas en su mayoría en los barrios Demajagua, Los Machos, Guayacán y Quebrada Seca del Municipio de Ceiba y con menor extensión en el barrio Dagüao del Municipio de Naguabo (Ver Figura 1.1).

Los terrenos que componen el ANPMMD formaban parte de las más de 8,910 cuerdas de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (ABNRR). Esta base naval comenzó a operar como una facilidad militar en el año 1943, principalmente como un punto de movilización para el entrenamiento de numerosas maniobras militares aéreo-navales. Este complejo militar, que contaba con una extensa área portuaria, un aeropuerto y áreas de almacenamiento de municiones, entre otros usos industriales, comerciales y residenciales, fue la principal base naval estadounidense en Puerto Rico y el Caribe y la más grande en el mundo fuera del territorio continental. Según Piñero Cádiz, “Roosevelt Roads fue de vital importancia para la defensa global, el hemisferio occidental y la preparación bélica de la Flota Atlántica estadounidense y sus aliados” (2008, p. 38).

Luego de más de 60 años de operación, la base cesó operaciones el 31 de marzo de 2004 en respuesta a una ley del Congreso de los Estados Unidos de América (EUA) que ordenaba su cierre oficial como base militar (Ley 108-87 del 30 de septiembre de 2003). Desde entonces, el gobierno de los EUA, en conjunto con el gobierno de Puerto Rico, lleva coordinando el proceso de cierre, disposición, reutilización y redesarrollo de todos los terrenos que integraban la antigua base naval. Todo este proceso se lleva a cabo bajo los procedimientos y autoridades conferidas en la Ley Federal sobre Realineamiento y Cierre de Bases de 1990 (*Base Realignment and Closure Act*, BRAC, por sus siglas en inglés). El propósito de la Ley BRAC es ofrecer ayuda a las comunidades cercanas a instalaciones militares clausuradas, establecer un programa costo efectivo de limpieza ambiental y maximizar el potencial de desarrollo económico de la región aledaña a estas instalaciones. La Ley también requiere de la elaboración

**FIGURA 1.1**  
**ÁREA NATURAL PROTEGIDA MEDIO MUNDO Y DAGÜAO (ANPMMD)**



de un Plan de Redesarrollo de la instalación militar por parte del departamento militar concernido, en este caso la Marina de los EUA, y de las autoridades locales, actuando a través de un ente denominado como la Autoridad de Redesarrollo Local (*Local Redevelopment Authority*, LRA, por sus siglas en inglés).

Mediante una Orden Ejecutiva del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELAPR) del 28 de octubre de 2003 (#OE-2003-66) se designó al Departamento de Desarrollo Económico y Comercio (DDEC) como la LRA de la antigua base naval. El 20 de noviembre del 2003, el Departamento de la Defensa de los EUA reconoció oficialmente al DDEC como la LRA, la cual sería responsable de la planificación, redesarrollo y reutilización de la ABNRR y sería la única entidad reconocida por el gobierno federal para trabajar y negociar con la Marina de los EUA sobre el futuro de esta zona.

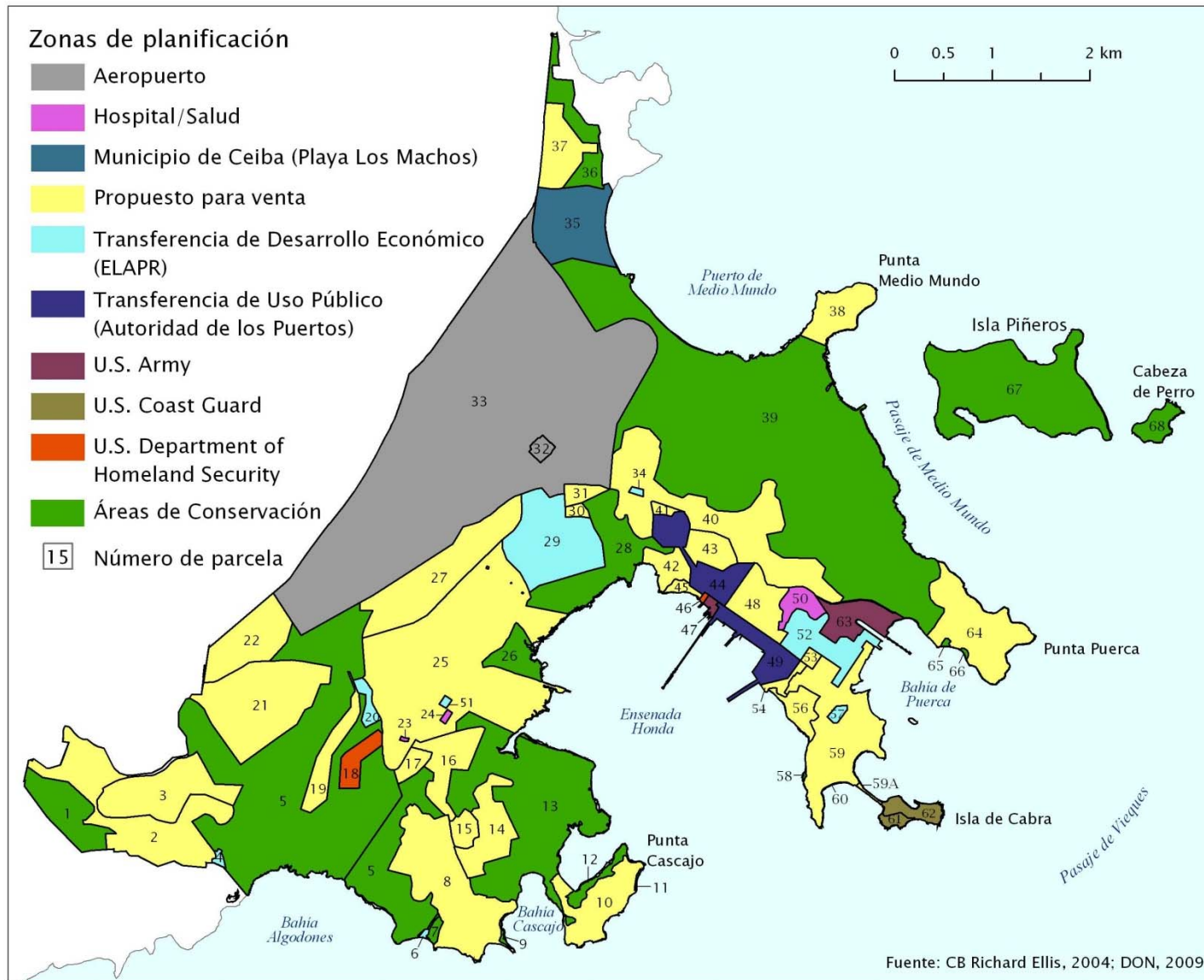
El 29 de septiembre de 2004, la Legislatura de Puerto Rico aprobó la Ley 508 que creó la Autoridad para el Redesarrollo de los Terrenos y Facilidades de la Estación Naval Roosevelt Roads dentro del DDEC, la cual se conoce en el presente como la Autoridad del Portal del Futuro (APF). La LRA contrató una firma de consultores, CB Richard Ellis, para asistirles en su esfuerzo de identificar oportunidades y limitaciones para la ABNRR y preparar un Plan de Reuso de la zona. Tanto el DRNA, como el Fideicomiso, sometieron ante la LRA propuestas de transferencias de uso de beneficio público (*public benefit conveyances*) para los terrenos de alto valor ecológico dentro de la ABNRR<sup>1</sup>.

La firma de CB Richard Ellis completó el Plan de Reuso de la Base Naval de Roosevelt Roads en diciembre de 2004. Este Plan tenía como meta primordial aminorar los impactos negativos inmediatos a la región circundante mientras se creaba un plan dinámico para promover el desarrollo socioeconómico de la región y de la Isla (CB Richard Ellis et. al, 2004). En la confección del Plan de Reuso se dividieron los terrenos de la ABNRR en nueve (9) Zonas de Planificación basadas en los usos del suelo existentes, en las áreas desarrolladas y en las características biofísicas de los terrenos. Dentro de las Zonas de Planificación, el Plan de Reuso identificó unas 17 Áreas de Conservación que integraban terrenos de la ABNRR con presencia significativa de humedales, áreas inundables y ecosistemas de alto valor ecológico, las cuales representaban más de 3,418 cuerdas (3,320 acres) de terreno [Ver Parcelas Número 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 28, 36, 39, 58, 60, 65, 66, 67 y 68 en la Figura 1.2].

---

<sup>1</sup> La propuesta del Fideicomiso se titulaba *Medio Mundo and Daguao Reserves System – a Proposal for the Integrated Conservation and Sustainable Use of land-based, freshwater, coastal and marine ecosystems*.

**FIGURA 1.2**  
**PARCELAS DE CONSERVACIÓN IDENTIFICADAS EN EL PLAN DE REUSO DE LA ABNRR**



El Plan de Reuso recomendaba que el título de propiedad de las Áreas de Conservación traspasara al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) y que el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR) administrara, manejara, y mantuviera estas Áreas de Conservación, en estrecha coordinación con el DRNA. Luego de aprobado el Plan de Reuso, el Departamento de la Defensa de los EUA estableció que 15 de estas 17 Áreas de Conservación estaban listas para ser transferidas como una transferencia para uso de beneficio público (*public benefit conveyance*), mediante las directrices de la Ley de Propiedades y Servicios Administrativos Federales de 1949 (*Federal Property and Administrative Services Act*).

Por consiguiente, el Departamento de la Defensa le asignó la titularidad de aproximadamente 3,054 cuerdas de terreno de estas 15 Áreas de Conservación al Servicio Nacional de Parques, adscrito al Departamento de lo Interior de los EUA. Las dos parcelas restantes (Parcelas Número 67 y 68), las cuales representan más de 365 cuerdas de terrenos en las islas y cayos de Piñero y Cabeza de Perro, serían transferidas posteriormente para un uso de beneficio público luego que culmine el proceso de limpieza de contaminación de sus terrenos.

El 5 de marzo de 2007, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) firmó un acuerdo con el Programa de Terrenos Federales a Parques (*Federal Lands to Parks Program*) del Servicio Nacional de Parques para establecer su interés y compromiso de convertirse en el titular de todas las Áreas de Conservación identificadas en el Plan de Reuso. Entre los términos y condiciones más importantes del acuerdo, cabe resaltar el compromiso de que el DRNA utilizará estos terrenos para fines recreativos y como parque público a perpetuidad.

Luego de este acuerdo, el DRNA firmó una escritura el 7 de febrero de 2008 donde el Servicio Nacional de Parques le transfería el título de propiedad de las más de 3,075 cuerdas de las 15 Áreas de Conservación (Parcelas Número 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 28, 36, 39, 65 y 66). La diferencia que se observa en la cantidad de terrenos transferidos entre los acuerdos preliminares y la escritura de título entre el Servicio Nacional de Parques y el DRNA, la cual refleja un aumento de 21 cuerdas de terrenos, corresponde al proceso de mensura del terreno que se realizó para la transferencia de titularidad.

Antes de que se oficializara esta transferencia de titularidad, específicamente el 22 de julio de 2006, el DRNA ya había firmado un acuerdo con el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico con el propósito de que el Fideicomiso:



*“administre, maneje y mantenga las Áreas de Conservación de la ABNRR (y posteriormente los terrenos compuestos por las islas y cayos de Piñero y Cabeza de Perro) de la forma en que fue recomendado por la LRA en su Plan de Reuso y para promover la conservación y protección integrada de las Áreas de Conservación y de los ecosistemas y hábitats que se encuentran en los mismos”.*

## **1.2 ÁREA NATURAL PROTEGIDA MEDIO MUNDO Y DAGÜAO**

Actualmente, todas las Áreas de Conservación de la ABNRR están constituidas en lo que se ha denominado como el Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao (ANPMMD). Se utiliza el término “área natural protegida” debido a que esta zona todavía no cuenta con una designación oficial de “Reserva Natural” por parte del DRNA y la Junta de Planificación (JP). La designación de un área como Reserva Natural constituye un mecanismo de naturaleza administrativa, mediante el cual se identifica, califica, delimita, recomienda y adopta la decisión de proteger dicha área de alto valor natural, para asegurar que los usos y las actividades en esta área y zonas adyacentes (zonas de amortiguamiento) sean compatibles con su propia naturaleza.

El ANPMMD consiste de 17 parcelas de variados tamaños, las cuales están entrelazadas y/o fragmentadas por terrenos de uso residencial, comercial, urbano e industrial de la antigua base naval al igual que de parches de bosques y diversos cuerpos de agua. Por el sur, el ANPMMD incluye parcelas que comprenden valles costeros de Naguabo y el área de inundación por desbordamiento o infiltración del estuario del Río Dagüao entre Ceiba y Naguabo. El área natural protegida cubre también partes de dos penínsulas principales y consecutivas en la costa de Ceiba, una de ellas asociada a Punta Algodones y Punta Cascajo, y la restante a Punta Puerca, Punta Medio Mundo y Punta Figueras. Estas dos penínsulas mayores se encuentran separadas entre sí por una bahía natural conocida como Ensenada Honda, la cual contiene diversas parcelas de conservación. Las costas de estos dos rasgos geográficos principales aludidos muestran un perfil ondulante o irregular que da lugar a la presencia de varias ensenadas o bahías adicionales (tales como, Bahía Algodones, Bahía de Puerca y Puerto Medio Mundo) y a la presencia de varios cabos. Las islas Piñeros y Cabeza de Perro y un cayo menor conocido como Cayo Piñerito, a corta distancia del tramo de costa entre Punta Puerca y Punta Medio Mundo, también forman parte de las parcelas de conservación. Estos están separados por un estrecho pasaje marino llamado Pasaje Medio Mundo.

Los recursos naturales costeros presentes en el ANPMMD incluyen ecosistemas terrestres, acuáticos, estuarinos y transicionales entre los mismos. En el ANPMMD se encuentran la mayoría de los tipos de humedales costeros clasificados en Puerto Rico, tales como manglares, ciénagas y pantanos de *Pterocarpus*. El bosque de mangle del ANPMMD representa el segundo bosque de mangle más grande de todo Puerto Rico (luego del Bosque Estatal de Piñones) y alberga una cantidad sustancial de cuerdas con ejemplares de mangle enano, considerados únicos en el mundo. A su vez, ha sido identificado como uno de los mejores hábitats de mangle que existen en Puerto Rico (Lewis, 1986). En los terrenos costeros y las áreas marinas del ANPMMD también se pueden observar áreas comprendidas por playas arenosas, playas rocosas, arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas. La conservación adecuada de todos los ecosistemas terrestres, acuáticos, estuarinos y transicionales del ANPMMD es esencial para el bienestar de las frágiles comunidades marinas tropicales asociadas a los mismos.

Los diversos ecosistemas presentes en el ANPMMD albergan una gran riqueza biológica la cual incluye 26 especies raras, endémicas, vulnerables o en peligro de extinción, incluyendo el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), la mariquita (*Agelaius xanthomus*), la boa puertorriqueña (*Epicrates inornatus*), la cobana negra (*Sthalia monosperma*) y tres especies de tortugas marinas: el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*); el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Este grupo de especies se consideran elementos críticos, que dependen de la integridad natural de la ANPMMD para subsistir.

El valor del ANPMMD se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas costeros como las praderas de yerbas marinas que se extienden desde Ceiba y Naguabo hasta la isla de Vieques, las cuales albergan una de las dos poblaciones más grandes en Puerto Rico del manatí antillano (*US Fish and Wildlife Service*, 2009) y aquellos ecosistemas presentes en las condiciones montañosas correspondientes al Bosque Nacional El Yunque. La conexión entre el bosque seco subtropical de las Áreas de Conservación del ANPMMD y el bosque pluvial montano bajo en las partes más altas de El Yunque permite tener representados en una región relativamente pequeña, las seis zonas de vidas identificadas en Puerto Rico, lo que constituye un fenómeno natural de extrema singularidad.

La mayoría de los bosques de mangle que forman parte del ANPMMD han estado bajo algún régimen de conservación por más de 100 años. Durante el último cuarto del Siglo XIX, éstos integraban unidades del sistema de bosques insulares reconocidos por el Gobierno Español bajo la jurisdicción de los planes de manejo de la Inspección Forestal de Puerto Rico. Luego del cambio de soberanía a favor de los EUA, los

bosques de mangle de Ceiba y Naguabo fueron proclamados por el gobierno local de Puerto Rico en virtud de la Proclama del 28 de mayo de 1918 del entonces Gobernador Arthur Yager, quien declaró diversas zonas de manglares de la Isla como Bosques Insulares incluyendo estos terrenos como parte del Bosque Insular de Ceiba (Ver Figura 1.3).

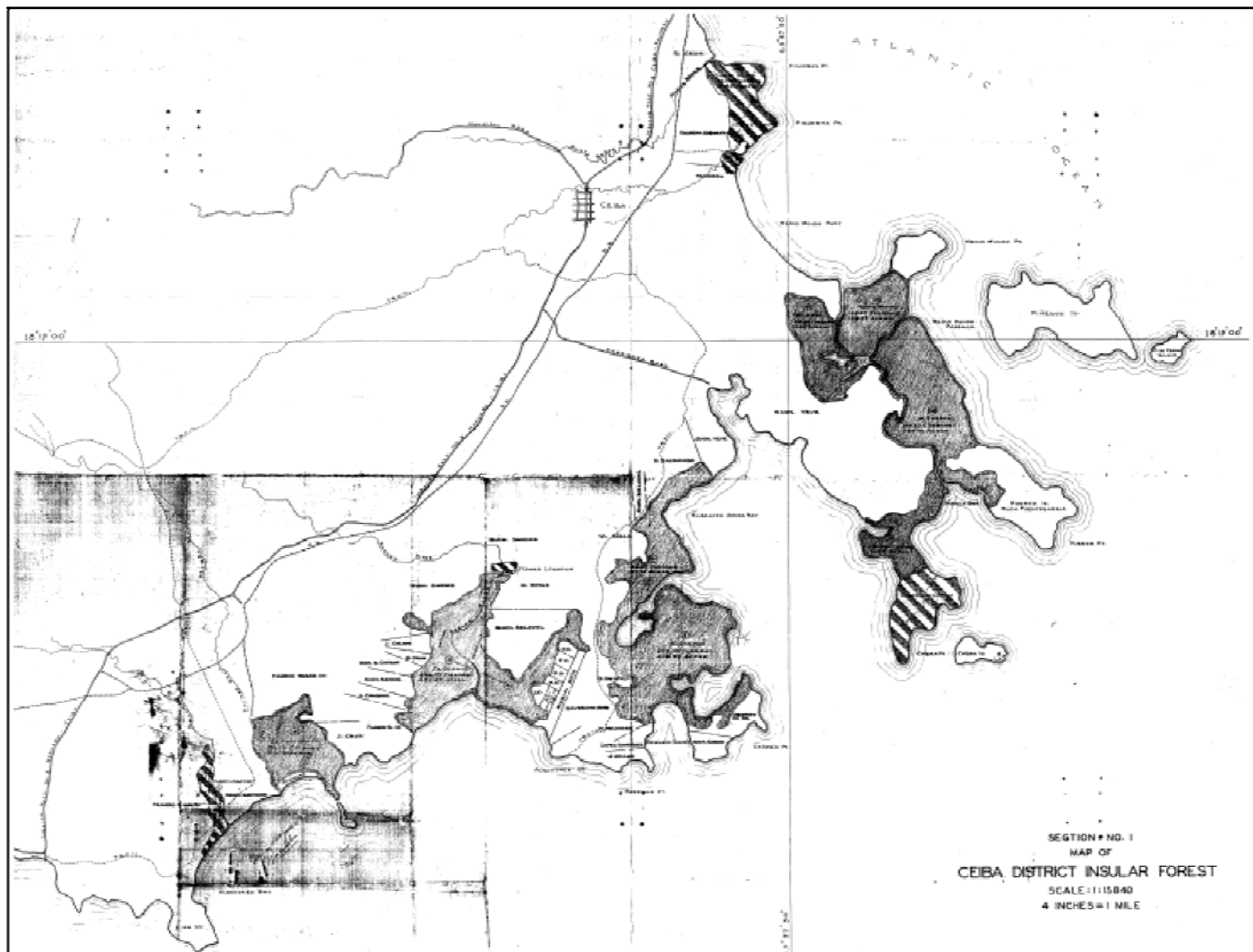
Para la década de 1940, todos los terrenos del ANPMMD fueron objeto de expropiación o transferencia por la Marina de los EUA para establecer y operar la antigua base naval Roosevelt Roads. Los terrenos de bosque de mangle que formaban parte del Bosque Insular de Ceiba, proclamado en el año 1918, fueron trasferidos por el Gobierno Insular de Puerto Rico al Gobierno de los EUA mediante la Ley 54 aprobada por la Legislatura de Puerto Rico el 26 de abril de 1941. Aunque esta transferencia derogó la designación de Bosque Insular de estos terrenos, los mismos estuvieron protegidos, en su mayoría, de presiones urbanas o pérdidas sustanciales de hábitats de alto valor ecológico debido a que la Marina los utilizaba como zonas de amortiguamiento de las áreas desarrolladas de la base y los manejaba con estrictos límites de acceso para propósitos de seguridad. Por consiguiente, puede estipularse que muchos de los terrenos que hoy forman parte del ANPMMD (en especial, los bosques de mangle) funcionan como un área natural protegida desde hace más de 100 años, tiempo durante el cual han sido manejados bajo una política general de protección y conservación.

Durante las últimas décadas, los terrenos del ANPMMD han recibido designaciones especiales por parte de agencias federales y estatales (Ver Figura 1.4), tales como en:

- **1979:** El DRNA designó parte de los terrenos del ANPMMD como un Área Crítica para la Vida Silvestre, bajo el nombre de “Base Naval Roosevelt Roads” (Raffaele and Duffield, 1979).
- **1988:** El DRNA mantuvo la designación de Área Crítica para la Vida Silvestre para los terrenos designados bajo el nombre de “Base Naval Roosevelt Roads” (Cardona and Rivera, 1988).
- **1995:** El Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre clasificó gran parte de los terrenos de la antigua base naval, incluyendo el área de bosque de mangle y aguas costeras del ANPMMD, como Hábitat Crítico para la mariquita, ave endémica en peligro de extinción (USFWS, 1995).



**FIGURA 1.3**  
**COBERTURA DEL BOSQUE INSULAR DE CEIBA (1939)**



**Fuente:** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Instituto de Dasonomía Tropical.  
"The Insular Forest Atlas – 1948". Dibujado y trazado el 2 de agosto de 1939.

- **2004:** El DRNA incorporó toda el área que comprende el ANPMMD y otras áreas adyacentes en el Inventario de Áreas con Prioridad para Conservación para Puerto Rico, bajo el nombre “Playa de Fajardo-Cayo Algodones”, según las disposiciones de la Sección 5 de la Ley del Programa de Patrimonio Natural.
- **2005:** El DRNA declaró toda el área que comprende el ANPMMD como una de las Áreas de Importancia Primaria y Crítica para la Vida Silvestre en Puerto Rico (integrada en las áreas bajo los nombres de “Costa de Fajardo” y “Bosques de Mangle de la ABNRR”). Esta designación se establece principalmente por la presencia de hábitats en estado prístino, los cuales son importantes para diversas especies en peligro de extinción, tales como el manatí antillano, las tortugas marinas como el tinglar y el carey de concha, y diversas aves migratorias, residentes o endémicas, como la mariquita (Ventosa, E.A. et al., 2005).
- **2007:** El DRNA designó al bosque de mangle y las lagunas de Ceiba como un Área Focal para Aves Acuáticas de Puerto Rico (*Puerto Rico Waterfowl Focus Area*), como parte de la iniciativa titulada en inglés como el *Atlantic Coast Joint Venture*. (Ventosa, E.A. et al., 2007). Esta iniciativa colaborativa está enfocada en la conservación de hábitats óptimos para aves nativas y migratorias en su área de vuelo (*flyway*) de toda la costa Atlántica de los Estados Unidos, cubriendo 18 estados y territorios desde el estado de Maine hasta Puerto Rico (Ventosa, E.A. et al., 2007).
- **2008:** La organización *BirdLife International* reconoció a partes de los municipios de Ceiba y Naguabo, especialmente las áreas naturales que forman parte del Bosque Estatal de Ceiba y de la ABNRR, como un Área Importante para Aves en el Caribe (*Important Bird Area*). Esta Área Importante para Aves es de importancia mundial por la presencia de la mariquita, al igual que de otras especies endémicas de espacios restringidos, tal como el zumbadorcito crestado (*Orthorhyncus cristatus*) (Birdlife International, 2009).

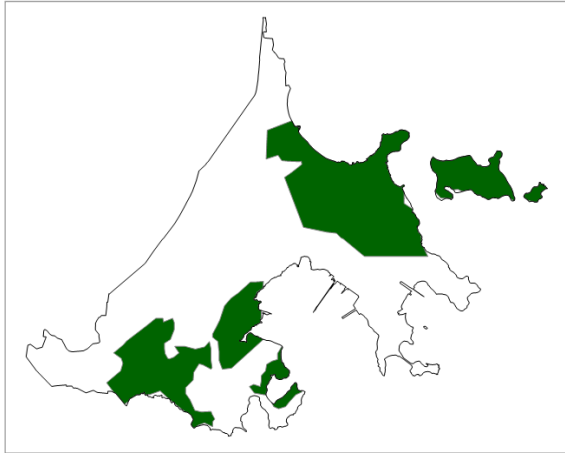
El ANPMMD también es una zona de extraordinario valor histórico y cultural. Gran parte de los terrenos que comprenden el área natural protegida han sido catalogados como altamente o moderadamente sensitivos a la presencia de recursos culturales de interés arqueológico. Hasta la fecha, se han identificado 12 yacimientos arqueológicos dentro de las Áreas de Conservación, los cuales confirman que en esta zona hubo ocupación continua de todas las culturas aborígenes de Puerto Rico (arcaicos, saladoides/ignieris y taínos). Todos estos yacimientos han sido catalogados como

elegibles a incluirse en el Registro Nacional de Lugares Históricos, según los criterios de la Ley Nacional de Conservación Histórica (*National Historic Preservation Act*).

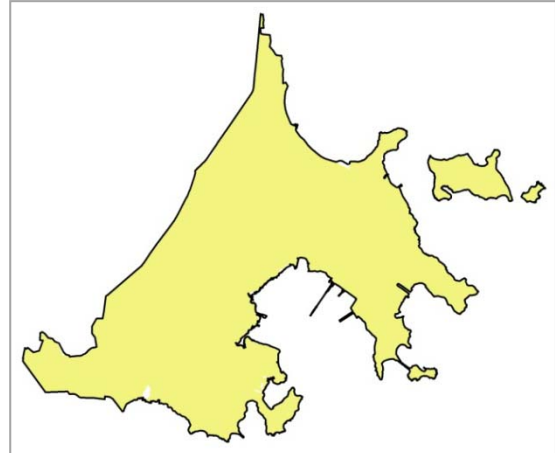
A su vez, en los terrenos de la otrora Base Naval Roosevelt Roads se han identificado yacimientos con materiales domésticos o industriales relacionados con los diversos auge de la industria de la caña en los Siglos 18, 19 y 20. Además, estos terrenos fueron objeto de ocupación militar desde la década de 1940 y albergan una variedad de edificaciones militares, algunas construidas durante la Segunda Guerra Mundial, que también han sido catalogadas como de alto valor histórico y arquitectónico (DON, 1999b).

**FIGURA 1.4**  
**DESIGNACIONES ESPECIALES DEL ANPMMD**

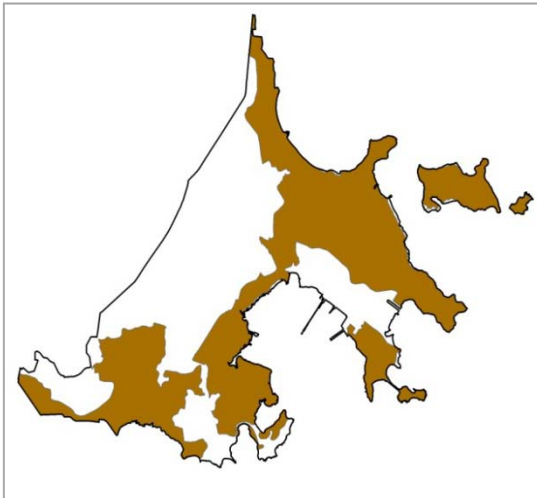
**Área Crítica para la Vida Silvestre**  
**(1979, 1988 y 2005)**



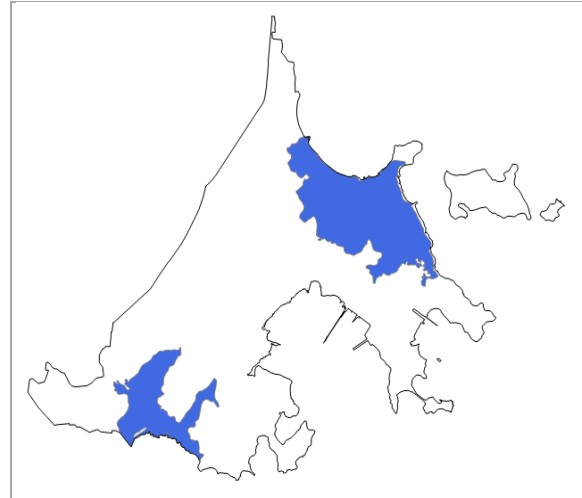
**Hábitat Crítico para la Mariquita**  
**(1995)**



**Área con Prioridad de Conservación**  
**en Puerto Rico**  
**(2004)**



**Área Focal para Aves Acuáticas**  
**de Puerto Rico**  
**(2007)**



### 1.3 FUNDAMENTOS

La elaboración de este Plan de Manejo se concreta en virtud del acuerdo firmado entre el DRNA y el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR) el 22 de julio de 2006, según enmendado. Este Acuerdo establece que el título de propiedad de las Áreas de Conservación de la ABNRR le pertenece al DRNA y su conservación, uso y aprovechamiento estarán sujetos a las leyes y reglamentos del ELAPR y federales. A su vez, señala que el Fideicomiso tendrá la responsabilidad de administrar, manejar y mantener las Áreas de Conservación por un periodo de treinta años, sujeto a extenderse por años adicionales. El acuerdo también establece que la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales del ANPMMD han de definirse en objetivos concretos mediante el ejercicio de preparación de un Plan de Manejo que recoja aquellas actividades a ser favorecidas para estructurar el enfoque de manejo y utilización de estos terrenos.

Tanto el DRNA como el Fideicomiso entraron en este acuerdo *bonafide* con el propósito de colaborar y compartir responsabilidades en el cuidado y la protección de las instalaciones y la protección y el manejo de los recursos naturales, históricos y arqueológicos existentes en los terrenos del ANPMMD. Además, ambas entidades comparten misiones y objetivos asociados a la conservación del patrimonio natural<sup>2</sup>, y al fortalecimiento y la difusión de la educación ambiental en Puerto Rico.

El DRNA tiene la responsabilidad de implantar la política pública en Puerto Rico en lo concerniente a la conservación de los recursos naturales y a la administración de las áreas protegidas o designadas como reserva natural, bosques estatales, o refugios de vida silvestre que estén bajo su tutela. Además, está llamado por ley a establecer aquellos mecanismos que redunden en el manejo y la administración más eficaz de estas áreas.

El Fideicomiso es una institución privada sin fines de lucro dedicada a proteger y enaltecer los recursos y las bellezas naturales de Puerto Rico. Establecida el 20 de enero de 1970, su misión es proteger tierras de valor ecológico, histórico y cultural conservándolas a perpetuidad para el beneficio de todos los puertorriqueños.

### 1.4 VISIÓN Y METAS

La visión de este Plan de Manejo es lograr la protección de los procesos ecológicos y de los recursos naturales y arqueológicos excepcionales del ANPMMD y sus

---

<sup>2</sup> Y en el caso del Fideicomiso a la de los recursos histórico-culturales de igual manera.

ecosistemas adyacentes para perpetuar sus valores y funciones naturales para el beneficio y disfrute de la ciudadanía en general, en especial los residentes de los municipios de Ceiba y Naguabo.

Las metas principales para poder lograr esta visión incluyen:

1. Proteger, mejorar y asegurar la integridad ecológica y la biodiversidad del ANPMMD mediante prácticas de manejo de preservación, conservación y restauración de sus ecosistemas y hábitats críticos.
2. Proteger y conservar la integridad de los yacimientos arqueológicos que se encuentran dentro de las Áreas de Conservación del ANPMMD.
3. Identificar y proteger los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación que ofrecen servicios ecológicos, conservan el funcionamiento natural de sus ecosistemas y aseguran la calidad visual del paisaje, bajo la delimitación de zonas de amortiguamiento y conectividad como elemento complementario al desarrollo de toda la ABNRR.
4. Identificar posibles conflictos, amenazas y problemas presentes o futuros que puedan afectar el manejo adecuado de los recursos naturales, ambientales, históricos y arqueológicos de las Áreas de Conservación.
5. Fomentar la inclusión consultiva y participativa en el manejo del ANPMMD al igual que la educación ambiental y el conocimiento público sobre los valores naturales, ambientales, históricos y arqueológicos del área para crear una conciencia ambiental y cultural y un sentido de pertenencia por parte de las comunidades adyacentes, los visitantes y otros grupos de interés.
6. Promover e incrementar el conocimiento científico y técnico interdisciplinario aplicado al manejo de los ecosistemas naturales, los recursos histórico-arqueológicos y los usos permitidos en el ANPMMD.
7. Proveer acceso a los recursos naturales únicos y singulares del ANPMMD y ofrecer oportunidades recreativas al público en general, en especial los residentes de Ceiba y Naguabo, sin degradar los recursos naturales e impactar especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción.
8. Estimular actividades que promuevan la recreación pasiva, el desarrollo del ecoturismo, el turismo de naturaleza y el desarrollo económico a través del aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales que ofrece el ANPMMD.
9. Proveer y mantener la infraestructura necesaria para el desarrollo deseado de las Áreas de Conservación, tomando en cuenta la fragilidad y el balance ecológico de los sistemas naturales, ambientales, históricos y arqueológicos del ANPMMD.

10. Proyectar el desarrollo de una Oficina de Manejo, un Centro de Visitantes y un Centro de Investigación de la Biodiversidad a ser ubicados en un lugar que pueda proveer acceso a la mayor parte de los hábitats representados en el ANPMMD.
11. Medir la efectividad de la implementación de las acciones estratégicas, sus objetivos y el logro de la visión para el ANPMMD, al igual que las condiciones cambiantes del área natural protegida.
12. Asegurar la administración y la coordinación de los recursos humanos y financieros para el manejo efectivo del ANPMMD y promover un manejo colaborativo con los municipios y residentes de Ceiba y Naguabo, entre otras entidades.

## 1.5 METODOLOGÍA

### 1.5.1 Enfoque

El enfoque metodológico del Plan de Manejo del ANPMMD está fundamentado en el documento sobre los “Requisitos Mínimos de Formato y Contenido para la Elaboración de Planes de Manejo” del DRNA. Según el DRNA, la designación de una reserva natural implica que la política de uso y los objetivos de manejo aplicables a los terrenos designados como tal son la conservación, la preservación y la restauración de los recursos naturales. Cada uno de estos enfoques de manejo es definido por el DRNA de la siguiente manera:

- **Preservación** – La protección mediante la no intervención o la utilización de los recursos naturales y culturales, únicos o importantes, con el propósito de mantener su condición natural y las características únicas y esenciales, para garantizar su permanencia y perpetuidad.
- **Conservación** – El uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, para el disfrute de las generaciones actuales y venideras.
- **Restauración** – El restablecimiento de las características y condiciones de un área perturbada al estado en que se encontraba, o a uno de mayor valor ecológico, mediante manipulación y/o regeneración natural, que culmine en la conservación o preservación.

Estas categorías de manejo jerarquizan y ordenan la gestión de protección de los valiosos sistemas naturales terrestres, acuáticos, estuarinos o marinos del ANPMMD.

A su vez, el marco conceptual del manejo del ANPMMD integra la metodología establecida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) para áreas naturales protegidas. La IUCN es un organismo internacional dedicado a la conservación de los recursos naturales. Fundado en 1948, tiene su sede en Gland, Suiza. Este organismo reúne a 78 estados, 112 agencias gubernamentales, 735 organizaciones no gubernamentales y miles de expertos y científicos de 181 países. La misión de la IUCN es la promoción y asistencia a las sociedades en todo el mundo para que conserven la integridad y biodiversidad de la naturaleza y aseguren que el uso de los recursos naturales es equitativo y ecológicamente sustentable. Para facilitar el establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas, la IUCN ha desarrollado un sistema de nomenclatura y clasificación homogénea en el nivel internacional.

En 1994, la IUCN revisó su propio sistema de clasificación de áreas protegidas, estableciendo finalmente seis categorías diferenciadas por sus objetivos de manejo. Este sistema de clasificación no es contrario a las disposiciones de ley del ELAPR para el establecimiento de áreas naturales protegidas y ayuda a ubicar las clasificaciones específicas de los países en el ámbito internacional.

Otro aspecto importante que reúne la IUCN es el desarrollo de guías y lineamientos para planes de manejo de áreas protegidas. El Plan de Manejo del ANPMMD incluye estos lineamientos técnicos, los cuales no contravienen la legislación local en la materia y ayudan a diseñar un plan basado en zonas de manejo y objetivos específicos por tipo de ecosistemas.

Esta planificación comprende una descripción y análisis de los valores ecológicos y amenazas por unidad de manejo (ecosistemas) definida por la delimitación de las coberturas de suelo principales y proyecta una visión de futuro en el largo plazo (10 años). Establece indicativamente las metas y los objetivos para la conservación y el manejo de la ANPMMD basados en un principio de cambio ecológico.

La filosofía de la IUCN establece que los planes de manejo no son documentos estáticos y responden a la dinámica de cambio natural y a la promovida por las propias actividades de manejo. Los planes deben ser revisados anualmente para incluir cambios en las condiciones de manejo, reportar el éxito en la consecución de metas y especificar el cambio razonable en los objetivos establecidos, cuando sea necesario. Bajos los estatutos de IUCN los planes de manejo deben desarrollarse tomando en cuenta la participación de la sociedad (Thomas, L. et al., 2003).

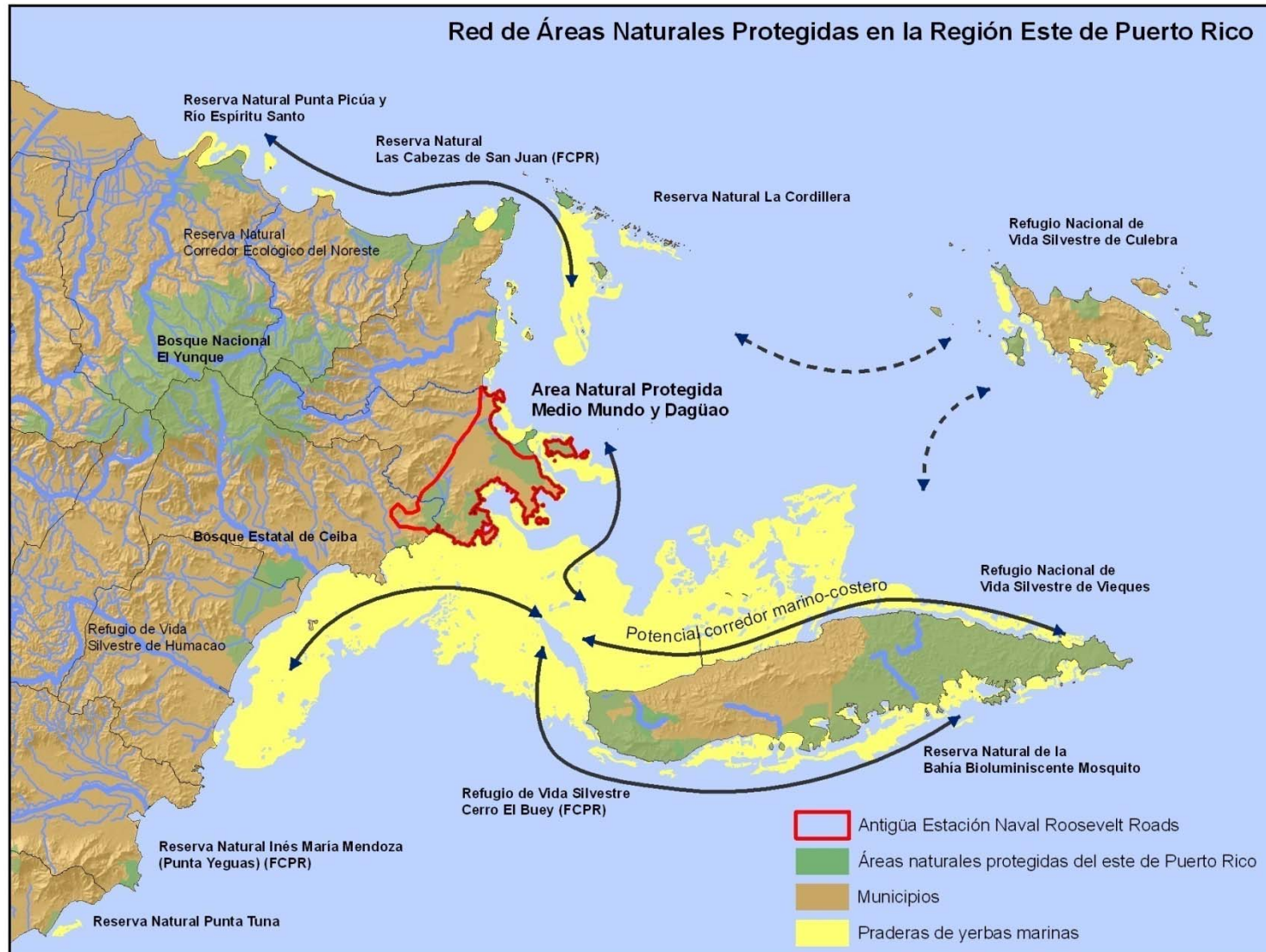


Por otra parte, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico actualmente enfoca sus estrategias de conservación en establecer redes de áreas naturales protegidas a nivel regional mediante la delimitación de corredores ecológicos. Una de las formas más efectivas para minimizar los impactos de la fragmentación de ecosistemas consiste en identificar los remanentes de ecosistemas funcionales, protegerlos y conectarlos de manera que los organismos y sus recursos genéticos puedan existir a lo largo de una cobertura vegetal continua o de ecosistemas acuáticos como ríos y quebradas. Análogamente a los beneficios de un corredor industrial o un corredor turístico, el corredor ecológico es precisamente una estrategia de conectividad para reducir la fragmentación de ecosistemas y mejorar su funcionalidad.

El propósito de esta estrategia de conservación regional es lograr el manejo y la interconexión de ecosistemas funcionales. En el caso de la región este de Puerto Rico, el Fideicomiso ve una oportunidad inmensa en la conexión del área natural protegida más visitada e investigada en todo Puerto Rico, el Bosque Nacional El Yunque administrado por el Servicio Forestal Federal, con una red amplia de corredores ecológicos (tanto terrestres, acuáticos, estuarinos y marinos) que interconecten los flujos de vida silvestre entre las diversas reservas naturales, bosques estatales y refugios de vida silvestre administrados por el DRNA, el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre y el propio Fideicomiso de Conservación, al igual que otras zonas de alto valor ecológico sin designaciones oficiales o áreas verdes aledañas a núcleos urbanos (Ver Figura 1.5).

En resumen, los corredores ecológicos, entendidos como rutas que facilitan el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitat, están siendo adoptados como una herramienta para mantener y restaurar la biodiversidad. Más importante aún, el enfoque de corredor ecológico, tanto al nivel del ANPMMD como a nivel regional, prevé la integración de la sociedad vía el manejo colaborativo, la educación ambiental y el disfrute ordenado de sus recursos naturales. A su vez, integra un componente discreto de desarrollo integrado al entorno que servirá de ejemplo para el manejo de áreas naturales de alto valor y estructura compleja.

**FIGURA 1.5**  
**VISIÓN REGIONAL DE INTERCONEXIÓN DE**  
**CORREDORES ECOLÓGICOS EN LA REGIÓN ESTE DE PUERTO RICO**



## 1.5.2 Proceso de Planificación

El proceso de planificación para el desarrollo del Plan de Manejo dio inicio con el establecimiento de un equipo de trabajo en el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, el cual se dividió en tres grupos especializados: (1) Grupo Científico-Técnico; (2) Grupo de Planificación Participativa y (3) Grupo de Diseño de Propuestas de Programas.

### A. Grupo Científico-Técnico

El Grupo Científico-Técnico tenía entre sus funciones o responsabilidades la revisión de todas las fuentes bibliográficas existentes sobre las características físico-naturales de los terrenos; así como las características, la función, el valor ecológico, el valor histórico-arqueológico y las condiciones de las diferentes zonas de manejo y elementos biológicos presentes en el ANPMMD. En su mayoría, esta información formaba parte de diversos documentos desarrollados en el pasado por la Marina y la LRA, tales como:

- Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la Adopción del Plan Especial para el Portal del Futuro (CSA Group, 2008);
- Plan Especial para el Portal del Futuro y Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana (CSA Group, Inc y Grupo En Tándem, Inc. 2008);
- *Roosevelt Roads International Airport Master Plan - Draft*. (PBS&J Caribe Engineering, 2007).
- *Final Phase I/II Environmental Condition of the Property Report Former US Naval Station Roosevelt Roads Ceiba, Puerto Rico* (DON, 2005a).
- *Environmental Assessment for the Disposal of Naval Activity Puerto Rico (formerly Naval Station Roosevelt Roads)* (DON, 2005b).
- Proyecto de Integración de Ceiba y Naguabo al Plan de Reuso de la Base Roosevelt Roads (Estudios Técnicos, 2005).
- *Naval Station Roosevelt Roads Reuse Plan* (CB Richard Ellis, et. al, 2004).
- Orden Administrativa de Consentimiento (RCRA 7003) emitida por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) para la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (EPA, 2007).
- *Essential Fish Habitat Assessment Naval Activity Puerto Rico*. (DON, 2005c)
- Ley de la Autoridad para el Redesarrollo de los Terrenos y Facilidades de la Estación Naval Roosevelt Roads. Ley Núm. 508 de 29 de septiembre de 2004
- *Final Environmental Assessment for the Proposed Permanent Facilities and Training Operations for Special Operations Command South at Naval Station Roosevelt Roads Puerto Rico* (DON, 2003).

- *Integrated Natural Resources Management Plan, U.S. Naval Station Roosevelt Roads* (DON, 1998).
- *Los Machos Mangrove Restoration Plan U.S. Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico* (DON, 1996b).
- *Biological Assessment for the Disposal of Naval Station Roosevelt Roads Naval Activity Puerto Rico, Final Report* (DON, 2005g).
- *Land Management Plan Naval Station Roosevelt Roads Ceiba, Puerto Rico.* (DON, 1987).

El trabajo del Grupo Científico-Técnico tuvo que depender, más de lo deseado, en la revisión de la literatura existente y en entrevistas a un número de informantes claves debido a limitaciones de acceso a las Áreas de Conservación. En varias ocasiones, se intentó coordinar Evaluaciones Ecológicas Rápidas con representantes del DRNA y el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, pero el Fideicomiso no pudo obtener un permiso de acceso al ANPMMD por parte de la Marina. Por esta razón, todavía existe la necesidad de aclarar algunas lagunas de información y datos científicos de áreas particulares dentro del ANPMMD, tal como realizar un inventario forestal del bosque de *Pterocarpus* en la cuenca del Río Dagüao y llevar a cabo una evaluación rápida de los impactos del material de relleno y pasados derrames de contaminación en diversos bosques de mangle alrededor de Ensenada Honda. El Plan de Manejo reconoce estas lagunas de información y recomienda, en su Programa de Investigación Científica, unas acciones para clarificar las mismas.

Por último, el Grupo Científico-Técnico estuvo principalmente encargado del desarrollo de los Capítulos de Introducción (Capítulo 1) y Marco Descriptivo (Capítulo 2) del Plan de Manejo.

## **B. Grupo de Planificación Participativa**

El Grupo de Planificación Participativa tenía la responsabilidad de fomentar la participación pública y considerar la opinión y recomendaciones del sector gubernamental y de diversos grupos de interés en el desarrollo del Plan de Manejo. Para cumplir con este mandato, el grupo diseñó una estrategia de consultas y reuniones con diversos grupos y personas claves, incluyendo en orden cronológico:

- **Agencias Federales** – Taller de consulta con representantes del Bosque Nacional El Yunque del Servicio Federal Forestal, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical y el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre [18 de febrero de 2009]

- **Agencias Estatales** – Taller de consulta con representantes de la Autoridad del Portal del Futuro, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, la Autoridad de Carreteras, la Autoridad de Energía Eléctrica, la Autoridad de Puertos, la Compañía de Turismo, el DRNA, el Instituto de Cultura Puertorriqueña, la Junta de Calidad Ambiental y la Oficina Estatal de Conservación Histórica [19 de febrero de 2009]
- **Gobiernos Municipales** – Taller de consulta con el Alcalde del Municipio de Ceiba, Hon. Pedro Colón; la Alcaldesa del Municipio de Naguabo, Hon. Maritza Meléndez; y el Presidente de la Asamblea Municipal de Naguabo, Hon. Martín Acosta [28 de abril de 2009]
- **DRNA y Autoridad del Portal del Futuro** – Reunión de consulta con representantes del Secretario del DRNA y del Director de la Autoridad del Portal del Futuro [29 de abril de 2009]
- **Comité Técnico del DRNA** – Taller de consulta con personal técnico y científico de la Secretaria Auxiliar de Planificación Integral, la Secretaría Auxiliar de Permisos, la División de Planificación de Recursos Terrestres, la División de Patrimonio Natural, el Negociado de Pesca y Vida Silvestre, y el Negociado de Costas, Reservas y Refugios del DRNA [30 de abril de 2009]

Además, el Grupo de Planificación Participativa participó en las diversas reuniones celebradas por la Junta Consejera para la Restauración de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (*Restoration Advisory Board* (RAB)) durante el periodo de desarrollo del Plan de Manejo [13 de noviembre de 2008, 18 de marzo de 2009 y 13 de mayo de 2009].

Este grupo colaboró directamente con el Grupo Científico-Técnico en la consulta sobre temas puntuales a informantes claves, los cuales incluyeron a:

- **David James**: Científico del Comando de Ingeniería de las Facilidades Navales de los EU (*Naval Facilities Engineering Command* (NAVFAC)) y técnico asignado por la Marina para el manejo de los recursos naturales de la ABNRR desde finales de la década de 1980;
- **Dr. Ariel Lugo**: Director, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Federal Forestal;
- **Dra. Elvira Cuevas**: Directora del Centro de Ecología Aplicada y Conservación y profesora del Departamento de Biología de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Río Piedras, quien ha realizado varias investigaciones científicas sobre el mangle enano del bosque de mangle de Los Machos en Ceiba (relaciones de nutrientes, eco-fisiología, paleohistoria de cambio de clima en turbera del manglar, etc.);

- **Dr. Ernesto Medina:** Profesor del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, quien ha realizado varias investigaciones científicas sobre el mangle enano del bosque de mangle de Los Machos en Ceiba (relaciones de nutrientes, eco-fisiología, paleohistoria de cambio de clima en turbera del manglar, etc.);
- **Dr. Bill Gould** – Ecólogo del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, quien lleva a cabo diversas investigaciones forestales en la ABNRR;
- **Dra. Concepción Rodríguez Fourquet:** Profesora de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Bayamón y experta en el tema de jueyes y cangrejos, quien realizó su disertación doctoral en terrenos que forman parte del ANPMMD;
- **Felix López:** Ecólogo del Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés) y representante contacto del USFWS ante la Junta Consejera para la Restauración de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (*Restoration Advisory Board* (RAB));
- **Oscar Díaz:** Biólogo del USFWS, quien también fungió como biólogo de la Marina durante la operación de la ABNRR bajo el título de *Fish and Wildlife Conservationist*;
- **Vicente Quevedo:** Botánico, Técnico de la Secretaría de Planificación Integral del DRNA y representante contacto del DRNA ante el RAB;
- **Arq. Pedro Cardona:** Arquitecto y consultor de la Autoridad del Portal del Futuro para el diseño y desarrollo del Plan Especial y el Reglamento de Usos del Suelo para el Portal del Futuro;
- **Jorge Fernández Porto:** Asesor ambiental de la Comisión de Recursos Naturales del Senado de Puerto Rico y representante de la comunidad ante el RAB;
- **María Avila:** Portavoz de la Alianza Pro Desarrollo de Ceiba (APRODEC) y residente de Ceiba;
- **Luis Velázquez:** Residente de Ceiba, pescador y representante de la comunidad ante el RAB; y
- **Rogelio Figueroa:** Residente de Ceiba y ex miembro de la Junta de Directores de la Autoridad del Portal del Futuro.

El Grupo de Planificación Participativa también coordinó dos reuniones de diagnóstico comunitario en los municipios de Ceiba y Naguabo. La reunión en Ceiba, celebrada el 30 de junio de 2009 en el Centro de Usos Múltiples del municipio, contó con la participación de 23 residentes y la reunión en Naguabo, celebrada el 1 de julio de 2009 en el Centro de Desarrollo Social y Cultural de Dagüao, contó con la participación de 21 residentes. Ambas reuniones fueron llevadas a cabo en horas de la noche (6:00 pm – 9:00 pm) para facilitar la participación comunitaria.

Cada reunión comenzó con una breve presentación informativa sobre los objetivos del proceso de planificación participativa para el desarrollo del Plan de Manejo del ANPMMD. Luego se inició un ejercicio de grupos focales, donde se hicieron unas preguntas dirigidas y se utilizaron mapas del ANPMMD para identificar: (1) los usos actuales y futuros en las Áreas de Conservación; (2) los problemas y amenazas que enfrentan estas áreas y (3) las propuestas y recomendaciones comunitarias para el futuro manejo de las Áreas de Conservación. Cada grupo focal contó con un facilitador que dirigía la discusión y un relator que documentaba todos los puntos de discusión.

Los resultados y las recomendaciones recogidas en todas estas reuniones y talleres de consulta fueron incorporados en los diversos capítulos del Plan de Manejo del ANPMMD, en particular el Capítulo de Diagnóstico (Capítulo 3), donde se identifican las amenazas, retos, problemas y oportunidades del área natural protegida, y el Capítulo de Manejo (Capítulo 4), donde se establecen los principios y la visión de manejo del ANPMMD.

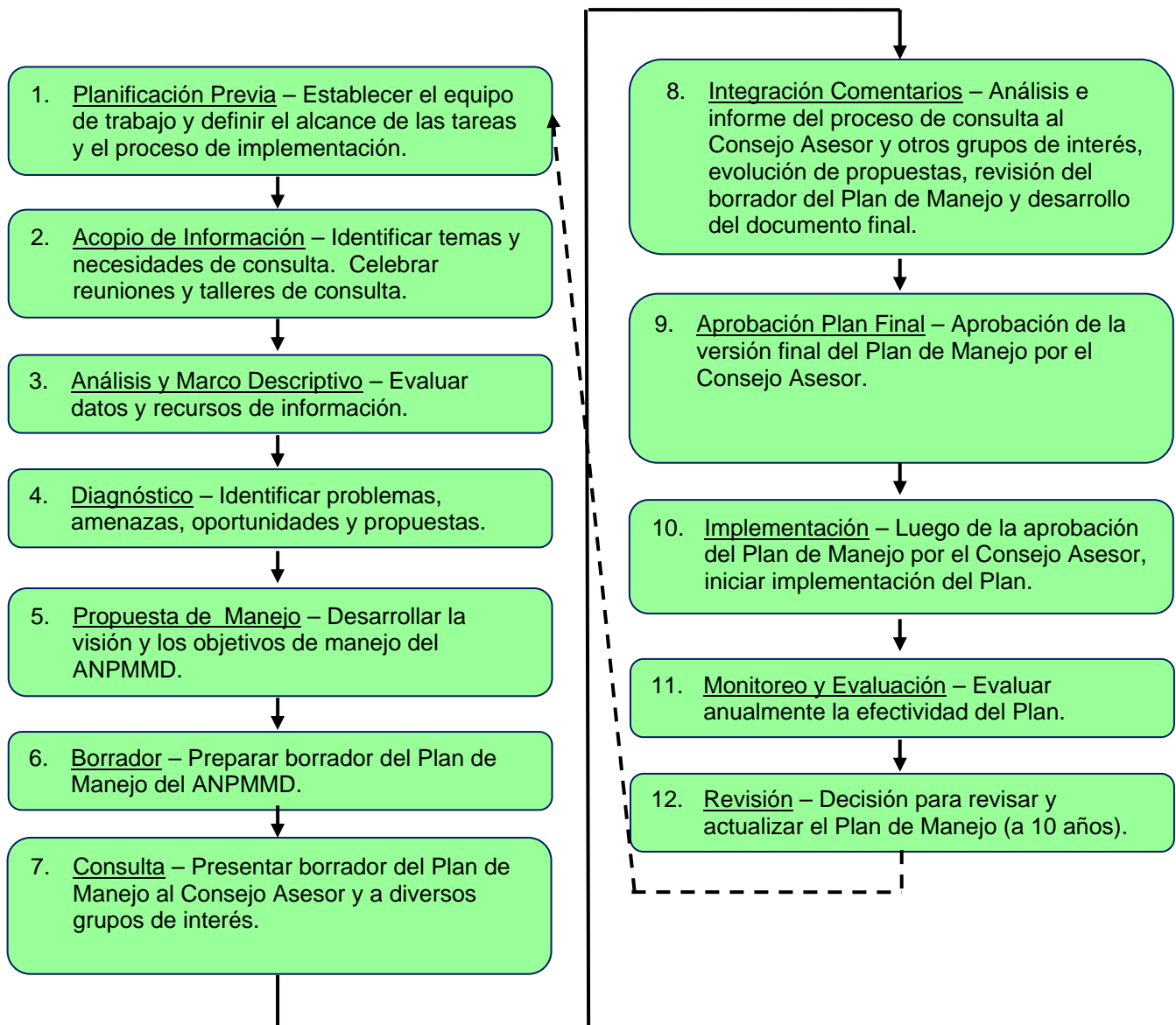
### **C. Grupo de Diseño de Propuestas de Programas**

El Grupo de Diseño de Propuestas de Programas estuvo encargado del desarrollo del Capítulo de Manejo del Plan (Capítulo 4). Este grupo celebró varios talleres de trabajo para diseñar en equipo los diversos programas de manejo del área natural protegida. A su vez, desarrolló las fichas de manejo y delineó el plan de acción para cada zona de manejo.

En resumen, la metodología utilizada para la elaboración del presente Plan de Manejo consistió en el desarrollo de un ejercicio de planificación comprensivo, de orientación multidisciplinaria y participativa. Este proceso puede describirse como uno circular y continuo, supeditado a retroalimentaciones y revisiones constantes. El mismo se fundamentó en la investigación, descripción y análisis de la función y valor ecológico e histórico de los elementos presentes en el ANPMMD; así como el estudio de las condiciones favorables y desfavorables existentes y potenciales en la misma (diagnóstico) y su impacto sobre los recursos naturales y arqueológicos únicos y singulares de esta zona.

Tal como indicamos anteriormente, los Planes de Manejo no son documentos definitivos ni estáticos, sino forman parte de un proceso dinámico de planificación para el manejo de áreas protegidas. La Figura 1.6 presenta un organigrama de lo que ha sido y será el proceso dinámico de planificación del desarrollo y la implantación del Plan de Manejo del ANPMMD.

**FIGURA 1.6**  
**PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL ANPMMD**





# CAPÍTULO 2

## MARCO DESCRIPTIVO

### 2.1 DESCRIPCIÓN REFERENCIAL DEL ANPMMD

#### 2.1.1 Localización, Delimitación y Titularidad

El Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao (ANPMMD) es una zona de extraordinario valor natural y ecológico ubicada en la zona costera oriental de Puerto Rico. Esta área natural protegida tiene una superficie aproximada de 3,440 cuerdas de terreno localizadas en su mayoría en los barrios Demajagüa, Los Machos, Guayacán y Quebrada Seca del Municipio de Ceiba y con menor extensión en el barrio Dagüao del Municipio de Naguabo, dentro de lo que fue la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (ABNRR).

El ANPMMD consiste de 17 parcelas con presencia significativa de humedales, áreas inundables y ecosistemas de alto valor ecológico, categorizadas como “Áreas de Conservación” según el Plan de Reuso de la Base Naval Roosevelt Roads de diciembre de 2004 (CB Richard Ellis, 2004). Las únicas áreas construidas dentro del ANPMMD consisten de varios caminos de tierra y de asfalto, servidumbres de infraestructura y la sub-estación eléctrica Bundy (Facilidades 645, 2091 y 2354) (DON, 2007). Dentro del área natural protegida, no existen edificios o estructuras militares, excepto por las estructuras de almacenamiento (*bunkers*) de Isla Piñeros.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) adquirió la titularidad de aproximadamente 3,075 cuerdas de 15 de estas 17 Áreas de Conservación el 7 de febrero de 2008, mediante una transferencia para uso de beneficio público (*public benefit conveyance*) según las directrices de la Ley de Propiedades y Servicios Administrativos Federales de 1949 (*Federal Property and Administrative Services Act*) (Ver Capítulo 1, Sección 1.1 para datos específicos sobre esta transferencia). La transferencia incluyó las Áreas de Conservación 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 28, 36, 39, 65 y 66. El título de las dos parcelas restantes (Áreas de Conservación 67 y 68), las cuales representan más de 365 cuerdas de terrenos en las islas y cayos de Piñero y Cabeza de Perro, será transferido posteriormente por la Marina al DRNA luego que culmine el proceso de limpieza de contaminación de las mismas (Ver Tabla 2.1 y Figura 2.1).

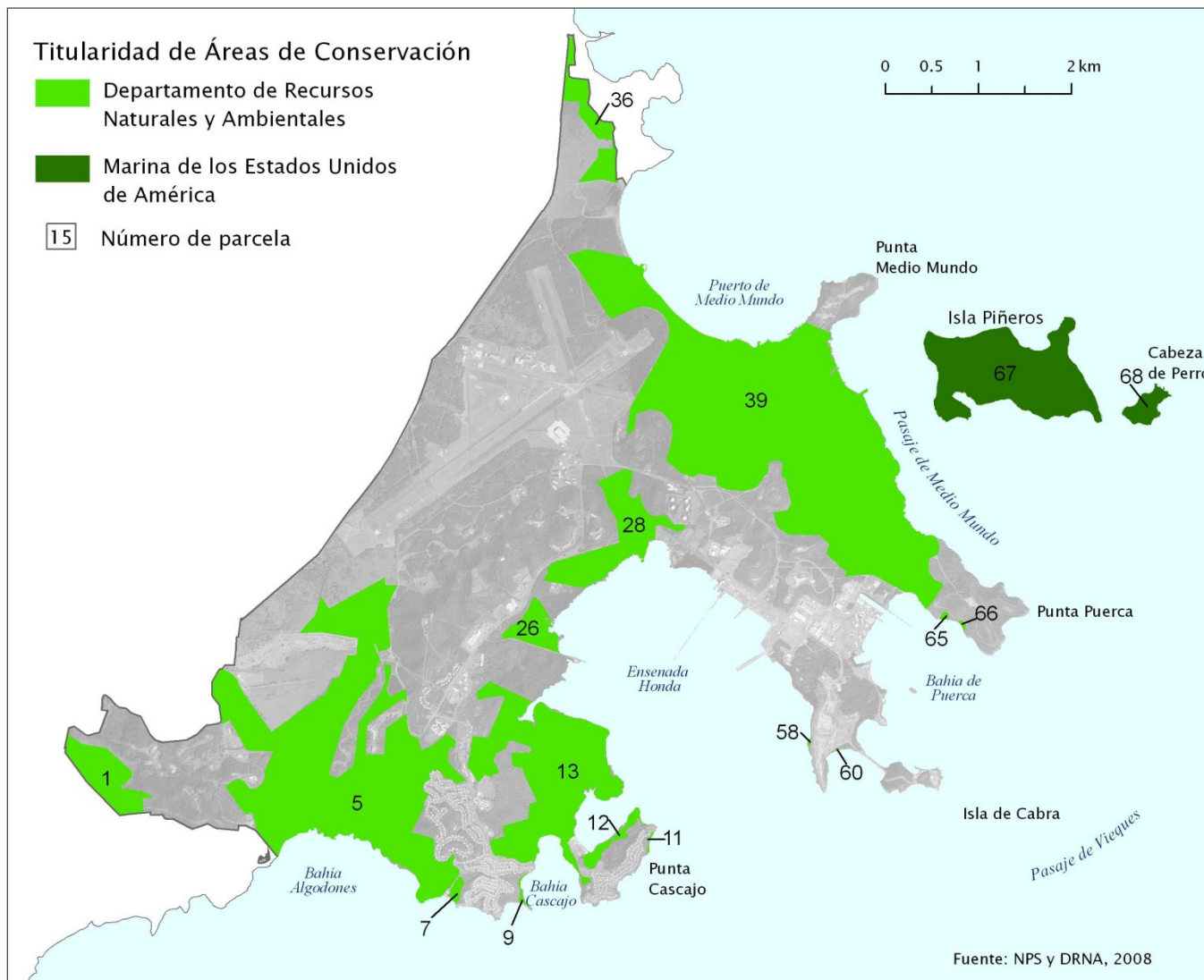
**TABLA 2.1**  
**COBERTURA Y TITULARIDAD DE LAS**  
**ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL ANPMMD**

NÚMERO ÁREA DE CONSERVACIÓN	COBERTURA				
	PIES CUADRADOS	ACRES	METROS CUADRADOS	CUERDAS	HECTÁREAS
<b>ÁREAS BAJO TITULARIDAD DRNA</b> (DATOS SEGÚN MENSURA DE LA ESCRITURA DE TRANSFERENCIA DE TITULARIDAD, FEBRERO 2008) *					
1	4,020,784.6	92.304	373,544.6	95.040	37.354
5	39,174,932.5	899.333	3,639,485.0	925.984	363.947
7	<i>Ver Nota **</i>				
9	111,116.4	2.551	10,323.1	2.626	1.032
11	51,287.7	1.177	4,764.8	1.212	0.476
12	756,160.6	17.359	70,249.	17.873	7.025
13	16,576,472.6	380.543	1,540,010.9	391.821	154.000
26	1,848,492.2	42.436	171,731.2	43.693	17.173
28	6,537,228.3	150.074	607,330.8	154.522	60.733
36	2,949,753.9	67.717	274,042.2	69.724	27.404
39	57,908,742.4	1,329.402	5,379,919.9	1,368.799	537.990
58	22,480.9	0.516	2,088.6	0.531	0.209
60	21,470.8	0.493	1,994.7	0.507	0.199
65	60,540.1	1.390	5,624.4	1.431	0.562
66	51,890.6	1.191	4,820.8	1.227	0.482
<b>Sub-Total</b>	<b>130,091,353.6</b>	<b>2,986.486</b>	<b>12,085,930.9</b>	<b>3,074.99</b>	<b>1,208.588</b>
<b>ÁREAS BAJO TITULARIDAD MARINA DE LOS EUA</b> (DATOS SEGÚN ACUERDO NPS Y DRNA, MARZO 2007) *					
67	14,211,101.5	326.242	1,320,254.5	335.909	132.025
68	1,232,399.5	28.292	114,493.7	29.130	11.449
<b>Sub-Total</b>	<b>15,443,501.0</b>	<b>354.534</b>	<b>1,434,748.2</b>	<b>365.039</b>	<b>143.475</b>
<b>TOTAL</b>	<b>145,534,854.6</b>	<b>3,341.02</b>	<b>13,520,679.1</b>	<b>3,440.029</b>	<b>1,352.063</b>

\* Los datos de cobertura obtenidos de la mensura realizada para la transferencia de título al DRNA (febrero 2007) son mucho más precisos que los datos de cobertura según el acuerdo del Servicio Nacional de Parques y el DRNA (marzo 2007).

\*\* El cálculo de cobertura del Área de Conservación 7 en la mensura realizada para la escritura de transferencia de título al DRNA se integró con el cálculo del Área de Conservación 5.

**FIGURA 2.1**  
**LOCALIZACIÓN Y TITULARIDAD DE LAS**  
**ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL ANPMMD**



Según muestran la Tabla 2.1 y la Figura 2.1, la extensión de terreno de las 17 Áreas de Conservación es sumamente variable. Por ejemplo, la superficie de estas parcelas puede variar en extensión desde 0.507 cuerdas en el Área de Conservación 60, ubicada al noreste de Ensenada Honda, hasta 1,369 cuerdas en el bosque de mangle de Los Machos (Área de Conservación 39) o 926 cuerdas en el bosque de mangle en la desembocadura del Río Dagüao (Área de Conservación 5). Todas las Áreas de Conservación se encuentran fragmentadas por terrenos de uso residencial, comercial, urbano, industrial o agrícola que formaban parte de la antigua base naval. En algunas secciones, las Áreas de Conservación están entrelazadas por parches de bosques, humedales herbáceos y diversos cuerpos de agua.

Por el norte, el ANPMMD incluye una parcela (Área de Conservación 36) que se encuentra en terrenos que eran de la titularidad de la Marina, pero estaban ubicados fuera de los límites oficiales de la antigua base naval. Esta parcela colinda por el norte y el este con el Bosque Estatal de Ceiba; por el sur con un camino de 2 carriles en dirección este-oeste y con terrenos de la titularidad del Municipio de Ceiba como parte de la Playa Los Machos; y al oeste con terrenos arrendados por la Marina para el pastoreo de ganado.

Un poco más hacia el sur, se encuentra el extenso bosque de mangle de Los Machos (Área de Conservación 39). El área natural protegida también incorpora partes de varias penínsulas principales y consecutivas en la costa de Ceiba, algunas asociadas a Punta Puerca (Áreas de Conservación 65 y 66) y Punta Cabra de Tierra (Áreas de Conservación 58 y 60), y otras a Punta Cascajo (Áreas de Conservación 11 y 12). Estas dos penínsulas mayores se encuentran separadas entre sí por una bahía natural conocida como Ensenada Honda, la cual contiene diversas parcelas de conservación (Áreas de Conservación 13, 26 y 28). Estas dos penínsulas principales que se extienden en dirección sureste muestran un perfil ondulante o irregular que da lugar a la presencia de varias ensenadas o bahías adicionales (tales como Puerto Medio Mundo, Bahía de Puerca, Bahía Cascajo (con el Área de Conservación 9) y Bahía Algodones, y a la presencia de varios cabos.

Por el sur de la antigua base naval, el ANPMMD incluye una parcela bordeada por el Fuerte Bundy (*Fort Bundy*) al noreste y por el suroeste, un pequeño camino pavimentado de dos carriles con fincas de pastoreo de ganado al sur del mismo que lleva hacia el Sector El Corcho del Barrio Dagüao en Naguabo (Área de Conservación 1). Además, el ANPMMD incluye parte del valle de inundación del estuario del Río Dagüao entre Ceiba y Naguabo (Área de Conservación 5) y un predio de bosque de mangle entre Punta Algodones y el área residencial conocida como *Capehart* (Área de Conservación 7).

Las islas Piñeros y Cabeza de Perro y un cayo menor conocido como Cayo Piñerito, a corta distancia del tramo de costa entre Punta Puerca y Punta Medio Mundo, también forman parte del ANPMMD (Áreas de Conservación 67 y 68). Estos están separados por un estrecho pasaje marino llamado Pasaje Medio Mundo.

El punto más céntrico del ANPMMD se encuentra localizado entre la latitud 18°13' 51.17" N, y la longitud 65°38'12.95" O.

### 2.1.2 Accesos y Caminos

Los terrenos de la antigua base naval se pueden acceder por las carreteras estatales PR-53 y PR-3, ubicadas a lo largo de su colindancia oeste, o por la carretera PR-979, ubicada en su colindancia al norte. Las carreteras principales dentro de la ABNRR actualmente se identifican con los nombres que le asignó la Marina de los EUA: *Boxer Drive*, *Tarawa Drive*, *Forrestal Drive*, *Towway Road*, *Langley Drive*, *Franklin D. Roosevelt Drive* y *Bennington Road*. Estas son carreteras pavimentadas de dos carriles que proveen acceso a todas las Áreas de Conservación del ANPMMD (Figura 2.2).

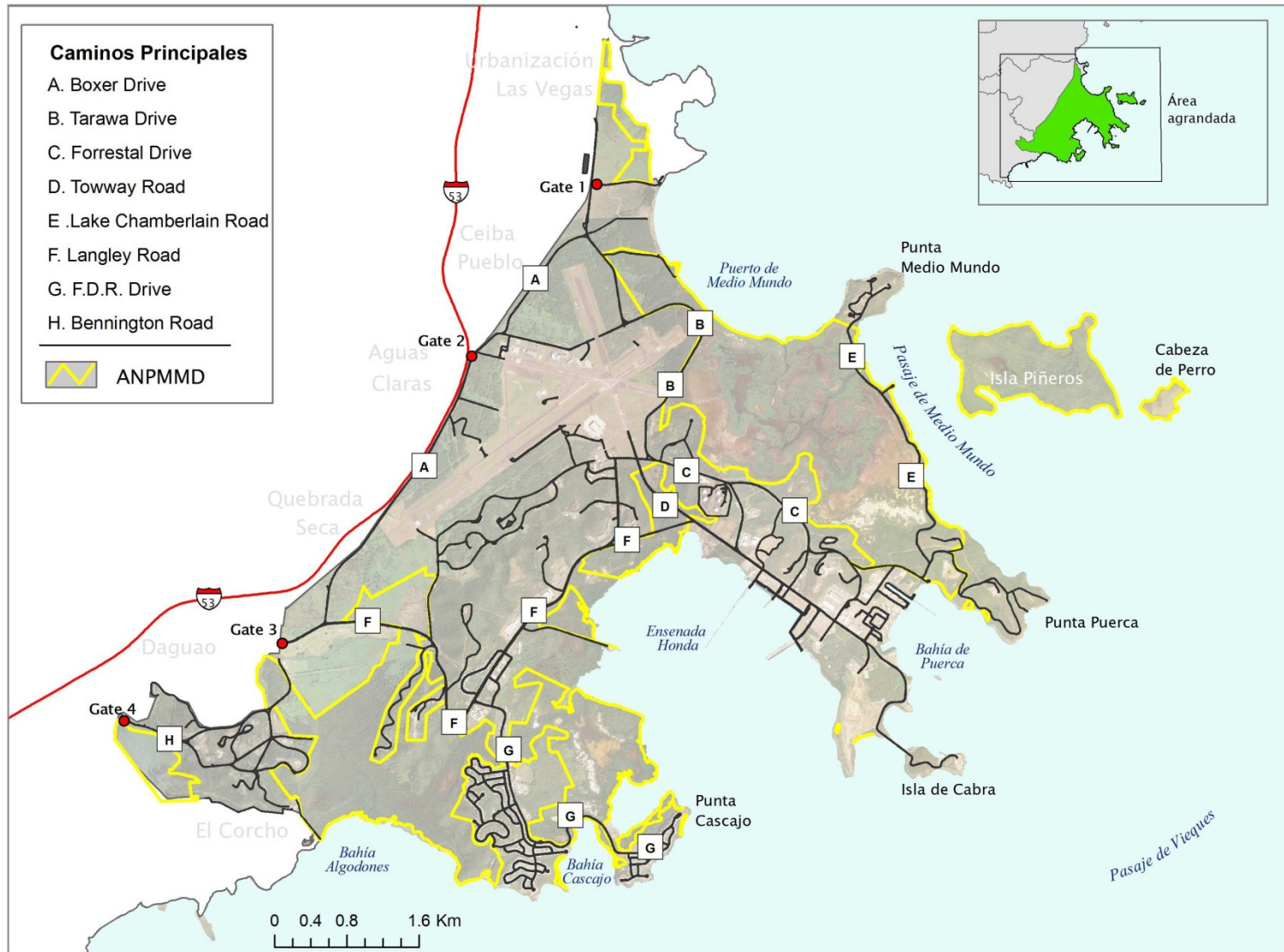
En el extremo norte y noreste del Área de Conservación 39 y al sur de la parcela transferida al Municipio de Ceiba (Parcela 35), discurre un camino de tierra en dirección oeste-este desde *Tarawa Drive* hasta el litoral costero de Puerto Medio Mundo. Este camino es utilizado principalmente por bañistas y pescadores de jueyes para llegar, a través del segmento del camino que bordea la costa, desde la Playa Los Machos hacia las playas arenosas de Puerto Medio Mundo y el bosque de mangle de Los Machos. También existe otro camino de tierra en el Área de Conservación 39, conocido como *Chamberlain Lake Road*, el cual conecta el área de Punta Puerca con Punta Medio Mundo y está bordeado al norte y al sur con el bosque de mangle de Los Machos.

Justo al norte del Área de Conservación 5 y al sur del antiguo campo de golf, discurre un camino de tierra en dirección oeste-este, el cual cruza sobre la confluencia del Río Dagüao y la Quebrada Seca en lo que la Marina llamaba el *California Crossing*. Este camino no se encuentra en condiciones adecuadas para su tránsito.

Existen dos vías de acceso principales a la antigua base naval:

- **Portón 1 (Gate 1):** Ubicado al norte de la ABNRR en la intersección de *Tarawa Drive* con *Boxer Drive*, el cual se accede por la carretera PR-979. Actualmente, el *Gate 1* se utiliza como entrada principal al aeropuerto regional que administra la Autoridad de los Puertos.

**FIGURA 2.2**  
**ACCESOS Y CAMINOS AL ANPMMD**



- **Portón 3 (Gate 3):** Ubicado al sur del aeropuerto, al extremo este de *Bennington Drive*, el cual se puede acceder por ambas carreteras estatales PR-3 y PR-53. Actualmente, esta entrada opera con un sistema de seguridad para controlar el acceso a los predios de la otrora base naval.

También existen otros dos portones de acceso (*Gate 2* y *Gate 4*) que se encuentran clausurados al paso desde hace muchos años. La entrada del *Gate 4* está muy cerca del Área de Conservación 1 en el Barrio Dagüao en Naguabo.

Según el Plan de Reuso de la Base Naval Roosevelt Roads (CB Richard Ellis, 2004), no existe la necesidad inmediata de construir nuevas carreteras en la antigua base naval debido a que las instalaciones de la Marina estaban desparramadas por toda la propiedad y se extienden a través de todas las zonas consideradas para re-uso, incluyendo las Áreas de Conservación del ANPMMD. A su vez, el Plan indica que la mayoría de estas carreteras se encuentran en condiciones buenas o regulares y aún pueden brindar una considerable vida de servicio.

Por otra parte, la escritura de transferencia de titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (febrero 2008) establece que existen dos parcelas del ANPMMD que están sujetas a una serie de servidumbres de paso para las cuales el Servicio Nacional de Parques (*National Park Service*) del Departamento del Interior retiene su titularidad. Estas son:

**TABLA 2.2**  
**ÁREAS DE CONSERVACIÓN SUJETAS A SERVIDUMBRES DE PASO**  
(Según escritura de transferencia de titularidad al DRNA, febrero 2008)

Número Área de Conservación	Sujeta a Servidumbre de Paso
5	<i>Road Conservation Zone 5</i>
39	<i>Road Easement 3, 8 y 9</i>

En la escritura, el *National Park Service* también se reserva a perpetuidad todas las posibles servidumbres de paso que proveen acceso a diversas partes de la antigua base naval a través de las Áreas de Conservación con el propósito de poder construir, reparar, reemplazar, mantener y operar estas carreteras de dos carriles. Entre las servidumbres que menciona la escritura, se incluyen los: *Road Easements* 3, 5, 8, 9, 14, 18, 20 y 22. A su vez, el *National Park Service* se compromete en coordinar con el DRNA cualquier actividad de construcción, instalación, mantenimiento, reemplazo o remoción que se proponga realizar en estas servidumbres de paso. Además, establece



que estas servidumbres de paso no se podrán utilizar en formas que interfieran irrazonablemente con los propósitos para los cuales se le transfirió la titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (específicamente, para fines recreativos y como parque público a perpetuidad).<sup>1</sup>

### 2.1.3 Usos Históricos del Suelo

En esta sección, presentamos de manera general las descripciones históricas principales sobre los usos del suelo desde la época indígena hasta el presente. Esta información es de mucha utilidad ya que provee un marco de referencia sobre aquellos factores que influenciaron y que en gran medida fueron responsables del desarrollo y las condiciones de los terrenos del ANPMMD a través del tiempo.

#### A. Época Indígena

Presumiblemente, gran parte de los terrenos del ANPMMD, como los del resto de la Isla, estaban cubiertos de una extensa y exuberante vegetación compuesta de una gran variedad de árboles nativos. Sus colinas y lomas, las áreas asociadas al litoral costero donde existen suelos arenosos fértiles y los márgenes de los ríos y quebradas hasta donde llega la influencia del mar, presentan condiciones adecuadas para el desarrollo natural de vegetación predominantemente arbórea y arbustiva.



La gran diversidad de bosques que cubría la zona este de Puerto Rico permitió que a los indígenas de esta región aprovecharan con regularidad sus recursos naturales, principalmente aquellos asociados al litoral costero y sus manglares, para su

---

<sup>1</sup> El artículo en la página 1 de la escritura de transferencia de titularidad al DRNA (febrero 2008) lee de la siguiente manera: “Reserving unto GRANTOR and its assigns perpetual easements as described in Exhibit B...for ingress and egress for the construction, repair, replacement, maintenance, and operation of: (1) Various two-lane roadways to provide ingress and egress to the remainder of the former U.S. Naval Station Roosevelt Roads site. It is understood and agreed that Grantor, its assigns, and all parties using or benefiting from the aforesaid easements shall coordinate with the Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources prior to the construction, installation, maintenance, replacement, or removal of any improvements or facilities to be placed in said easement. Grantee further agrees, on behalf of itself and its assigns, that said easement shall not be used in a manner that unreasonably interferes with the purposes for which the Property is being transferred to the Grantee”.



alimentación y sustento. La presencia del ser humano en la región este de la Isla fue documentada al inicio de la conquista española a través del hallazgo de varios cacicazgos taínos, localizados en los municipios de Humacao, Naguabo, Canóvanas, Loíza y Luquillo, asociados a los ríos Humacao (Macao), Blanco (Dagüao), Canóvanas (Canóbana), Loíza (Loaíza) y Mameyes (Luquillo) (Vélez Vélez J. G., 2000; Fernández de Oviedo, F., 1995). Cabe mencionar también la presencia temporera de indios caribes, quienes hacían incursiones frecuentes desde las Antillas Menores (Melgarejo, J., 1995).

Estudios arqueológicos confirman que en el litoral costero de Ceiba y Naguabo hubo ocupación continua de todas las culturas aborígenes de Puerto Rico (arcaicos, saladoides/ignieris y taínos) (Rouse, 1952; Woods, 1977; DON, 1985; DON, 1997; DON 1999a; DON 2005f; DON, 2006b; DON and SHPO, 2007; Southeastern Archaeological Research, Inc., 2008b). En total, estos estudios identificaron 31 yacimientos arqueológicos en los terrenos de la antigua base naval, que datan desde el periodo arcaico (pre-400 AC) hasta el periodo taíno - manifestación La Esperanza (1200 – 1524 AD). Estos primeros pobladores de la Isla aparentan haberse limitado entonces a aprovechar los procesos y servicios ecológicos del ANPMMD mediante la cacería, la pesca y la recolección de alimentos, actividades que no debieron haber causado modificaciones sustanciales en el ambiente natural de esta área.

La región este de Puerto Rico también sirvió de refugio de indios antes y después de la sublevación indígena de 1511 en contra de la explotación, convirtiéndose en un importante centro de operaciones para los asaltos indígenas a los colonos españoles. Para el año 1513, el cacicazgo del Dagüao organizó una invasión con el propósito de destruir y saquear la capital de la isla en el momento, la villa de Caparra (Municipio de Naguabo, 2001). Con este ataque sorpresivo al poblado, los indios lograron quemar algunas casas, la iglesia y la residencia del obispo. En vista de las amenazas constantes que recibían los pobladores de Caparra desde la región este de la Isla y la necesidad de capturar y esclavizar a los taínos, las autoridades españolas ordenaron la fundación de un poblado en esta zona geográfica (Municipio de Naguabo, 2001).

## **B. Primeros Asentamientos**

Este poblado llevaría el nombre de Santiago y al estar asociado al área del cacicazgo del Dagüao, terminó conociéndose como Santiago del Dagüao. Para la fundación de este nuevo asentamiento, se escogieron 50 hombres que recibirían varios incentivos, tales como: tierras para la labranza y crianza de ganado, la posibilidad de practicar la minería de oro cerca de la Sierra de Luquillo, mano de obra esclava, la provisión de

pan de casabe y la provisión de armas (Municipio de Naguabo, 2001). Sin embargo, Santiago del Dagüao apenas permaneció poblado por un año.

El Rey Fernando El Católico, mediante una Real Cédula, ordenó que Santiago del Dagüao desapareciera ya que sus pobladores no cumplieron con los objetivos de la colonización, no cultivaban la tierra, ni explotaron las minas o si lo hicieron, no obtuvieron el fruto esperado (Municipio de Naguabo, 2001). Los pobladores sobrevivían con los frutos que les daba la tierra sin cultivarla, y con el pescado de las costas; construyeron viviendas y criaron ganado vacuno. La desaparición de Santiago del Dagüao también se atribuye al surgimiento continuo de frecuentes conflictos culturales y bélicos entre los españoles y los indígenas asociados a los cacicazgos taínos de toda la zona oriental de Puerto Rico y a los caribes de las Antillas Menores.

Debido al gran atractivo que la agricultura, la ganadería y la minería ejercían sobre los colonos, algunos pobladores decidieron volver a establecerse en esta zona a finales de la década de 1520. Poco a poco, la población creció dedicándose a la agricultura y la ganadería. Uno de los hacendados más importantes del área de Naguabo fue Cristóbal de Guzmán, quien murió en un ataque de caribes a su hacienda (Municipio de Naguabo, 2001). Estos ataques frecuentes por parte de los indios caribes desalentaron el establecimiento permanente de un número considerable de personas, quedando prácticamente abandonada la región, lo que evitó que ocurrieran impactos mayores sobre el ambiente natural hasta al menos finales del siglo XVI (Melgarejo, J., 1995; Rivera Colón, N., 1983).

### **C. Explotación Maderera**

Una vez eliminada la amenaza de las incursiones de los caribes, se establecieron las bases para la ocupación permanente de la región este. La actividad económica, sin embargo, giró en torno a la producción maderera, la crianza de ganado para carnes y cueros, y en menor medida el cultivo de jengibre y de caña azúcar, una vez mermó rápidamente la explotación de oro. La actividad forestal y la ganadería fueron entonces las que motivaron principalmente y en un principio la deforestación de los bosques de la Isla (Domínguez Cristóbal C. M., 2000).

El valor forestal de los terrenos de la Sierra de Luquillo comenzó a destacarse a partir de la segunda mitad del siglo XVI por la abundancia de especies madereras de gran calidad (Domínguez Cristóbal C. M., 2000; Layfield, J., 1995). Algunas de las especies madereras principales incluían: cedros, caobas, úcares, dragos o palo de pollo, ozúas o malageta, palmas y ceibas, entre otros. El creciente consumo local, y su cercanía con

respecto a la gran demanda maderera de las Antillas Menores, promovió a su vez el aprovechamiento forestal de los bosques en el este de la Isla. La exportación de madera se llevó a cabo principalmente mediante contrabando con las colonias holandesas, inglesas y sobre todo, las dinamarquesas del Caribe oriental (Domínguez Cristóbal C. M., 2000; Vélez Vélez J. G., 2000; De Torres Vargas, D., 1995). En la bahía de Ensenada Honda, existía un embarcadero que facilitaba la exportación maderera.

Es importante notar que la combinación de la actividad forestal sirvió también, probablemente, de precursor a otros usos del suelo en la región noreste tales como la ganadería y la agricultura. A medida que avanzaba el corte de árboles, se proveía a su vez las condiciones adecuadas para la siembra de cultivos, y en particular, el crecimiento de pastos necesarios para la actividad ganadera la cual dominaría la economía de la zona en el futuro.

#### **D. Ganadería**

La creación de grandes hatos ganaderos se dio de forma generalizada a través de toda la costa de Puerto Rico entre los siglos XVII y XVIII (Vélez Vélez J. G., 2000). De acuerdo a cronistas de la época, la ganadería se llevó a cabo intensamente en la región oriental, ya que entre otras razones, sus características eran una de las mejores en la Isla para esta actividad (Layfield, J., 1995). La crianza de ganado vacuno y mular para el contrabando fue la principal actividad económica en la zona y la que, por su extensión, debió ocasionar los mayores cambios al paisaje natural durante esa época (Miyares González, F. 1985). Su desarrollo, junto a la producción maderera y la ya incipiente industria azucarera, propiciaron la fundación del Municipio de Naguabo y del Municipio de Fajardo (del cual Ceiba era un barrio) después de la segunda mitad del siglo XVIII (Sepúlveda Rivera, A., 2004; Vélez Vélez J. G., 2000; O'reilly, A., 1995; Abbad y Lasierra, F. I., 1979; Pierre Ledru, A., 1957).

Muchos de los habitantes de los barrios de ambos municipios se dedicaban a la crianza vacuna, porcina, ovino, caprino y equino. Las familias de escasos recursos obtenían su sustento de vida de la ganadería y sus derivados. También compartían la práctica de la ganadería junto con la agricultura en la siembra de legumbres y frutos menores. Algunos de los barrios se dedicaban exclusivamente a la crianza de algún animal en particular. Por ejemplo, ese fue el caso de Isla Cabras, lugar que se dedicó a la crianza de cabras. La península de Punta Puerca también adquiere su nombre debido a su uso exclusivo para la crianza de cerdos, los cuales estaban aislados gracias a un sistema de canales entre el bosque de mangle en las partes bajas de la península.

Para finales del siglo XVIII, el gobierno español promovía la formación de estancias agrícolas y estimulaba la demolición de los hatos ganaderos debido al atractivo que ejercían los hatos de ganado vacuno en el contrabando. Los hatos y la ganadería no desaparecieron por completo, pero la nueva repartición de tierras para fines agrícolas atrajo a una mayor población y logró aumentar el número de propietarios en toda esta zona (Municipio de Naguabo, 2001).

A pesar de todas las presiones de desarrollo ocurridas durante los primeros tres siglos de colonización española, no es hasta el siglo XIX cuando comienza la gran deforestación de los bosques puertorriqueños (Domínguez Cristóbal C. M., 2000). Entre los factores que motivaron esta situación se ubican el ascenso poblacional con la consecuente necesidad de tierras para el cultivo y el advenimiento de la siembra de caña de azúcar como una de las actividades agrícolas de mayor importancia (Tomás de Córdoba, P., 1995). Estas circunstancias surgieron en gran medida como resultado de la Real Cédula de Gracias de 1815, la cual facilitó la inmigración desde la metrópolis junto con aquellos que huyeron de las colonias españolas independizadas en América del Sur y el Caribe, el influjo resultante de capital de inversión, y las diversas concesiones y repartimientos de tierras otorgadas por la Corona Española (Sepúlveda Rivera, A., 2004). El aumento poblacional también llevó a que en mayo de 1838, se fundara oficialmente el Municipio de Ceiba, luego de que varios vecinos solicitaran su separación del Municipio de Fajardo.

### **E. Haciendas Azucareras**

En el Municipio de Ceiba había establecidas cuatro haciendas azucareras; eran estas la Hacienda Santa María, la Hacienda Altagracia, la Hacienda La Tolonesa y la Hacienda Aguas Claras y en los terrenos al norte del Municipio de Naguabo se encontraba la Colonia Esperanza.

La Hacienda Santa María, ubicada al norte de los límites de la antigua base naval, fue fundada por José Romero Hernández. Ya para el cambio de soberanía en 1898, la hacienda pertenecía a Rafael Calderón quien arrendaba los terrenos a la *United Sugar Company*. Su último dueño, Mariano Arroyo, comenzó a vender los terrenos para la construcción de residencias. Hoy solo resta su chimenea de ladrillo con poco más de 50 pies de alto en lo que se le conoce como la Colonia Santa María.



Otra de las haciendas ubicadas en el Municipio de Ceiba lo fue la Hacienda Altagracia. Esta hacienda lleva su nombre por la Virgen de la Altagracia, protectora del pueblo dominicano y de dónde provino su dueño Francisco Gueco. Esta hacienda ubicaba en colindancia con el Barrio Dagüao de Naguabo y los terrenos los dividía la carretera PR-3.

Justo al norte y oeste del perímetro que comprendía la antigua base naval, estaba ubicada la Hacienda Concepción, que antiguamente se le conocía también como la Hacienda Aguas Claras. Esta hacienda le perteneció al hacendado más rico de la zona, el francés Monsieur Pedro Danois, y la misma estaba dedicada a la siembra de caña. Además, incluía áreas de pastos, bosques, pantanos y edificaciones propias de una hacienda cubriendo áreas extensas cerca de Puerto de Medio Mundo, el Pasaje Medio Mundo y las bahías de Puerca y Ensenada Honda. La Hacienda Aguas Claras constaba de unas 3,285 cuerdas para la década de 1940, momento en que el Gobierno de los EUA expropia los terrenos para la construcción de la base y repartirlos en parcelas a las familias desplazadas de los barrios que se ubicaban dentro de los terrenos donde se proponía el establecimiento de la base naval (Ver sección sobre Ocupación Militar). Para ese entonces, los terrenos estaban inscritos a nombre de Miguel Antonio Veve y Federico García.

Otra gran porción de los terrenos del norte de antigua la base perteneció a la Hacienda La Tolonesa. La Tolonesa fue bautizada con ese nombre en referencia al lugar de nacimiento de su fundador el francés Jacques Jean François, natural de la ciudad de Toulon, quien años después españolizó su nombre a Santiago Veve Pesquier. La Hacienda La Tolonesa ocupaba gran parte de los terrenos de la zona costera del Barrio Los Machos hasta la colindancia con el centro del pueblo donde hoy está ubicada la escuela superior de Ceiba.

El aumento dramático en la actividad agrícola y la deforestación resultante no pasó desapercibida por las autoridades coloniales, quienes desde 1824, habían promulgado varias leyes y decretos con el fin de controlar el corte desmedido de árboles y promover la conservación de terrenos forestales. En ese contexto, en el año 1876, el Rey Alfonso XII declara la Reserva de Luquillo, con un área de aproximadamente 23,969 cuerdas como reserva forestal (DRNA, 2008). A su vez, durante el último cuarto del Siglo XIX, la mayoría de los bosques de mangle que forman parte del hoy ANPMMD fueron integrados como unidades del sistema de bosques insulares reconocidos por el Gobierno Español bajo la jurisdicción de los planes de manejo de la Inspección Forestal de Puerto Rico.

Luego del cambio de soberanía a favor de los EUA, los bosques de mangle de Ceiba y Naguabo fueron proclamados por el Gobierno Insular de Puerto Rico en virtud de la Proclama del 28 de mayo de 1918 del entonces Gobernador Arthur Yager, quien declaró diversas zonas de manglares de la Isla como Bosques Insulares, incluyendo estos terrenos como parte del Bosque Insular de Ceiba (Ver Figura 1.3).

## **F. La Industria Azucarera**

La actividad azucarera, impulsada primordialmente por el capital norteamericano, reinaría en toda esta zona durante las primeras cuatro décadas del Siglo XX. Las operaciones de la Central Fajardo comenzaron en el año 1905, tras fundarse la *Fajardo Sugar Company*. La Central Fajardo producía azúcar a gran escala, requiriendo así la siembra de extensos cañaverales para su producción.

Como resultado, gran parte de los terrenos llanos administrados por las diversas haciendas azucareras de Ceiba y Naguabo fueron dedicados exclusivamente al cultivo de la caña, mientras que la producción industrial en sí de la azúcar se realizaba entonces en la Central Fajardo (Rivera Colón, N., 1983). Como parte de la actividad azucarera, se construyó una red ferroviaria para la década de 1930 que conducía a la Central Fajardo a través de todo lo que era el extremo oeste de los límites de la antigua base naval.

## **G. Ocupación Militar**

Durante el periodo de la Segunda Guerra Mundial, el Gobierno de los EUA desarrolló un extenso programa de construcción de instalaciones y vivienda militar en enormes bases a través de todo Puerto Rico. Este programa de construcciones de bases militares sin precedentes en la Isla se describe en las propias palabras del gobernador William D. Leahy (1939-1940), las cuales detallan algunos de los cambios de uso de suelo que experimentaron los Municipios de Ceiba y Naguabo:

“Hoy Puerto Rico retiene su encanto del Viejo Mundo pero el programa destinado a convertir nuestra isla en una fortaleza militar para la defensa del Canal de Panamá y la costa oriental de los Estados Unidos, ha inyectado nuevo vigor, nuevo entusiasmo y nueva esperanza a aquellos que viven en esta avanzada oriental de los Estados Unidos...Laborando en estrecha cooperación y entusiasmo hacia una causa común, hemos transformado ondulantes campos de caña en gigantescas bases aéreas; hemos ahondado nuestros puertos para

proveer lugares de amarre a los barcos de guerra; hemos traído tierra del fondo del mar para echar los cimientos de las bases de hidroaviones; hemos, literalmente, movido las montañas para dar paso a las unidades de defensa de costa de largo alcance. Todo esto se ha hecho por la petición de nuestros militares y por las manos fuertes del pueblo de Puerto Rico” (William D. Leahy, El Mundo, 26 de julio de 1940, citado en Sepúlveda Rivera (2004), p. 71).

Para el año 1941, el gobierno de los EUA inició un proceso de expropiación y desplazamiento de numerosas familias, algunas propietarias y muchas otras sin títulos de propiedad (agregados o herederos de pequeños terratenientes y colonos), que residían en los terrenos de los barrios o sectores de Los Machos, Guayacán, Playas Blancas, Quebrada Seca y Rolón en el Municipio de Ceiba y del Barrio Dagüao en el Municipio de Naguabo para el desarrollo la Base Naval Roosevelt Roads (Piñero Cádiz, 2008). Tras las expropiaciones, el Gobierno Insular proveyó a los desposeídos parcelas de una cuerda de extensión en los terrenos aledaños a la base naval y la Carretera Estatal PR-3, en el área que hoy día se conoce como Aguas Claras (Piñero Cádiz, 2008, p. 126). Con estas acciones, gran parte del litoral costero del Municipio de Ceiba y un pequeño extremo del Municipio de Naguabo fueron separados para propósitos militares, dejando a Ceiba con muy poco acceso a la costa.

A su vez, los terrenos de bosque de mangle que formaban parte del Bosque Insular de Ceiba, proclamado en el año 1918, también fueron trasferidos por el Gobierno Insular de Puerto Rico al Gobierno de los EUA mediante la Ley 54 aprobada por la Legislatura de Puerto Rico el 26 de abril de 1941. Esta ley autorizaba al gobernador de Puerto Rico a transferir al Gobierno de los EUA, bajo ciertas condiciones y para propósitos de defensa nacional, los terrenos pantanosos, humedales, manglares, terrenos secos y sus cuerpos de aguas adyacentes que pertenecían al Pueblo de Puerto Rico y se custodiaban bajo el Bosque Insular de Ceiba, entre otros. La Ley 54 de 1941 también establecía que si en un futuro estas tierras no fueran necesarias para la defensa nacional, automáticamente revertirían al Pueblo de Puerto Rico.<sup>2 y 3</sup>

---

<sup>2</sup> La Ley 54 de 1941 lee en ingles de la siguiente manera: “*The Governor of Puerto Rico is hereby authorized and directed, in behalf and in representation of The People of Puerto Rico, to convey to the Government of the United States of America, for national-defense purposes, the marsh lands, mangrove swamps, dry lands, and adjacent water bodies of water, owned by The People of Puerto Rico...Provided, That whenever said lands are no longer necessary for national defense, they shall automatically revert to The People of Puerto Rico*”.

<sup>3</sup> La aprobación de la Ley 54, previo a la transferencia de terrenos al gobierno de los EUA, fue necesaria debido a que todos estos terrenos eran mareales y por ende, formaban parte de la zona marítimo-terrestre. La zona marítimo terrestre es definida como “el espacio de las costas de Puerto Rico que baña el mar en su flujo y reflujo, en donde son sensibles las mareas, y las mayores olas en los temporales, en donde no son sensibles”, según la aún vigente Ley de Puertos Española de 1880, extendida a Puerto Rico por Real Decreto de 5 febrero de 1886. La zona marítimo terrestre es un bien de dominio público, el cual no puede pertenecer a nadie, no se pueden enajenar, vender, ceder, gravar

## **Misión**

La misión de la base naval, comisionada oficialmente en el año 1943, era mantener y operar facilidades y proveer servicios y materiales para apoyar las operaciones de entrenamiento de las unidades de la flota de aviación naval y las unidades de las fuerzas marítimas y sub-marítimas de la Marina de los EUA, los Cuerpos Marinos y otros servicios. La base también proveía apoyo logístico a la operación de otras facilidades navales en islas cercanas del este del Caribe, como Vieques, Culebra, Santa Cruz y St. Thomas. A su vez, la base permitía ejercicios especiales y colaborativos entre la Flota del Atlántico y las fuerzas navales de otros países. En el año 1955, las operaciones de la base también se enfocaron, en conjunto con las islas de Vieques y Culebra, en la práctica de misiles guiados, en la experimentación de armamentos de combate y en la preparación bélica mediante entrenamientos militares de los componentes de la Organización del Tratado Atlántico Norte (OTAN) (Piñero Cádiz, 2008).

Este complejo militar fue la principal base naval estadounidense en Puerto Rico y el Caribe y la más grande en el mundo fuera del territorio continental. En fin, “Roosevelt Roads fue de vital importancia para la defensa global, el hemisferio occidental y la preparación bélica de la Flota Atlántica estadounidense y sus aliados” (Piñero Cádiz, 2008, p. 38).

La base contaba con al menos 9 muelles, una planta de tratamiento de agua potable, tres plantas de tratamiento de aguas sanitarias, 110 millas de carretera, 42 millas de costa, más de 1,340 edificios y un aeropuerto con cerca de dos millas (11,000 pies) de pista de aterrizaje (Piñero Cádiz, 2008).

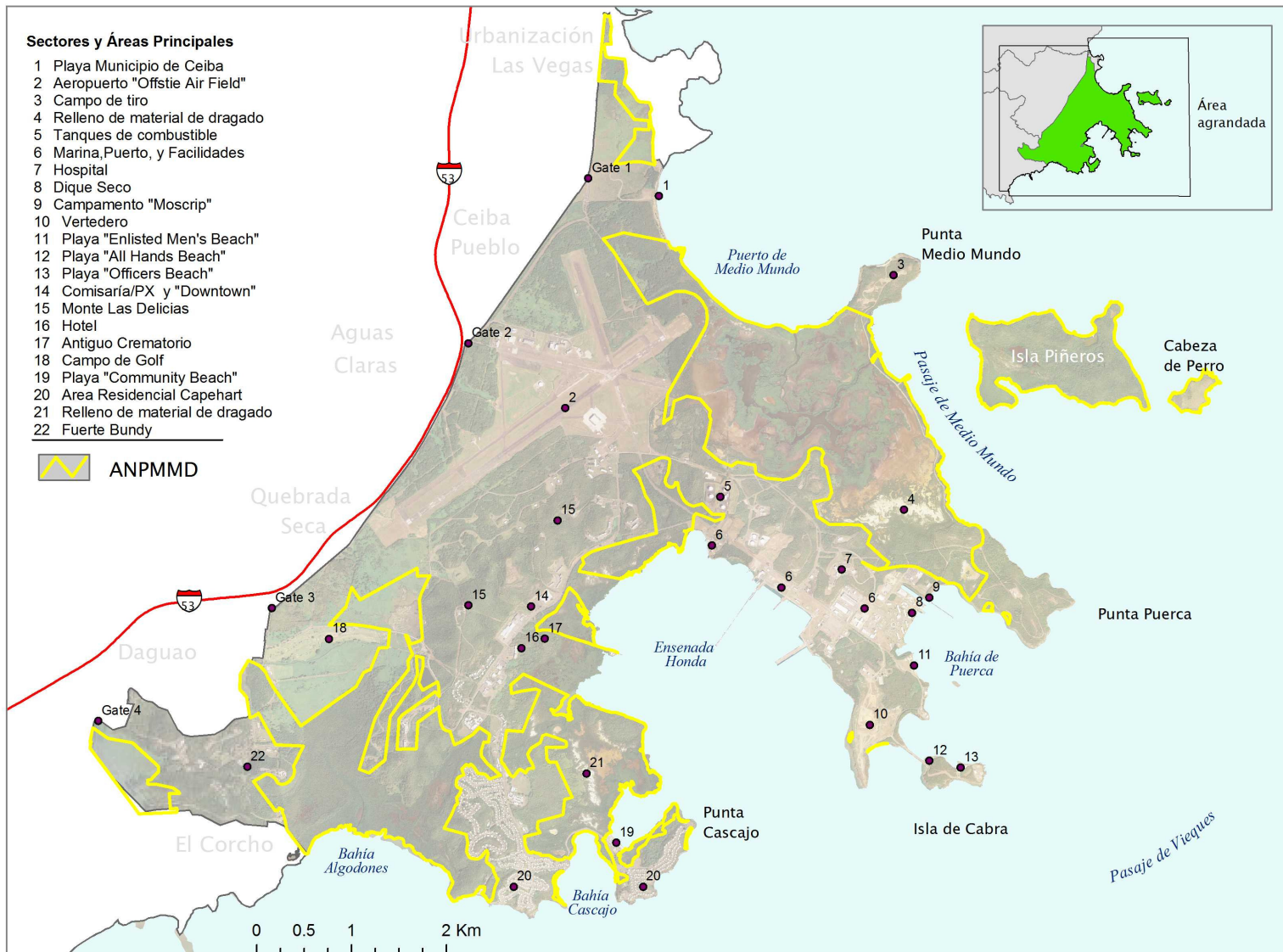


---

ni traspasar y es imprescriptible, ya que no está en el mercado de los bienes. En el presente, el DRNA es el custodio de este bien público y común (zona marítimo terrestre), más no es un bien patrimonial o privado, ya que pertenece al Pueblo de Puerto Rico.



**FIGURA 2.3**  
**NOMBRES DE SECTORES Y ÁREAS ESPECIALES DE LA BASE NAVAL ROOSEVELT ROADS**



## Áreas Principales y Terrenos Arrendados

Entre las décadas de 1940 y 1950, se desarrollaron las tres áreas principales de la base:

1. el Fuerte Bundy (*Fort Bundy*), establecido originalmente por el Ejército de los EUA (*U.S. Army*) en el año 1940 al sur de los terrenos de la base y transferido a la Marina en 1957 como parte de la expansión de la ABNRR;
2. el aeropuerto, establecido en el año 1959 al noroeste de la base y conocido como *Ofstie Field*; y
3. el frente marítimo y la zona industrial, ubicados al norte de la bahía de Ensenada Honda.

En adición a estas áreas de usos principales, la Marina arrendaba ciertas propiedades de la base a otras entidades del gobierno federal, al gobierno de Puerto Rico, al Municipio de Ceiba y a individuos particulares. Por ejemplo, algunas propiedades eran alquiladas por entidades del gobierno federal como la Guardia Costanera, el Departamento de Educación y el Departamento de Salud.

Desde el año 1972, la Marina le alquilaba al Municipio de Ceiba cerca de 12 cuerdas en la Playa Los Machos para actividades de recreación y pesca. En estos terrenos, el gobierno del ELA construyó una villa pesquera que incluía facilidades para el procesamiento de pescados y un restaurante. Hoy día, esta villa pesquera es administrada por la Asociación Auténtica de Pescadores Los Machos, Inc.



Para la década de 1950, algunas parcelas dentro la antigua base, especialmente aquellas ubicadas en los terrenos bajos colindantes al sector Aguas Claras del Municipio de Ceiba, fueron arrendadas a ganaderos de la zona para el pastoreo de cientos de cabezas de ganado. Luego del cierre de la base en el año 2004, fue suspendida la actividad ganadera dentro de sus límites oficiales y continúa en los terrenos adyacentes a la base naval, tanto al norte como al sur de la base en el Sector Esperanza del Barrio Dagüao en Naguabo.

Tan solo una parcela permanece arrendada por la Marina para el pastoreo de ganado, la parcela número 37 según el Plan de Reuso, la cual colinda con la Playa Los Machos y el Bosque Estatal de Ceiba fuera de los límites oficiales al norte de la base (Ver Figura 1.2). En octubre del año 1985, la Marina enmendó el acuerdo de arrendamiento



para reducir la cantidad de cuerdas donde se podía llevar a cabo el pastoreo de ganado de 311 cuerdas a 206 cuerdas, y excluir los manglares que bordeaban la costa en esa zona. El arrendatario también se comprometía a construir una verja para evitar que el ganado entrara al área de mangle, al igual que verjas para asegurar la rotación del ganado. Además, el contrato de arrendamiento limitaba el pastoreo a un animal por acre/cuerda y

tenía una duración de cinco años, con una revisión de cumplimiento anual (DON, 1985).

En los terrenos al norte y el este de los límites de esta parcela arrendada para el pastoreo de ganado, actualmente está ubicado un segmento del Bosque Estatal de Ceiba en Punta Figueras. Las aproximadas 165 cuerdas del bosque también pertenecieron a la Marina hasta el año 1994, cuando ésta transfirió la titularidad de este bosque costero al DRNA. Según documentos de la Marina, en sus terrenos al norte de Punta Figueras, bordeando la costa de la Bahía de Demajagüa, existen cerca de 50 casas (*shacks*) construidas por “invasores” que son utilizadas principalmente como casas de veraneo y fines de semana (DON, 1987). Los pescadores y residentes de Punta Figueras llevan años tratando de lograr su permanencia en este sector.

La Marina además tenía dos servidumbres aéreas dentro del paseo aéreo (*glide path*) al suroeste y oeste del aeropuerto *Ofstie Field*. Dentro de estas servidumbres, no podían existir obstrucciones humanas que se extendieran sobre el ángulo de deslizamiento aéreo permitido (DON, 1987).

### **Impactos sobre Recursos Naturales y Ambientales**

El control militar de buena parte del Municipio de Ceiba y partes del Municipio de Naguabo tuvo repercusiones determinantes en muchos aspectos, incluyendo impactos sobre los recursos naturales y ambientales que hoy componen el ANPMMD, en particular los canales y los bosques de mangle de Los Machos y Ensenada Honda. Entre las actividades de construcción y operación de la antigua base que más impactaron los terrenos que hoy pertenecen al área natural protegida, cabe resaltar:

- 1. Rellenos y Restricciones del Flujo Hidrológico en el Bosque de Mangle Los Machos** - Originalmente, el manglar de Los Machos se conectaba al mar por medio de tres canales naturales hacia Puerto Medio Mundo al norte, hacia Pasaje Medio

Mundo al este y hacia Bahía de Puerca al sur (Ver Figura 2.4). Los primeros impactos que afrontó este sistema fue en la década de 1940, cuando se estableció la Base Naval Roosevelt Road y se rellenó uno de los tres principales canales al sur del sistema de Los Machos hacia Bahía de Puerca para el establecimiento de un dique seco (conocido como el *Bolles Dry Dock* (1943)). Aproximadamente 194 cuerdas de hábitat de mangle fueron rellenadas directamente y otras 103 cuerdas fueron rellenadas parcialmente, las cuales cambiaron drásticamente el flujo de la marea por la parte sur del sistema de mangle. Este relleno tuvo impactos indirectos al también llenar de sedimentación y erosión del material de relleno las áreas adyacentes al mangle.



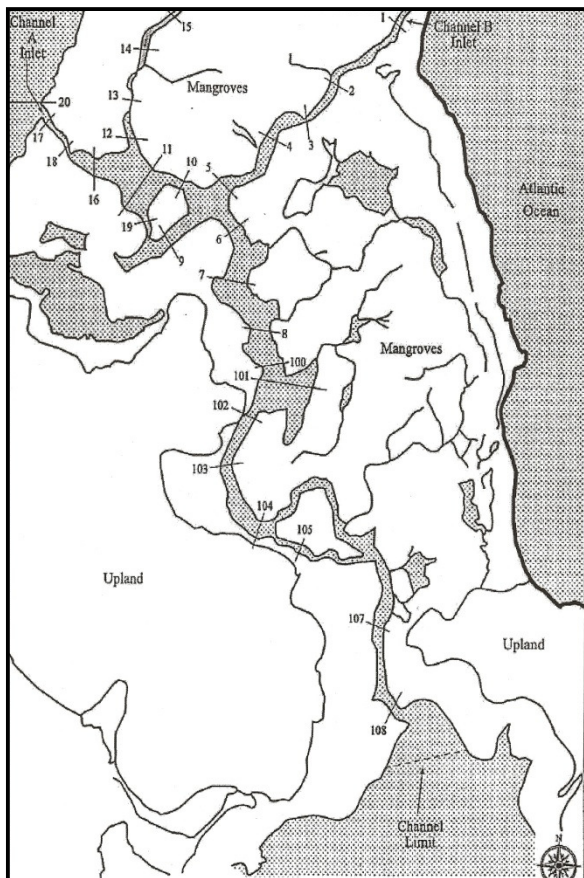
Durante la primera década de la operación de la base, también se construyó un camino de acceso de 2 millas de largo (*Lake Chamberlain Road*) en el límite este del mangle Los Machos hacia Punta Medio Mundo para la operación el Área de Prácticas de Tiro de Armamentos Menores (*Small Arms Range*). Este camino de tierra bloqueó otro de los principales canales de aguas mareales hacia el sistema con dos tuberías de drenaje de concreto de tamaño reducido (48 pulgadas de diámetro) que estaban pobremente ubicadas, impactando el canal natural que existía originalmente de aproximadamente 90 pies de ancho. Esto redujo sustancialmente la circulación de la marea por esta parte del bosque de mangle y afectó el flujo hidrológico a través del canal hacia el Pasaje Medio Mundo mediante la acumulación de sedimentación y la obstrucción de la tubería con vegetación muerta del mangle a ambos lados del área impactada.

Posteriormente a estos primeros impactos, 22 cuerdas de mangle fueron rellenadas al noroeste del bosque de Los Machos para la extensión de la pista de aterrizaje del aeropuerto a 11,000 pies y la construcción del camino *Tarawa Drive*. A su vez, 59 cuerdas de mangle fueron cortadas hasta el nivel del suelo en la parte final de la pista. La construcción del *Tarawa Drive* resultó en la restricción del flujo de la marea hacia los mangles al suroeste del camino y a la subsiguiente acumulación de agua dulce por falta de circulación, lo cual se refleja en la creación de varios pequeños cuerpos de agua abiertos, debido al diseño inadecuado de sus tuberías de drenaje.

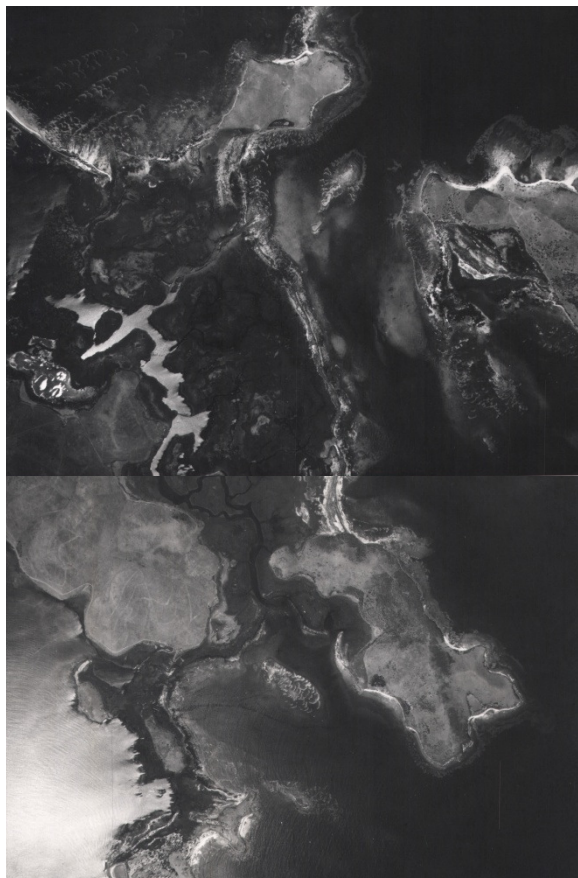


**FIGURA 2.4**  
**CAMBIOS EN EL PATRÓN HIDROLÓGICO DEL BOSQUE DE MANGLE LOS MACHOS**  
(Fuente: DON, 1996b; DTOP, 1936)

**Canales Históricos (1936)**



**Imágen Aérea (1936)**



**Imágen Aérea (2007)**



En el año 1996, la Marina comisionó el desarrollo de un plan de restauración ecológica e hidrológica para el sistema de mangles de Los Machos (DON, 1996b). El propósito del plan era evaluar los factores que contribuyeron o contribuían al detrimento del sistema de manglares de Los Machos. El Plan analizó fotos aéreas de 1936, 1958, 1972, 1986 y 1993 para reconstruir la historia vegetativa de este manglar e identificar los posibles factores que contribuyeron a esos cambios.

El plan determinó que: (1) el intercambio hidrológico a través del canal bloqueado que antes conectaba con el Pasaje de Medio Mundo se redujo por 95%; (2) la cantidad de mangle vivo había reducido en 154 cuerdas desde el año 1936 (aproximadamente 20%); y que existía una cantidad sustancial de mangle muerto (~109 cuerdas). El Plan además incluía un modelo hidrológico que mostró que los cambios en la hidrología eran los factores más importantes que afectaban la salud y la estabilidad de los manglares en Los Machos. Basado en esta información, la

Marina recomendó restaurar la hidrología del canal que conectaba al Pasaje Medio Mundo a sus condiciones antes de la década de 1940 y a su vez, restaurar las funciones ecológicas del sistema de manglar de Los Machos.

**FIGURA 2.5**  
**ÁREA DE RESTAURACIÓN DEL**  
**CANAL DEL BOSQUE LOS MACHOS**  
**HACIA PASAJE MEDIO MUNDO**  
 (Fuente: DON, 1996b)



Inicialmente, a la Marina le fue dificultoso encontrar fondos federales para esta obra de restauración. Sin embargo, luego de un derrame accidental de *jet fuel* que ocurrió en Ensenada Honda en el año 1999, la Marina recomendó implantar el *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* como parte de las actividades de mitigación de daños. El proyecto de restauración de Los Machos se inició en el año 2006 y se completó en el año 2007. Al presente, la Marina lleva a cabo un programa de monitoreo para evaluar los impactos de este proyecto en la restauración del flujo hidrológico a través de toda esta zona.

## 2. Derrames de Petróleo y Otros Contaminantes en el Bosque de Mangle Los Machos

El 19 de diciembre de 1978, una barcaza (*Barge Peck Slip*) derramó entre 440,000 a 460,000 galones de aceite Bunker C a lo largo de 10 km de costa bordeada de mangle al norte de Puerto de Medio Mundo. Tanto el canal que entra al sistema de Los Machos por Puerto de Medio Mundo, como el Pasaje Medio Mundo fueron severamente impactados. Los mangles en las áreas impactadas perdieron 50% de su dosel en 43 días y 90% de su dosel luego de 85 días (Cintrón 1982). Dentro del área contaminada por el derrame de petróleo, era evidente la destrucción total del dosel del mangle rojo.

Un estudio de campo en el área de Medio Mundo reveló que el derrame de petróleo causó el impacto mayor a las áreas internas del sistema de Los Machos. La parte de afuera de los mangles recibía el movimiento de las mareas, lo cual redujo los impactos; mientras que la parte interna recibía la acción vigorosa de las mareas y el oleaje. Esto resultó en que el petróleo y sus productos derivados permanecieran dentro del sistema por una mayor duración, resultando una exposición severa e impactante (Getter et al 1981). Los árboles en el canal de Puerto de Medio Mundo perdieron su follaje después de dos semanas del derrame y permanecieron sin follaje por más de 18 meses. Debido a la falta de dosel, la luz sola llegaba al suelo del bosque, aumentando subsiguientemente las temperaturas y la salinidad. Inicialmente, aparentaban estar germinando grandes cantidades de semillas. No obstante, al examinarlas, estas semillas estaban deformes o tenían un índice de sobrevivencia muy bajo.

Los ecosistemas de mangle son sumamente sensitivos a derrames de petróleo debido al ambiente de crecimiento y fisiología vegetativa. Mangles sin una circulación frecuente de la marea (*tidal flushing*), como los de Los Machos, están más expuestos a impactos significativos que los que tienen una circulación mareal más frecuente (Lugo et. al, 1981).

Otra área afectada por derrames en el manglar de Los Machos es la zona alrededor de *Tarawa Drive*, ya que también se han reportado pequeños derrames de petróleo (*oil sheens*) y fuertes olores a gasolina (*fuel fumes*). La fuente de estos productos es probablemente el área de mantenimiento del aeropuerto. Los materiales lavados en el área de mantenimiento del aeropuerto pasan por un separador de aceite y agua y sus residuales son descargados en el alcantarillado que descarga en el mangle (Pace and Vega, n.d.)



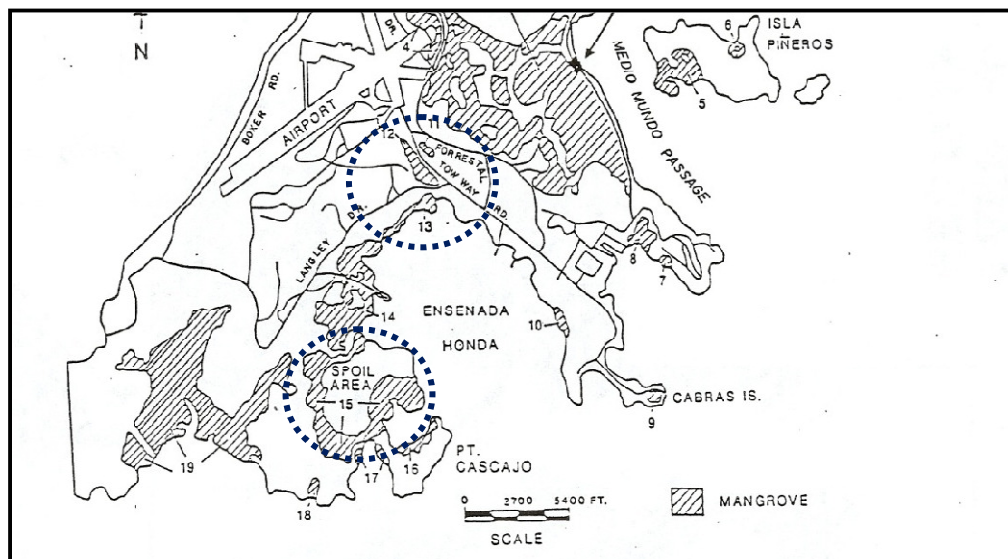
### 3. Rellenos y Restricciones del Flujo Hidrológico en el Bosque de Mangle de Ensenada Honda

Antes del desarrollo de la ABNRR, Ensenada Honda consistía de un extenso bosque de mangle con una serie de canales e islotes. Sin embargo, el mismo fue reducido a aproximadamente 25% de su área original (con una pérdida de cerca de 41 cuerdas) debido, en gran medida, a actividades de relleno con material de dragado de la bahía durante los años 1963 y 1964 (Weaver, et. al, 1976; DON, 2007).

Al presente, vegetación de zona de transición y especies de terrenos firmes han invadido los terrenos más elevados y distantes del agua. En los terrenos más bajos y húmedos, el mangle negro y el mangle blanco han podido regenerarse. No obstante, todavía existen áreas extensas con relleno compactado fuertemente que no tienen ningún tipo de vegetación, especialmente en la parte sur de Ensenada Honda. Sin duda, la recuperación por sucesión natural de las áreas de bosque de mangle que fueron impactadas por este relleno es sumamente lenta (Weaver, et. al, 1976; DON, 1987).



**FIGURA 2.6**  
**ÁREAS PRINCIPALES DE RELLENO DEL BOSQUE DE MANGLE Y**  
**ALTERACIÓN A LA QUEBRADA AGUAS CLARAS EN ENSENADA HONDA**  
(Fuente: Weaver, et. al, 1976)





Otra área que fue alterada en la bahía de Ensenada Honda fue la desembocadura de la Quebrada Aguas Claras. Originalmente, esta quebrada fluía en dirección sureste a través de la porción central de la antigua base naval hacia Ensenada Honda, pero la Marina la desvió al momento de construir el campo de aviación *Oftsie* a finales de la década de 1950. La construcción de este aeropuerto militar alteró la cuenca de la quebrada al canalizar sus aguas por todo el norte del aeropuerto y del camino *Boxer Drive* hasta llegar a los mangles de Demajagüa al noreste de la antigua base naval y desembocar en el Puerto Medio Mundo (DON, 2005b).

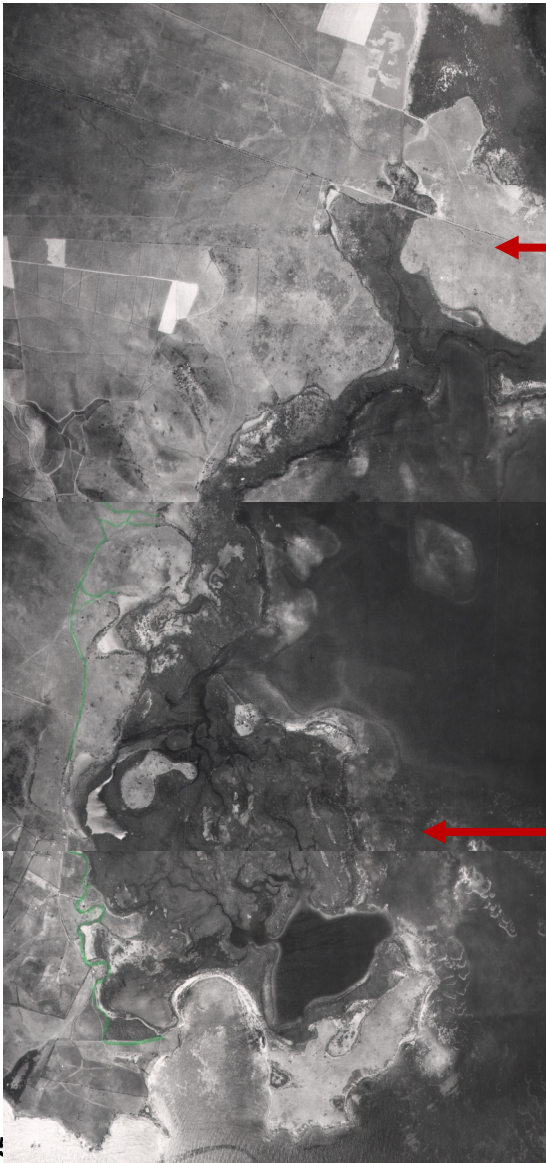
#### **4. Derrames de Petróleo y Otros Contaminantes en el Bosque de Mangle de Ensenada Honda**

Durante el tiempo en que estuvo en operación la ABNRR, ocurrieron varios derrames de productos de petróleo, aceite y lubricantes o sus derivados en la bahía de Ensenada Honda; aunque debe resaltarse que la documentación en relación a los derrames ocurridos previo al año 1986 es mínima. Dos de los derrames que tuvieron un impacto significativo sobre los bosques de mangle que hoy forman parte del área natural protegida en el área de Ensenada Honda fueron:

- En el año 1981 se derramaron aproximadamente 210,000 galones de combustible diesel en Ensenada Honda, a lo largo de la costa adyacente al Atracadero #3, el pantano de mangle al norte de la playa conocida como *Community Beach* y en el área sur de Punta Cascajo. El derrame de combustible ocurrió cuando el barco-tanque (civil) *Arco Prestige*, confrontó problemas con su sistema de tuberías mientras estaba atracado en el Atracadero #3. Las operaciones de limpieza fueron hechas utilizando una barcaza separadora de aceite y almohadillas absorbentes. Se estima que se recuperaron aproximadamente 110,000 galones de combustible, mientras que el resto del combustible derramado se adentro en el área de manglar de Ensenada Honda o se hundió. No hay documentación de investigaciones o acciones remediativas adicionales.
- El 19 de octubre de 1999, en el campo de aviación *Ofstie*, se derramaron 110,000 galones de combustible JP-5 (*jet fuel*) durante la transferencia de combustible del Tanque #381 al Tanque #429 (DON, 2005e). La recolección del combustible derramado fue realizada hasta donde fue posible. La dificultad de acceso a las áreas de mangle limitó los esfuerzos de limpieza en dichas áreas.

**FIGURA 2.7**  
**CAMBIOS EN EL BOSQUE DE MANGLE DE ENSENADA HONDA**  
(Fuente: DTOP, 1936; USGS, 1950)

Imágen Aérea (1936)



Mapa Topográfico (1950)

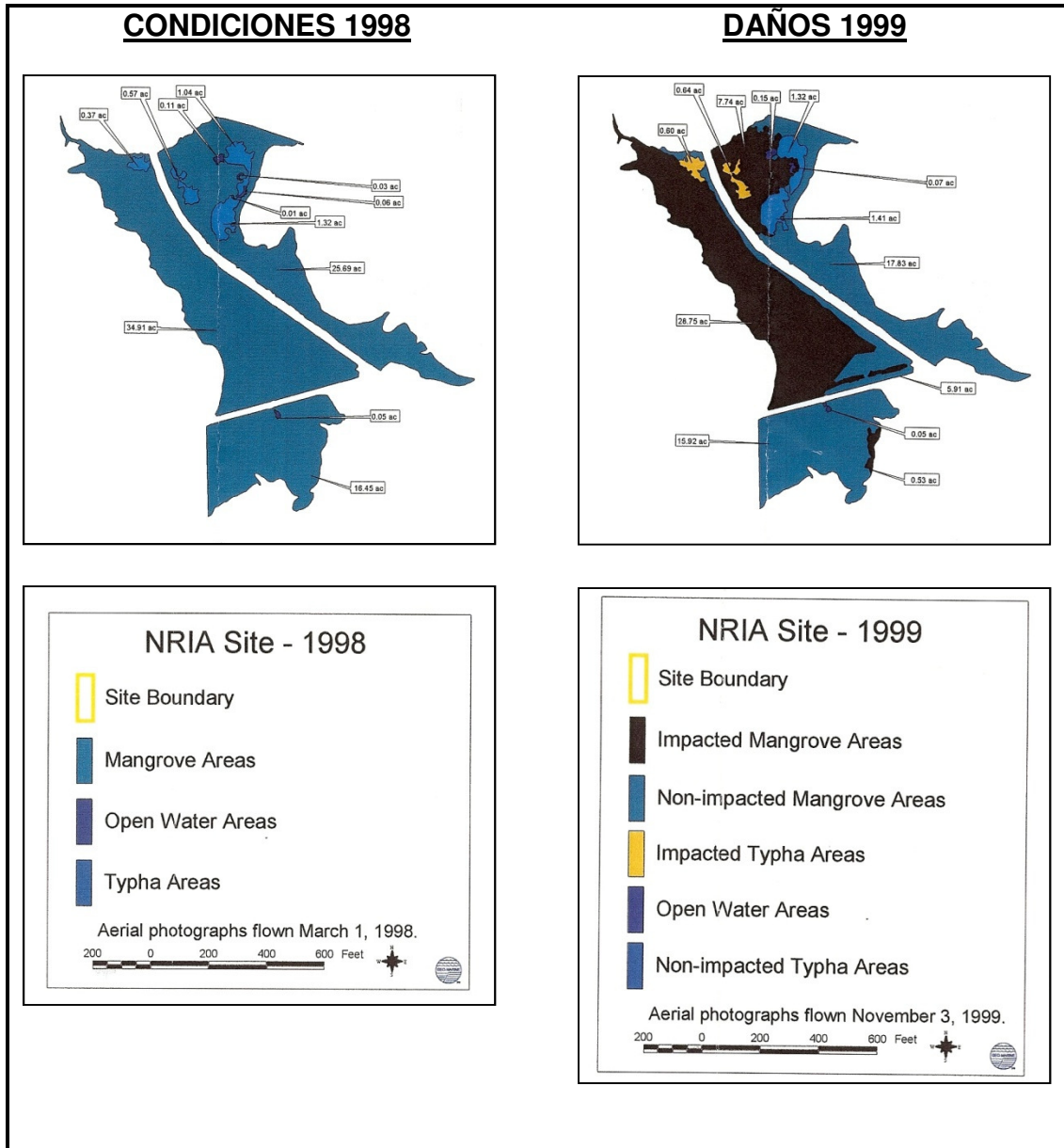


Imágen Aérea (2007)



Se estima que se recobró entre un 15 a un 20 por ciento del total del producto derramado. El remanente se evaporó o se mantiene no contabilizado (DON, 2005e).

**FIGURA 2.8**  
**DAÑOS A HUMEDALES POR DERRAME DE *JET FUEL* EN EL AÑO 1999**  
 (Fuente: DON, 2002a)



Las evaluaciones obtenidas indican que el combustible derramado entró al sistema de drenaje pluvial del campo de aviación *Ofstie* y contaminó los suelos en cerca de 30 cuerdas de mangle ubicadas en las cercanías de *Towway Drive* y *Ensenada Honda*. También se reportó una reducción en área densidad de tres



especies de mangle (rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Laguncularia racemosa*) y blanco (*Avicennia germinans*)) y diversos impactos secundarios; entre estos, con reducción en el área del manglar y la densidad de las tres (3) especies de mangle. Los impactos secundarios que afectaron las áreas consistieron en pérdida de follaje, muerte de hierba de enneas y helechos, impactos a la estructura del dosel y por consiguiente a las áreas de hábitat de aves, vegetación bajo estrés o muerta, exposición de los árboles y arbustos del sotobosque, y la eventual expansión del área cubierta por las hierbas de enneas (DON, 2002a; DON, 2005e; CSA, Inc., 2008).

Estudios realizados por la Marina indicaron que la alternativa compensatoria de restauración preferida debía efectuarse fuera del área impactada. Por consiguiente, se recomendó implantar el *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* (1996b), el cual describimos anteriormente.

## 5. Restricción al Flujo Hidrológico del Río Dagüao

El campo de golf de 9 hoyos de la antigua base naval fue construido en el año 1966 y está ubicado al norte del bosque de mangle y la desembocadura del Río Dagüao. Esta zona fue utilizada en el pasado para la siembra de caña de azúcar y siempre estuvo caracterizada como una zona baja y pantanosa. Desde su establecimiento, el campo de golf siempre experimentó problemas de inundación recurrentes y acumulación de aguas causados por restricciones al flujo natural del Río Dagüao.



La obstrucción principal que restringe el flujo del agua del Río Dagüao y contribuye a los problemas de inundación del campo de golf es un cruce de concreto de un camino de tierra conocido como el *California Crossing*, ubicado en la confluencia del Río Dagüao con la Quebrada Seca. Este cruce actúa como un dique y limita el flujo de agua y nutrientes al bosque de mangle del Río Dagüao.

En un momento, la Marina propuso la canalización del Río Dagüao para resolver el problema de inundaciones al campo de golf. Sin embargo, Weaver et. al (1976) estudio la cuenca hidrográfica del Río Dagüao en relación al problema de

inundación del campo de golf y consideró que la propuesta canalización no se justificaba en base a los problemas ambientales adversos que la misma tendría. El estudio concluyó que el problema más significativo del campo de golf recaía en su ubicación inadecuada en una zona inundable.

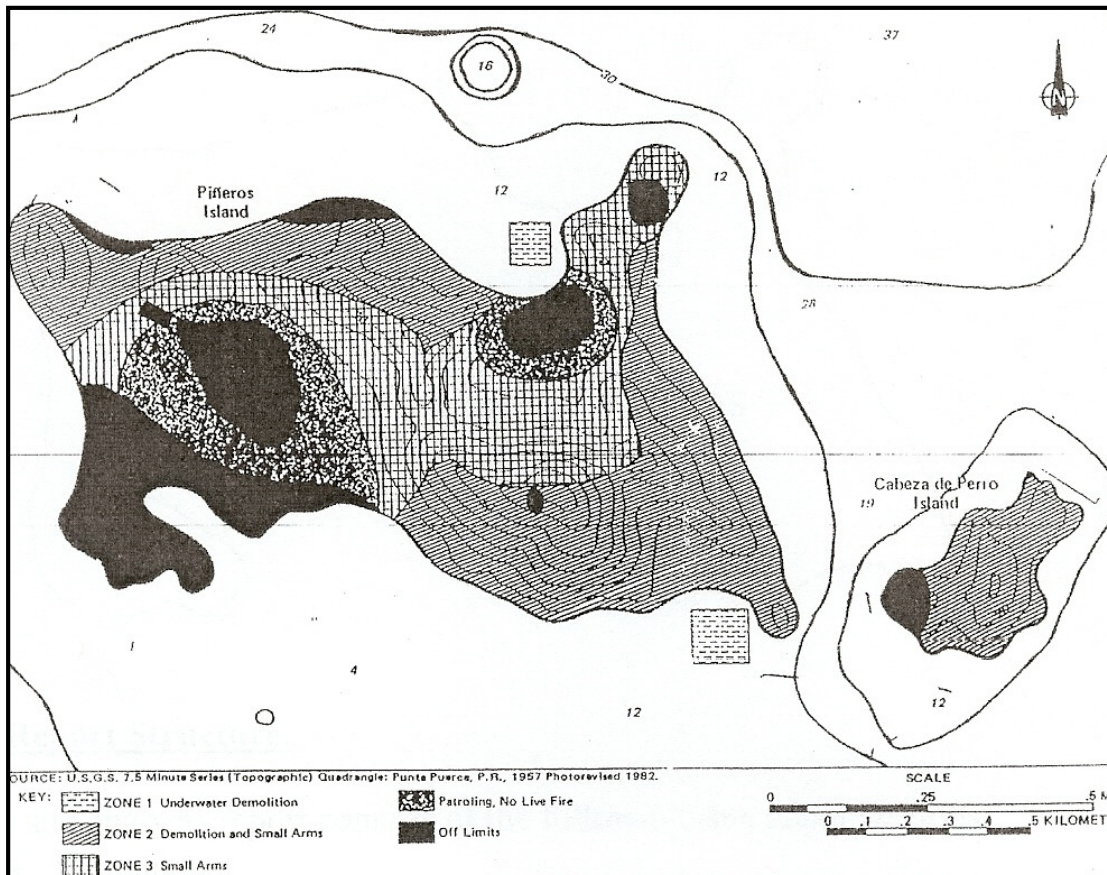
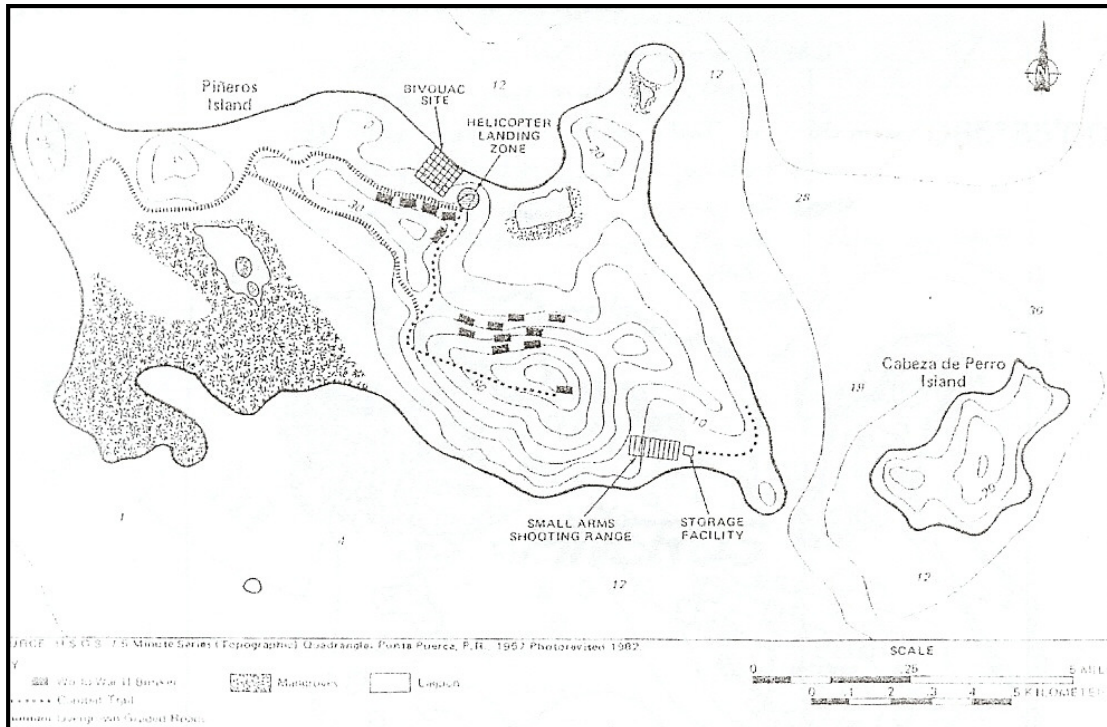
Tanto al este como al suroeste del Río Dagüao, la Marina construyó las facilidades y las tuberías de descarga de dos de las tres plantas de tratamiento de aguas sanitarias que sirven a la base. Una servía al sector residencial Capehart o otra servía al sector del Fuerte Bundy (*Fort Bundy*). La construcción de ambas tuvo algunos impactos sobre los bosques secos y los bosques de mangle de esta zona.

## **6. Entrenamientos Militares y Uso de Armamentos de Combate en las Islas Piñeros y Cabeza de Perro**

Desde finales de la década de 1950, la Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro fueron utilizadas para entrenamientos militares y el uso de armamentos de combate de menor calibre, tales como: explosivos, artefactos de pirotecnia (*flares*), granadas y minas, entre otras municiones. En su mayoría, estas prácticas y operaciones eran realizadas por las Fuerzas Especiales de la Marina (*Special Forces*) y por el área de disposición de armamentos explosivos (*Explosive Ordnance Disposal Technology Division* (EOD)). En la Isla Piñeros también se establecieron alrededor de 15 de polvorines (*bunkers*) de almacenaje de municiones, un área de detonación de explosivos, un área de aterrizaje de helicópteros, una zona de prácticas de tiro y un área de campamento (*Bivouac Site*). Las aguas costeras, tanto al norte como al sureste de de Isla Piñeros, también se utilizaron para la detonación sub-marina de explosivos. Según la Marina, estas islas nunca se utilizaron como área de impacto (*Impact Area*), tal como se utilizaron terrenos de las islas de Vieques y Culebra (DON, 2004).

En una inspección rápida que realizó la Marina en el año 2004, no encontraron evidencia de explosivos sin detonar en ambas islas, salvo una granada (DON, 2004). No obstante, tanto Isla Piñeros como Isla Cabeza de Perro se identificaron como Áreas de Preocupación (*Areas of Concern* (AOC, por sus siglas en inglés)) sobre posible contaminación según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, según sus siglas en inglés)).

**FIGURA 2.9**  
**USOS HISTÓRICOS DE LAS ISLAS PIÑEROS Y CABEZA DE PERRO**  
 (Fuente: DON, 1996b)



Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como la Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro clasificadas como la AOC E. Por consiguiente, ambas islas tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA. Hasta el momento, la Marina completó la primera etapa de acción correctiva dentro del proceso RCRA para esta Área de Preocupación (AOC E), que es la identificación de que existen contaminantes presentes y se requiere más investigación sobre los mismos (DON, 2009). Próximamente, la Marina tendrá que completar la segunda etapa de acción correctiva RCRA, donde se determina la naturaleza y la extensión de la contaminación. Estas son las primeras etapas de un largo proceso de evaluación y remediación de daños en estos terrenos.

### **Cierre y Realineamiento de la ABNRR**

Luego de más de 60 años de operación, la base cesó sus operaciones el 31 de marzo de 2004 en respuesta a una ley del Congreso de los Estados Unidos de América (EUA) que ordenaba su cierre oficial como base militar (Ley 108-87 del 30 de septiembre de 2003). Desde entonces, el gobierno de los EUA, en conjunto con el gobierno de Puerto Rico, lleva coordinando el proceso de cierre, disposición, re-utilización y re-desarrollo de todos los terrenos que integraban la antigua base naval. Todo este proceso se lleva a cabo bajo los procedimientos y autoridades conferidas en la Ley Federal sobre Realineamiento y Cierre de Bases de 1990 (*Base Realignment and Closure Act*, BRAC, por sus siglas en inglés). El Departamento de Defensa de los EUA creó una entidad transitoria, conocida como Actividad Naval Puerto Rico (*Puerto Rico Naval Activity*), que ocupará los terrenos de la antigua base naval hasta que sean cedidos o vendidos a nuevos dueños.

## **2.2 COMPONENTES BIOFÍSICOS DEL ANPMMD**

### **2.2.1 Clima**

El clima de Puerto Rico es de naturaleza marítimo tropical, en donde la temperatura y la precipitación están influenciados en gran medida por el patrón de los vientos alisios y factores orográficos (Daly, C., E. H. Helmer and M. Quiñones, 2003; Colón, J., 1977). Las sequías y los ciclones tropicales son dos fenómenos atmosféricos extraordinarios a los que está expuesta la Isla. Un total de 5 sequías fueron documentadas en el siglo XX (Larsen, M. C., 2000). Desde el año 1508, se han documentado 99 ciclones (huracanes y tormentas tropicales) tras su paso sobre o cerca de la Isla.<sup>1</sup>

El área de la ABNRR tiene un clima tropical marino caracterizado por fluctuaciones de temperatura mínimas, una humedad relativamente moderada y aguaceros frecuentes durante el año.

#### **A. Temperatura**

Las temperaturas en Puerto Rico exhiben poca variación estacional dada la proximidad de la Isla al ecuador. Los meses más calientes son julio y agosto, con una temperatura promedio de alrededor de 82°F (27.7°C), mientras que el mes más frío es enero, cuando una temperatura promedio de 76°F (24.4°C). La temperatura promedio anual es de aproximadamente 79°F (26°C). En términos generales, las temperaturas son más altas en las regiones de baja elevación, mientras que en el interior montañoso son más bajas. Los valores promedios oscilan entre los 58.2°F (14.6°C) en las zonas del interior, hasta unos 87°F (30°C) en las zonas de los llanos costeros del sur y oeste (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006).

El Servicio Nacional de Meteorología, adscrito a la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) opera una red de estaciones climatológicas en la Isla. La estación climatológica más cercana al ANPMMD operaba desde la misma antigua base naval desde el 1 de julio de 1959 hasta el 12 de febrero de 2008 (Estación #668412).

La temperatura promedio anual registrada en la estación meteorológica de Roosevelt Roads es de aproximadamente 80°F (26.6°C). Al igual que para toda la Isla, los meses más calientes son los meses de julio y agosto, con una temperatura normal de 82.6°F

---

<sup>1</sup> Obtenido el 20 de mayo de 2008, en <http://www.srh.noaa.gov/sju/hrcnhist.html>



(28.1°C) y 82.8°F (28.2°C), respectivamente. El mes de febrero fue el más frío registrado en la estación meteorológica de Roosevelt Roads, con una temperatura de 76.7°F (24.8°C) (The Southeast Regional Climate Center, 2009).

**TABLA 2.3**  
**TEMPERATURA (°F) NORMAL MENSUAL PARA LA**  
**ESTACIÓN #668412 EN ROOSEVELT ROADS (1959-2008)**

MESES												
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
77.3	76.7	77.8	78.9	80.4	81.9	82.6	82.8	82.4	81.6	79.8	78.2	80.0

Los vientos alisios del este, los cuales persisten a través de todo el año, tienen un efecto de moderación sustancial sobre el calor tropical. La humedad relativa promedio de 65% a 78% (DON, 2005b).

## **B. Precipitación**

Puerto Rico se caracteriza por una variación significativa respecto a la distribución espacial y temporal de la precipitación pluvial. El patrón geográfico de la lluvia presenta un contraste notable, desde un promedio anual en la Sierra de Luquillo de aproximadamente 118.1 pulgadas a menos de 39.4 pulgadas en el sur-suroeste de la Isla (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006). La precipitación en Puerto Rico también presenta un patrón estacional. El mes de mayo, junto al periodo de tiempo entre los meses de agosto a noviembre, se caracterizan por una precipitación relativamente alta, provocada por el paso de ondas tropicales. El periodo entre los meses de enero a marzo es cuando se registra una menor precipitación pluvial, aunque ocasionalmente ocurren eventos de lluvia significativos a causa de la influencia de frentes fríos provenientes del norte (DRNA, 2007; Daly, C., Helmer, E. H., and M. Quiñones, 2003). El clima de la Isla es también afectado por la deforestación y la impermeabilización de las zonas urbanas. Los bosques contribuyen humedad a la atmósfera al transpirar agua en el proceso de fotosíntesis, por lo que la impermeabilización de los terrenos altera los patrones de evaporación, impactando así el clima (DRNA, 2004b).

La precipitación normal mensual registrada en esta estación varía entre 2.18 pulgadas en febrero a 5.97 pulgadas en noviembre, con un total anual promedio de de 52.10 pulgadas. También se han registrado eventos de lluvia significativos durante el mes de

marzo (por ejemplo, 11.22 pulgadas el 17 de marzo de 1987) (The Southeast Regional Climate Center, 2009).

**TABLA 2.4**  
**PRECIPITACIÓN NORMAL MENSUAL (PULGADAS) PARA LA**  
**ESTACIÓN #668412 EN ROOSEVELT ROADS (1959-2008)**

MESES												
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
2.96	2.18	2.57	3.20	5.28	3.76	4.03	5.04	5.90	6.70	5.97	4.52	52.10

Debe notarse, además, que las áreas inmediatamente al norte y oeste de la ABNRR rutinariamente reciben aproximadamente entre 63.18 y 171.08 pulgadas anualmente (DON, 1987). Por ejemplo, en la estación meteorológica de Fajardo (Estación #663657), Paraíso (Estación #666805) y Pico del Este (Estación #663657) se ha registrado un promedio anual de precipitación de 63.18 pulgadas, 96.98 pulgadas y 171.08 pulgadas, respectivamente (The Southeast Regional Climate Center, 2009).

La lluvia en las islas de Piñeros y Cabeza de Perro generalmente consiste de breves aguaceros durante todo el año. La lluvia anual promedio en esta zona es de aproximadamente 50 pulgadas; las nubes de lluvia que se acercan a la ABNRR desde el este tienden a moverse en una trayectoria que las lleva hacia el norte de las islas (DON, 2005b).

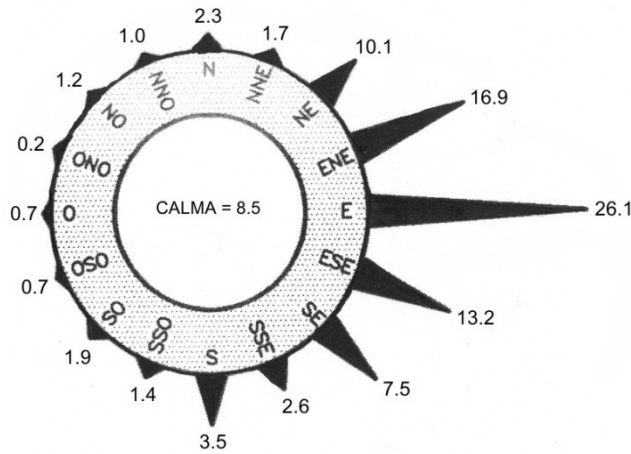
### **C. Vientos**

Los vientos alisios, originados por el sistema de alta presión localizado en el Atlántico Norte cerca a las Islas Azores, soplan del este a través del territorio isleño durante todo el año. En los sectores montañosos de Puerto Rico, el movimiento de los vientos alisios se modifica, pues los vientos pueden acelerarse sobre los picos, canalizarse a través de los desfiladeros o desviarse alrededor de los terrenos elevados. En la costa, la influencia de la topografía sobre el movimiento de los vientos alisios es leve. Los vientos prevaletentes son predominantemente del este-noreste a través de todo el año, con una velocidad máxima típica de 9.7 mph (15.6 km/h) (Estudios Científicos y Técnicos, 2004). Es importante reconocer, sin embargo, el efecto de la brisa marina y la brisa terrestre en la dirección del viento debido a la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas de la tierra y el océano. Típicamente, durante las horas del día, el viento sopla generalmente desde el mar hacia tierra adentro, y luego durante la noche, la dirección del viento se invierte desde tierra hacia el mar (CSA Group, Inc., 2001).

Datos obtenidos de la estación para medir la dirección e intensidad del viento en la ABNRR establecen que la dirección prevaleciente del viento es del este. La velocidad del viento en la ABNRR es relativamente constante, en la cual predominan los vientos de entre 8 a 12 mph (13 a 19 km/h).

**FIGURA 2.10**  
**ROSA DEL VIENTO – DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN**  
**DEL VIENTO EN POR CIENTOS, EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA**  
**ANTIGUA BASE ROOSEVELT ROADS EN CEIBA**

(Fuente: CSA Group, Inc., 2001)



**TABLA 2.5**  
**DIRECCIÓN Y VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (MPH)**  
**DURANTE EL AÑO EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA**  
**ANTIGUA BASE NAVAL ROOSEVELT ROADS EN CEIBA**  
(Fuente: CSA Group, Inc., 2003)

Dirección	Velocidad del Viento (mph)						
	Calma	3-7	8-12	13-20	21-30	31-40	Total
N		1.1	0.9	0.3	*		2.3%
NNE		0.3	0.6	0.7	0.1	*	1.7%
NE		1.1	3.9	4.6	0.5	*	10.1%
ENE		2	8	6.4	0.5		16.9%
E		5.7	14.1	6.2	0.1		26.1%
ESE		2.6	7.2	3.3	0.1	*	13.2%
SE		2.9	3.7	0.9	*		7.5%
SSE		0.9	1.3	0.4	*		2.6%
S		1.3	1.7	0.5	*		3.5%
SSO		0.5	0.7	0.2		*	1.4%
SO		1.1	0.7	0.1	*		1.9%
OSO		0.6	0.1	*			0.7%
O		0.6	0.1	*			0.7%
ONO		0.2	*	*	*		0.2%
NO		0.8	0.3	0.1			1.2%
NNO		0.5	0.4	0.1			1.0%
Calma	8.5						8.5%
<b>Total</b>	8.5%	22.2%	43.7%	23.8%	1.3%	-	100%

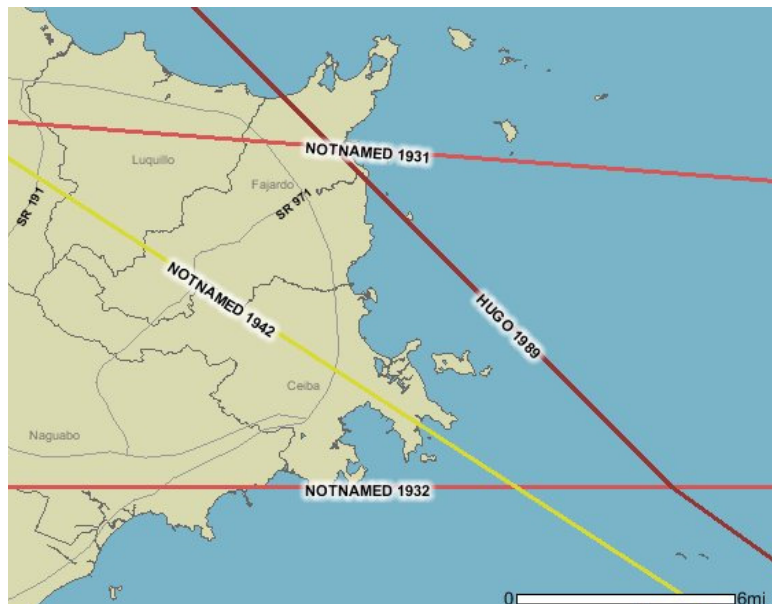
\* Viento detectado en esta dirección y velocidad, pero menos de 0.05% de las veces.

## D. Huracanes

El tamaño promedio de un huracán en relación a la extensión de Puerto Rico permite que sus efectos se sientan en todo el territorio. Esto es así, aún cuando el ojo de un huracán no pase directamente sobre un área en particular en su trayectoria sobre la Isla. Cabe destacar, sin embargo, varios huracanes por la trayectoria de su ojo cerca a los terrenos de la ABNRR.<sup>2</sup>

El 29 de octubre de 1867, el Huracán Narciso, considerado como uno de categoría 3 en la escala Saffir-Simpson, penetró la Isla a través del municipio de Fajardo. El 10 de septiembre de 1931, hizo su entrada por este mismo municipio el Huracán San Nicolás, con vientos sostenidos en 90 mph (145 km/h) aproximadamente. Un año más tarde, el 26 de septiembre de 1932, cruzó la Isla el Huracán San Ciprián tras su entrada por los municipios de Ceiba y Naguabo. Sus vientos sostenidos se estiman en 122 mph (197 km/h) (Miner Solá, E., 1995). El 5 de noviembre de 1942 entró por el área de Bahía Puerca en la ABNRR una tormenta tropical, se estima que la misma pudo haber tenido vientos sostenidos entre 39 mph (63 km/h) a 73 mph (117 km/h).<sup>2</sup>

**FIGURA 2.11**  
**TRAYECTORIAS DE HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES**  
**DENTRO Y CERCANAS A LA ABNRR**  
(Fuente: NOAA's Coastal Services Center - *Historial Hurricane Tracks*)



<sup>2</sup> Información obtenida el 10 de julio de 2009, en *Coastal Hazards of Puerto Rico* (<http://coastalhazards.uprm.edu>) y en *NOAA's Coastal Services Center - Historical Hurricane Tracks*, (<http://maps.csc.noaa.gov/hurricanes/viewer.html>).

Durante los últimos veinte años, la ABNRR ha estado cerca de la trayectoria de seis huracanes de carácter significativo (DON, 2003), siendo el Huracán Hugo el que más impacto tuvo sobre los ecosistemas del ANPMMD. El Huracán Hugo cruzó el noreste de la Isla el 18 de septiembre de 1989 (Torres Sierra, H., 1996). Durante el paso de este huracán, la antigua base naval reportó vientos sostenidos de 104 mph (168 km/h) y ráfagas de hasta 120 mph (194 km/h), los cuales fueron los vientos más fuertes documentados para el Huracán Hugo en su trayectoria por el Caribe.<sup>3</sup> La lluvia asociada con el paso del huracán en la región este de Puerto Rico excedió las 10 pulgadas en el área de Naguabo. Más de 9 pulgadas de este total de precipitación cayeron en un periodo de 24 horas (Torres Sierra, H., 1996).

El daño del Huracán Hugo en el bosque de mangle de Los Machos fue evaluado por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre justo después del paso del huracán (Vicente et al., 1989). La agencia federal encontró que la vegetación dentro y alrededor de los cuerpos de agua y áreas influenciadas por las mareas fueron severamente impactadas al compararlas con la vegetación en terrenos firmes. Según su evaluación, más de 90% de la vegetación estaba arrancada de su raíz o defoliada. Los impactos no fueron homogéneos dado que la intensidad de los mismos parece haber estado determinada por el tamaño y las especies de mangle. Los árboles más viejos de ambos mangle rojo y negro padecieron una mayor mortandad al compararlos con individuos juveniles o más pequeños en tamaño. También se observaron menores impactos al alejarse de los cuerpos de agua y las zonas mareales.

Sin duda, el Huracán Hugo aumentó el estrés que ya estaba experimentando el frágil ecosistema de mangle de Los Machos. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre también documentó poca presencia de bellotas de mar (*barnacles*), ostras y esponjas en el área; aunque esto pudo haber sido resultado de las condiciones de aguas estancadas más que por los efectos del huracán.

Un año después del huracán, los árboles de mangle rojo juveniles que no fueron sacados de su raíz recuperaban a una razón natural. No obstante, la recuperación de árboles maduros era lenta. La agencia entendía que la mortandad extensa de mangle negro se debía a los niveles de sedimentación de los canales y cuerpos de agua del sistema. La agencia también concluyó que al menos que los patrones hidrológicos originales del bosque de mangle de Los Machos se restaurarán, el sistema no se podría recuperar de los impactos del Huracán Hugo (Vicente et. al, 1989).

---

<sup>3</sup> Información obtenida el 10 de julio de 2009, en *Hurricane History* del *National Hurricane Center* (<http://www.nhc.noaa.gov/HAW2/english/history.shtml>)

Una evaluación de la Marina de fotografías infrarrojas de 1993 identificó una cantidad sustancial de mangles muertos por causa del Huracán Hugo (~106 acres en el área de Los Machos). No obstante, también observó que partes del sistema de mangles se encontraban en estado de recuperación de los daños por causa del huracán, con un crecimiento significativo de mangle rojo y mangle negro. Esta recuperación, sin embargo, estaba ocurriendo tan solo en las áreas de mangle adyacentes a los canales de agua contrario a las áreas más alejadas de los canales y los cuerpos de agua que mostraban menos crecimiento y menores condiciones de salud.

Luego del Huracán Hugo, la zona este de Puerto Rico, incluyendo las islas de Vieques y Culebra, estuvo inmersa o cerca del embate o la trayectoria de otros cinco huracanes: Marilyn (1995, Categoría 2); Bertha (1996, Categoría 1); Georges (1998, Categoría 2); José (1999, Categoría 1) y Debby (2000, Categoría 1). En el área general de la ABNRR ocurren un promedio de dos tormentas tropicales al año, una de las cuales suele alcanzar intensidad de huracán (DON, 2005b).

## **2.2.2 Geomorfología**

### **A. Geografía**

En Puerto Rico se identifican tres regiones geomorfológicas principales: el interior montañoso, la zona cárstica y los llanos costeros. El interior montañoso es la región más extensa de la isla compuesta de rocas volcánicas e incluye la Cordillera Central, la Sierra de Luquillo y la Sierra de Cayey (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colon, 2006). La zona cárstica está compuesta por roca sedimentaria caliza y los depósitos de esqueletos de organismos marinos. Esta zona a su vez está dividida en tres regiones: zona cárstica del norte, zona cárstica del sur y la zona cárstica dispersa y se caracteriza por formaciones como cuevas, sumideros, mogotes y abras. Los llanos costeros consisten de roca sedimentaria y sedimentos y aunque se encuentran en secciones interrumpidas a través de la Isla, es la región de menor extensión (Cruz Báez, A., Guilbe, C., y A. López. 2002).

La topografía en la ABNRR y áreas adyacentes se caracteriza por una serie de llanos y planicies costeras con algunas colinas dispersas que se extienden desde la Sierra de Luquillo; con elevaciones que varían desde el nivel del mar en la línea de costa hasta 297 pies (90.5 m) en las Colinas Las Delicias (DON, 1987), y pendientes hasta de 60 pies (18.3 m) (DON, 1992). Esta cadena de colinas divide los predios de la antigua base naval en dos partes; por el noroeste, un valle protegido donde ubica el aeropuerto y por el sureste, todo el litoral costero de Ensenada Honda con su densa vegetación.

La topografía de las Colinas Las Delicias sirvió de barrera terrera, minimizando el impacto de ruido del aeropuerto a lo que fueron las áreas de uso residencial, comercial, recreativo, socio-cultural y de otros usos sensitivos.

Las zonas de Medio Mundo y Los Machos, Ensenada Honda y Dagüao son, en su mayoría, llanos costeros dominados por humedales. El área de mayor relieve se encuentra en la Isla Piñeros, con una elevación de 259 pies (79 m).

Las elevaciones de los terrenos al oeste de los predios de la antigua base naval que se extienden hasta la Sierra de Luquillo, suben abruptamente hasta alcanzar alturas de 800 a 1,060 pies (488 m) sobre el nivel del mar, con el pico más alto a menos de 7 millas (11.2 km) del límite oeste de la Base.

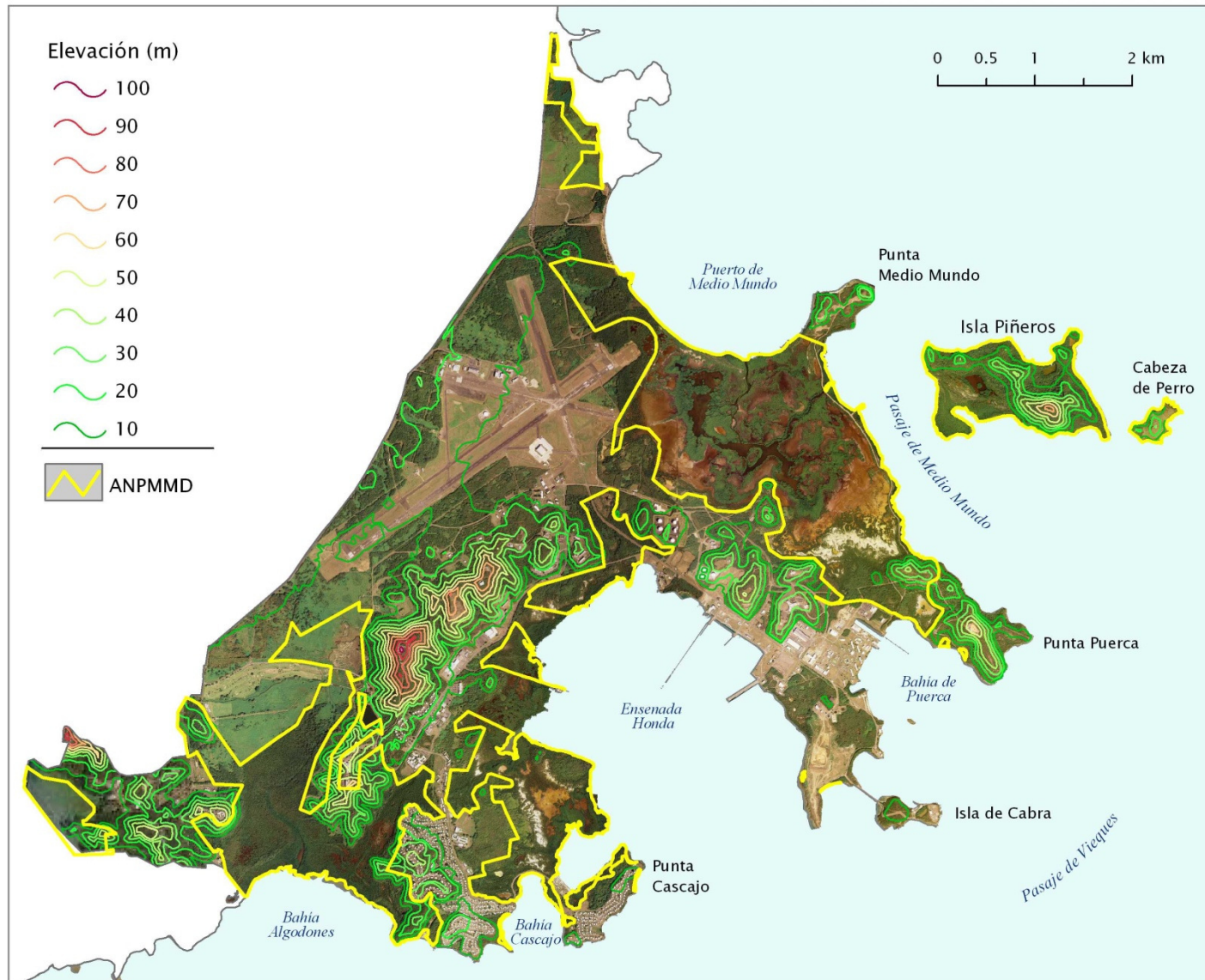
La antigua base naval tiene una extensión de 13.54 millas cuadradas, equivalentes a 35.07 kilómetros cuadrados. A su vez, tiene cerca de 5 millas (8.0 km) de largo (noreste a sureste) y 4 millas (6.4 km) de ancho (noroeste-suroeste). En su punto más estrecho, cerca del centro de Ensenada Honda, tiene aproximadamente 1.5 millas (2.4 km) de ancho (CSA Group, Inc. y Grupo En Tándem, Inc., 2008).

Ensenada Honda tiene unas dimensiones de 1.25 millas (2.0 km) de ancho por 2.15 millas (3.46 km) de largo. Entre la Isla Cabras y Punta Cascajo, se encuentra el canal para el tránsito de embarcaciones, el cual tiene alrededor de 1,000 pies de ancho y una profundidad de 40 pies (Piñero Cádiz, 2008). Bahía de Puerca tiene 0.5 millas (0.80 km) de ancho por 0.7 millas (1.127 km) de largo.

En términos generales, la línea de costa de la antigua base naval tiene una extensión de aproximadamente 36.7 millas (59.1 km). De éstas, 5.1 millas (8.2 km) son playas arenosas y 5.7 millas (9.2 km) son playas rocosas.



**FIGURA 2.12**  
**RELIEVE TOPOGRÁFICO DE LA ABNRR Y EL ANPMMD**



## B. Sismología

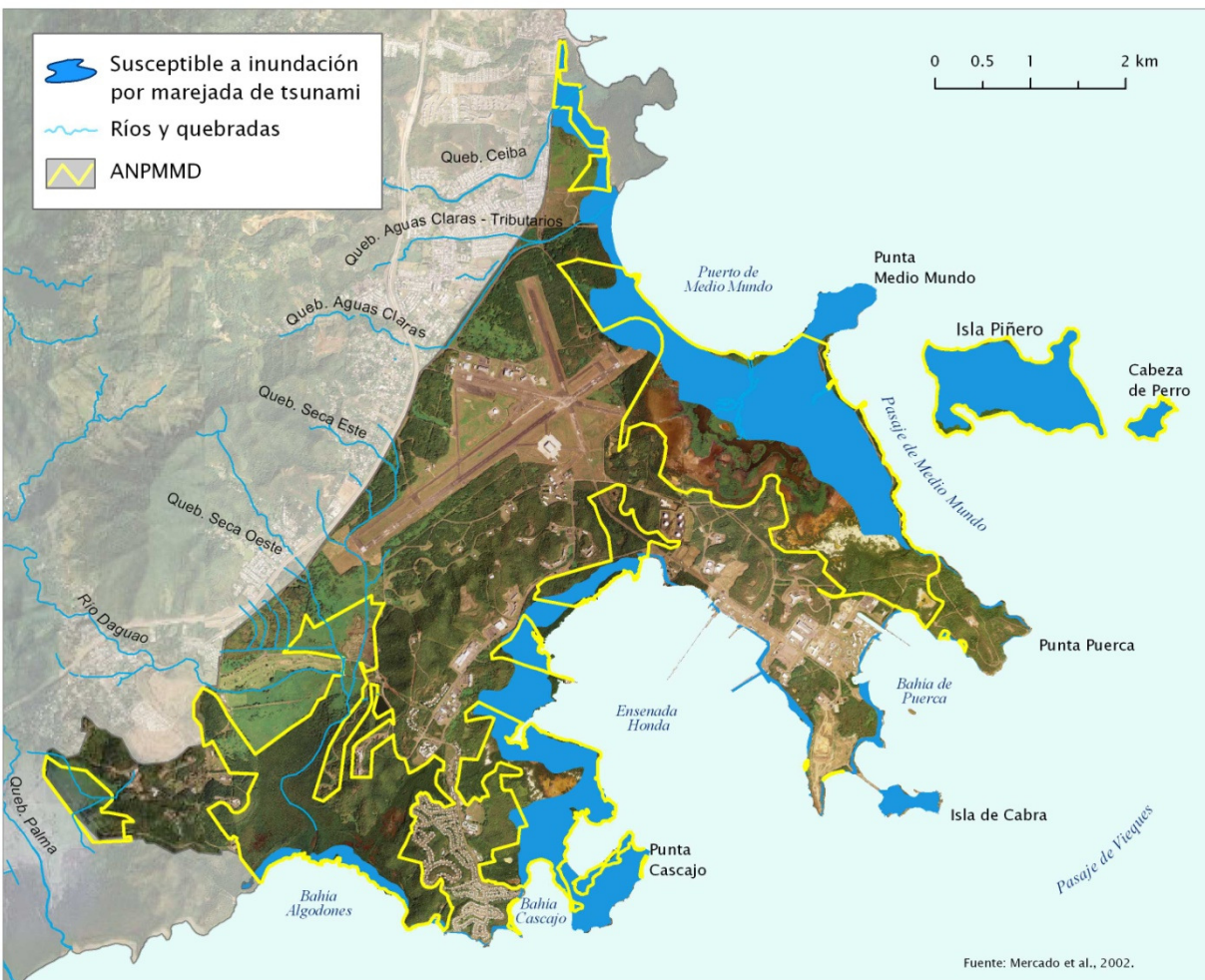
Puerto Rico se encuentra dentro de una zona sísmica activa en el borde noreste de la Placa del Caribe. Este borde, marcado por una zona de subducción de la litósfera de América del Norte por debajo de la del Caribe, se caracteriza por terremotos que ocurren en un nivel superficial o medio de la corteza terrestre (CSA Group, Inc., 2001).

En términos geomorfológicos, la Isla está delimitada por el norte con la Trinchera de Puerto Rico, la cual es un rasgo tectónico asociado con la alta substracción oblicua de la placa de América del Norte bajo la Placa del Caribe. Por el sur, con el Canal de Muertos, considerado un rasgo tectónico lineal con alta actividad de subducción de la Placa del Caribe pero con poca actividad sísmica. Al este se encuentra el Pasaje de Anegada, el cual es muy activo tectónicamente y que ha tenido una larga historia de terremotos. Hacia el oeste, la Isla está delimitada por el Cañón de la Mona, que separa a Puerto Rico de la Española. Esta zona es considerada como compleja y de gran actividad sísmica, en donde han ocurrido terremotos profundos y de intensidad considerable. Cabe mencionar que dentro de la Isla existen dos sistemas principales de fallas que cortan a través del territorio. Aunque no existen pruebas de grandes terremotos recientes asociados a estas fallas, la Zona de Fallas del Sur marca un límite entre las áreas de gran actividad sísmica al sur y una actividad menor al noreste (CSA Group, Inc., 2001, Krushensky, R. D. and J. H. Schellekens, 1998).

En la región adyacente a la ABNRR y el ANPMMD, se identifican cuatro fallas: Peña Pobre, Cerro Mula, Maizales y Duque. A excepción de la primera, todas cruzan al oeste del ANPMMD. La Falla Peña Pobre comienza en las aguas entre Punta Cascajo y Bahía Algodones y cruza el área de sur a norte atravesando el aeropuerto y continuando hasta el Sector Santa María en Ceiba.

A pesar de que los riesgos por eventos sísmicos producidos propiamente en la ABNRR aparentan ser mínimos, es importante notar que los impactos de un fenómeno de este tipo se harían sentir en esta área de ocurrir uno de fortaleza intensa en otras partes de Puerto Rico o en su periferia. Esto es aún más evidente al considerar los efectos indirectos de un terremoto o deslizamiento submarino de intensidad significativa en la Trinchera de Puerto Rico o el Pasaje de Anegada. Tal suceso podría producir un tsunami que afectaría la costa este de la Isla. Aunque el nivel de amenaza por tsunami para la costa este de Puerto Rico es considerado mínimo, los mapas de áreas susceptibles a inundación por un tsunami establecen que una extensión de los terrenos llanos en la ABNRR podrían inundarse por un evento natural como este (Mercado Irizarry, A., Grindlay N., Lynett, P., and Liu, P. L. F., 2002) (Figura 2.13).

**FIGURA 2.13**  
**ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN POR UN TSUNAMI**  
**EN LA ABNRR Y EL ANPMMD**



### C. Geología

Existen tres tipos de rocas básicas en el mundo: sedimentarias, ígneas y metamórficas. La roca sedimentaria se forma por la acumulación y compactación de sedimentos con textura variada derivados de diferentes rocas. La roca ígnea o volcánica se clasifica como intrusiva (cuando la roca se enfría en el interior) y extrusiva (cuando la roca se enfría en la superficie). La roca metamórfica es alterada por altas temperaturas y presión a grandes profundidades. Puerto Rico tuvo su origen volcánico hace aproximadamente 150 millones de años. Las rocas extrusivas se concentran en el interior de la isla mientras que las rocas intrusivas se encuentran en el sureste de la isla y el algunas partes de la Cordillera Central (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colon, 2006). La combinación de factores como viento, movimientos de placas

tectónicas, lluvia, glaciales y depósitos de esqueletos calcáreos forman las zonas de roca caliza (sedimentaria) en Puerto Rico. Además, la esorrentía de ríos y quebradas fueron depositando capas de sedimentos a lo largo de su cauce, en llanos inundables y en áreas costeras hasta llegar a la desembocadura.

La geología de la ABNRR y el ANPMMD se puede clasificar como volcánica. Está compuesta por lava y toba, como también de rocas sedimentarias derivadas de capas discontinuas de roca caliza que datan desde comienzos del Cretáceo hasta mediados del Eoceno. Las rocas volcánicas y las capas de calizas han sido alteradas por rocas dioríticas. Las partes noroeste y oeste están compuestas por depósitos aluviales no consolidados y depósitos aluviales viejos que datan del período Cuaternario (DON, 1987). Según el Mapa Geológico del área de Naguabo y Punta Puerca preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey [USGS], por sus siglas en inglés), las siguientes unidades geológicas están presentes en la ABNRR y el ANPMMD (M'Gonigle, J.W., 1979):

Formación Figuera Lava (Cretácico Inferior) (Kfl): Secuencia de lava andesítica con intercalaciones de brecha volcanoclástica y toba. La exposición en general se limita a cortes artificiales; la mayoría de las pendientes muestran sólo fragmentos de lava en el suelo. La lava meteorizada es en general de grano fino de color marrón rojizo, localmente con auto brechas; con cuñas calcáreas lenticulares y bloques de caliza presumiblemente de la parte basal de la caliza de Trujillo Alto. La lava contiene dispersos pequeños fenocristales de andesina y de piroxeno. El cuarzo es bastante común en vetas, láminas, y vejigas que van desde 3 a 9 cm de longitud. La composición original de la matriz parece haber sido en gran parte andesita y clinopiroxeno y en menor grado magnetita, pero en la mayoría de los lugares ha sido alterada a epidote, clorita, tremolita, actinolita, cuarzo y arcilla. Existen hasta 2,000 metros de Figuera lava expuestos en el área.

Formación Dagüao (Cretácico Inferior) (Kd): Brechas volcánicas interestratificadas, lava, piedra volcánica subordina y toba de cristal. La brecha volcánica es masiva, y se compone de clastos gris oscuro de lava de andesita porfídica y una matriz de toba de cristales de clinopiroxeno y plagioclasa. Las unidades de brechas se cortan por diques de lava porfídica de grano fino. Las rocas de la Formación Dagüao comúnmente se epidotizan y cloritizan en diversos grados. La formación se entrecruza con la Formación de Figuera lava en algunas áreas. El espesor se estima de 1,000 a 1,500 metros.

Formación Brecha Intrusiva Dagüao (Cretácico Inferior) (Kdi): Roca intrusiva hipabisal de andesita brechada de color gris medio oscuro. Contiene clastos subangulares gris

oscuro de andesita con fenocristales grandes de plagioclasa y clinopyroxeno en una matriz brechada de la misma composición. Los clastos parecen ser litológicamente idénticos a los clastos de andesita en las brechas y tobas y las lavas auto-clásticas de la Formación Dagüao. Los clastos de los dos cuerpos intrusivos en el cuadrángulo este de Naguabo varían en tamaño de 3 a 15 cm de longitud; en la Isla Piñeros en el cuadrángulo de Punta Puerca se encuentran bloques hasta de 90 cm de longitud en un cuerpo intrusivo que componen una pequeña colina en la esquina noroeste de la isla. Las rocas intrusivas son localmente muy epidotizadas y silicificadas; el epidote y el cuarzo ocurren en venas y parches irregulares. En una excavación al sur del aeropuerto algunas zonas de varios metros de longitud se han sustituido en gran parte por cuarzo y epidote, pero la textura original de las brechas de andesita porfídica se distingue. La lava litológicamente es similar a las otras brechas intrusivas, y aunque está parcialmente brechada muestra algunas bandas verticales (líneas de flujo).

Depósitos de playa (Pleistoceno y el Holoceno) (Qb): Depósitos de arena no consolidada de grano fino a grueso y guijarros. Al sur de Ensenada Honda compuestos por granos de cuarzo y feldespato y fragmentos de roca volcánica y plutónica; con grandes cantidades de arena (fragmentos de conchas, algas y coral). Hacia el norte de Ensenada Honda, los depósitos son principalmente de granos de carbonato cálcico con una mezcla de fragmentos de roca volcánica y clastos de guijarros; con poca presencia de fragmentos de roca plutónica y granos de cuarzo. En transición, y en parte cubierto, por depósitos aluviales y pantanos. A nivel local, con un espesor de más de 10 metros.

Depósitos de playa de guijarros y adoquines (Holoceno) (Qbp): Guijarros y adoquines moderadamente distribuidos y por lo general bien redondeados. Compuesta principalmente de fragmentos de roca volcánica de diques y lava; y fragmentos de coral y arena calcárea. En transición hacia depósitos de playa arenosa. Espesor oscila entre 2 a 4 metros, o más.

Depósitos de pantano (Holoceno) (Qs): Lodo y suelo rico en material orgánico, de color negro a marrón oscuro, en partes con pobre drenaje de llanos aluviales. En gran parte cubierto de manglares. Espesor hasta 5 metros.

Depósitos de Laguna (Holoceno) (Qla): Depósitos de barro y arena calcárea periódicamente inundados por aguas marinas poco profundas. En transición con depósitos de pantano. Se encuentran en el lado oeste de Ensenada Honda. Espesor incierto.

Depósitos de corales y conchas (Pleistoceno y Holoceno) (Qc): Área local de bancos de coral cementado y conchas de pelecípodos (bivalvos) en el lado suroeste de Ensenada Honda. Espesor aproximado de un metro.

Aluvión (Pleistoceno y Holoceno) (Qa): Material no consolidado que va desde arcilla hasta rocas grandes, depositado en los canales a lo largo de los arroyos más grandes. A nivel local incluye conos y terrazas; en transición hacia depósitos de llano aluvial. Supera los 10 metros de espesor.

Aluvión y fanglomerato (Pleistoceno y Holoceno) (Qaf): Material débilmente o no consolidado, bien a mal distribuido, que varía en tamaño desde arcilla hasta piedras grandes; en conos en depósitos de valles aluviales estratificados. A nivel local formando terrazas. En transición hacia aluvión, planicie aluvial y depósitos de terrazas. Espesor local más de 25 metros.

Diorita (Terciario y Cretácico superior) (Tkd): Surtido de rocas de color gris a gris oscuro con textura granular hipidiomórfica de grano mediano a grande. Su composición a nivel local es la de una hornblenda de diorita con hasta 10% de cuarzo. El feldespato de plagioclasa es en su mayoría andesina cálcica con alguna oligoclasa. En algunos lugares se observan cristales de hornblenda de hasta 6 cm. La roca expuesta presenta gradaciones en el contenido máfico.

Diorita (TKgdd): Facies de diorita oscura de grano medio fino.

Cuarzo diorita y granodiorita (Terciario y Cretácico superior) (Tkqd): Surtido de rocas no exfoliadas con textura granular hipidiomórfica, de color gris claro a gris oliva claro; y granos de medianos a finos. Domina la hornblenda; también hay pequeñas cantidades de biotita. Localmente se encuentran xenolitos metavolcánicos redondos. Una muestra en la cabecera del Río Dagüao exhibe una matriz peculiar de grano fino alotrimórfico de cuarzo granular y feldespato.

Granodiorita (Tkqdf): Facies de granodiorita de grano fino.

Diques (Terciario y Cretácico superior) (b, d): (b), diques andesíticos de grano fino y oscuro, localmente porfídica con plagioclasa y fenocristales de piroxeno. (d) hornblenda granular de cuarzo diorita y diques de hornblenda granodiorita que localmente contienen fenocristales bipiramidales de cuarzo; y el cuarzo granular contiene diques de dacita.

Relleno artificial (af, Qf): Holoceno. Se compone mayormente de arena, arcilla y fragmentos de coral en o cerca de la costa. En otras partes, compuesto de tierra heterogénea y pedazos de roca. Su espesor está entre 6-39 pies (2 y 12 m).

Cuerpos de agua (W): Formaciones cubiertas por cuerpos de agua

**TABLA 2.6**  
**ÁREA APROXIMADA COMPRENDIDA POR LAS DIFERENTES**  
**FORMACIONES GEOLÓGICAS EXISTENTES EN LA ABNRR**

<b>FORMACIONES GEOLÓGICAS</b>	<b>ÁREA (cuerdas)</b>	<b>% de la ABNRR</b>
Relleno artificial (af)	92.7	1.06%
Relleno artificial (af,Qf)	371.8	4.27%
Diques andesíticos (B)	6.5	0.07%
Diques hornblenda (D)	28.9	0.33%
dz	2.2	0.03%
Formación Dagüao (Kd)	1,858.3	21.34%
Formación Brecha Intrusiva Dagüao (Kdi)	186.5	2.14%
Kdth	0.3	0.00%
Formación Figuera Lava (Kfl)	134.7	1.55%
Aluvión (Qa Qal)	97.2	1.12%
Aluvión y fanglomerato (Qaf)	2,462.3	28.27%
Depósitos de playa (Qb)	804.8	9.24%
Depósitos de playa de guijarros y adoquines (Qbp)	6.5	0.07%
Depósitos de corales y conchas (Qc)	30.0	0.35%
Depósitos de Laguna (Qc,Qla)	376.3	4.32%
Ql	1.8	0.02%
Depósitos de pantano (Qs)	1,851.6	21.26%
Ta	1.3	0.01%
Diorita (TKd)	126.9	1.46%
Cuarzo diorita y granodiorita (TKgd)	74.7	0.86%
TKgdd	19.2	0.22%
Granodiorita (TKgdf)	27.4	0.31%
Cuerpos de Agua (W)	146.3	1.68%

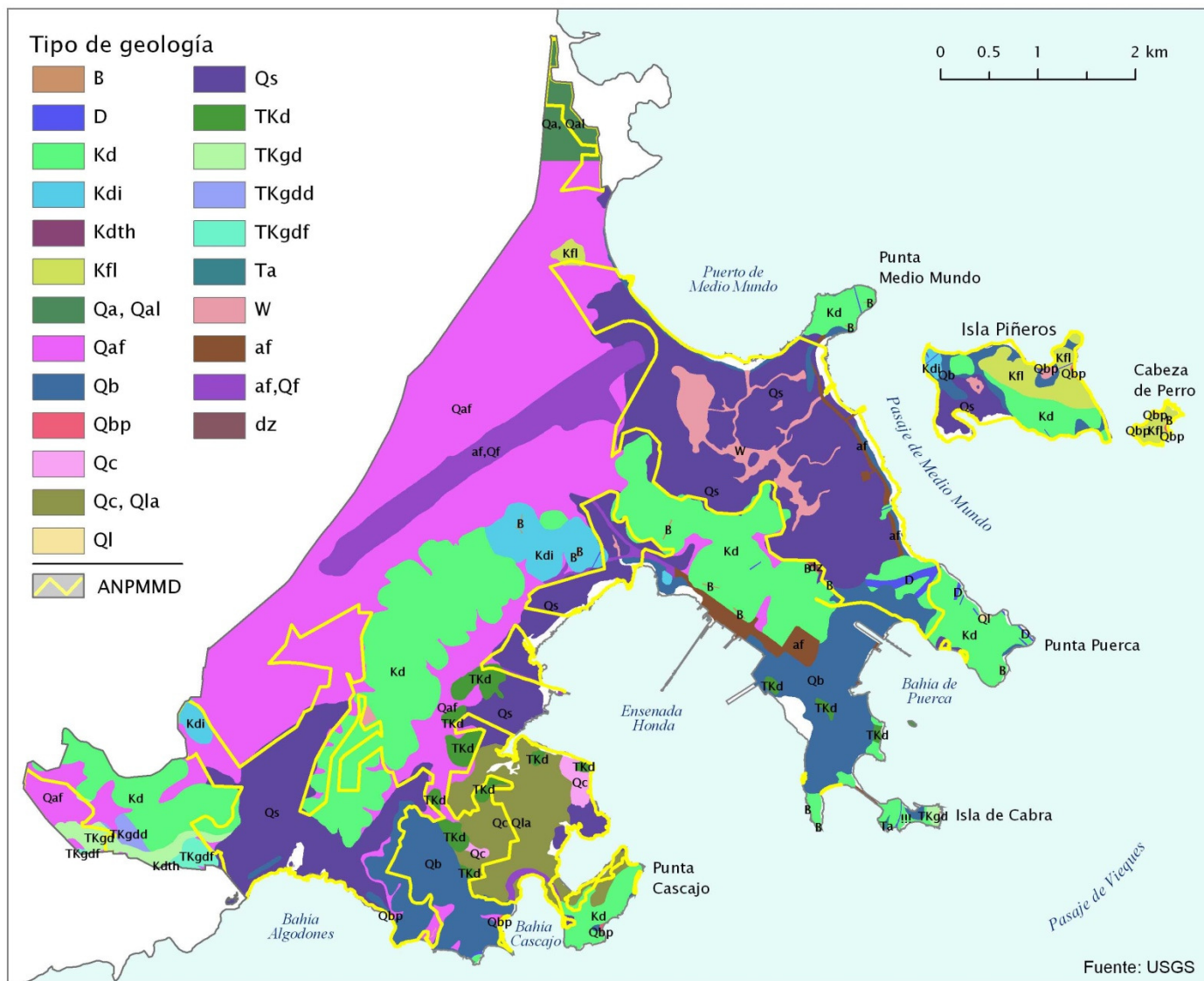


**FIGURA 2.14**  
**MAPAS GEOLÓGICOS DE LA ABNRR Y EL ANPMMD**





**FIGURA 2.14**  
**MAPAS GEOLÓGICOS DE LA ABNRR Y EL ANPMMD**



### 2.2.3 Suelos

Los suelos en Puerto Rico son variados e incluyen tipos o series diversas dependiendo de su ubicación en las diferentes regiones de la Isla. Existen más de 352 tipos de suelos y 115 series en la Isla. Las series más importantes han sido identificadas y segregadas en 11 grupos que proveen una visión general de las características del suelo. Esta agrupación también permite segregar los suelos de las regiones húmedas y sub-húmedas y los suelos de las regiones áridas y semi-áridas (DRNA, 2004b). Los suelos de la ABNRR se pueden clasificar en seis asociaciones principales (DON, 2005a):

Asociación Ciénaga – Pantano: Suelos profundos con pobre drenaje que se encuentran en las planicies costeras. Estas áreas están un poco más arriba del nivel del mar. Cuando la marea está alta cubre esta área que ya de por sí es húmeda. La alta concentración de sal inhibe el crecimiento y desarrollo de toda vegetación con excepción de árboles de mangle y algunos parchos dispersos de plantas tolerantes a la sal. Los suelos son arenosos - arcillosos y contienen material orgánico de la descomposición de árboles de mangle. Los suelos que se encuentran debajo del nivel del mar contienen corales, conchas y marga a profundidades variadas. Aunque no tienen valor agrícola, se pueden utilizar como áreas de alimentación y reproducción para aves y cangrejos.

Asociación Coloso-Toa Bajura: Suelos profundos y de buen a pobre drenaje. Se encuentran en planicies inundables. Formado por sedimentos de textura fina de origen mixto en planicies inundables. Aunque ocasionalmente se inundan, son los mejores suelos para fines agrícolas. Tiene limitaciones para usos industriales y recreativos ya que son susceptibles a inundación.

Asociación Mabí-Río Arriba-Cayagua: Suelos profundos, de buen a pobre drenaje. Se encuentra al pie de las pendientes, laderas, terrazas y abanicos aluviales. Formado por sedimentos gruesos y finos derivado de rocas intrusivas y extrusivas. Se utiliza para sembradíos

Asociación Caguabo-Múcara-Naranjito: Suelos poco profundos a moderadamente profundos. Suelos con pendientes empinadas en los terrenos altos volcánicos. Formado por material residual de rocas volcánicas meteorizadas. Se utiliza para pasto y sembradíos de batata, plátanos, guineos y gandules. No se recomienda para usos agrícolas, urbanos y recreativos ya que las pendientes son empinadas y tiene problemas de erosión.

Asociación Descalabrado-Guayama: Suelos poco profundos, con buen drenaje y pendientes de poco a muy empinadas en los terrenos altos volcánicos. bFormado por material residual fino a moderadamente fino derivado de rocas volcánicas básicas.

Asociación Jácana-Amelia-Fraternidad: Suelos moderadamente profundos a profundos y de buen drenaje. Se encuentra en terrazas, abanicos aluviales y al pie de las pendientes. Las pendientes varían desde el nivel del mar hasta bien empinadas. Formada por sedimentos finos y gravilla de rocas caliza y volcánica. Se utilizan para caña de azúcar y pasto. Tiene limitaciones para ganadería, recreación y usos urbanos ya que las pendientes son moderadas y susceptibles a erosión y la precipitación es baja. No se recomienda para usos agrícolas, urbanos y recreativos ya que las pendientes son empinadas, susceptibles a erosión y les falta humedad.

En el año 1977, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (antes Servicio de Conservación de Suelos) del Departamento de Agricultura Federal publicó el Catastro de Suelos para la Región Este de Puerto Rico, con el fin primordial de describir las características de los suelos en esta área según su utilidad para la agricultura y sus propiedades mecánicas como material o agregado para la construcción, así como su adecuación para la ubicación de estructuras (Boccheciamp, R. A., 1977). Las siguientes series y tipos de suelo han sido identificadas para el ANPMMD (Boccheciamp, R. A., 1977):

Bajura arcilloso (Bc): Suelos profundos, pobre drenaje y permeabilidad y escorrentía lenta. Formado por sedimentos de textura fina. Este suelo posee una capacidad de agua y fertilidad alta. Frecuentemente inundado, se encuentra en planos aluviales inundables. Se utiliza para caña de azúcar y pasto.

Candelero lómico (CdB): Suelos poco profundos, poco drenaje y baja permeabilidad. Formado por sedimentos finos de roca granítica. Pendientes de 2-5%. Se encuentra en terrazas y abanicos aluviales. Estos suelos son susceptibles a inundaciones, pero con el debido manejo se pueden utilizar para caña de azúcar y pasto.

Coloso limoso arcilloso (Co): Suelos profundos, pobre drenaje y permeabilidad lenta. Formado por sedimentos finos de origen mixto. Se encuentra en planicies inundables. Entre las limitaciones para agricultura se encuentra la baja permeabilidad, inundaciones ocasionales y el alto nivel freático en temporadas. Se recomienda para caña de azúcar y pasto.

Dagüao arcilloso (DcE2): Suelos moderadamente profundos, buen drenaje y permeabilidad lenta. Formada por residuos finos de rocas volcánica. Pendientes de

20-40 % erosionadas. Se encuentra en las laderas de las montañas. Se utiliza para pasto, árboles y siembra.

Descalabrado arcilloso (DeC2): Suelos con buen drenaje, permeabilidad moderada. Formado por residuos finos de rocas volcánicas. Pendientes de 5-12% erosionadas. Se encuentra en las laderas de montañas. Presenta limitaciones severas para la agricultura ya que es poco profundo y la lluvia es poca. Se utiliza para pasto.

Descalabrado arcilloso (DeE2): Suelos con buen drenaje, permeabilidad moderada. Formado por residuos finos de rocas volcánicas. Pendientes de 20-40% erosionadas. Se encuentra en las laderas de montañas y en los terrenos altos volcánicos. Como presenta limitaciones para la agricultura por las pendientes, su mejor uso es el pastoreo.

Descalabrado y Guayama (DgF2): Suelos con buen drenaje, permeabilidad moderada. Formado por residuos finos de rocas volcánicas. Pendientes de 20-60% erosionadas. Se encuentra en los terrenos altos volcánicos. Presenta limitaciones para la agricultura ya que posee pendientes empinadas, poca profundidad, escorrentía rápida, poca lluvia y el peligro de erosión. Se utiliza para pasto.

Descalabrado-Terreno Rocoso (DrF): Suelos con buen drenaje, permeabilidad moderada. Formado por residuos finos de rocas volcánicas. Pendientes de 40-60%. Se encuentra en las laderas de las montañas y en las tierras altas volcánicas. Presenta limitaciones severas para la agricultura por lo empinado del terreno, suelos poco profundos y escabroso. Se recomienda para pasto.

Jacana arcilloso (JaC2): Suelos profundos, buen drenaje y permeabilidad lenta. Formada por sedimentos y residuos finos de rocas volcánicas. Pendientes de 5-12% erosionadas. Se encuentra al pie de las pendientes. Posee alta fertilidad y escorrentía moderada. Se utiliza para pasto.

Junquitos arcilloso (JuC): Suelos profundos, buen drenaje y permeabilidad lenta. Formados de sedimento aluvial y coaluvial de rocas volcánicas extrusivas. Pendientes de 5-12 %. Se encuentra al pie de las pendientes en las tierras volcánicas. Escorrentía moderada. Se utiliza para caña de azúcar y pasto.

Mabí arcilloso (MaB): Suelos profundos, pobre drenaje y permeabilidad lenta. Formada por sedimentos de roca volcánica. Pendientes de 0-5%. Se encuentra en los abanicos aluviales, al pie de las pendientes y en las terrazas bajo los terrenos volcánicos. Se

utiliza para pasto tabaco y caña de azúcar. Es un suelo fértil y responde bien a los fertilizantes, pero hay que mejorar el drenaje.

Mabí arcilloso (MaC2): Suelos profundos, pobre drenaje y permeabilidad lenta. Formada por sedimentos de roca volcánica. Pendientes de 5-12% erosionadas. Se encuentra al pie de las pendientes y abanicos aluviales. Pobre drenaje y difícil de cultivar. Se utiliza para pasto y caña de azúcar y tabaco.

Terreno cubierto (Md): Áreas donde el suelo original ha sido cubierto por otro o destruido. Estas áreas se han determinado para usos de ingeniería. Este suelo no se puede utilizar para la agricultura.

Río Arriba arcilloso (RrB): Suelos profundos con buen drenaje y poco permeables. Formado por sedimentos de origen mixto. Pendientes de 2-5%. Se encuentra en abanicos aluviales y terrazas. Con el debido manejo se puede utilizar para caña de azúcar, pasto, grama y sembradíos de alimentos.

Río Arriba arcilloso (RrC2): Suelos profundos con buen drenaje y poco permeables. Formado por sedimentos de origen mixto. Pendientes de 5-12% erosionadas. Se encuentra en abanicos aluviales y terrazas. Con el debido manejo se puede utilizar para caña de azúcar y pasto.

Terreno rocoso (Rs): Pendientes de 50-70%. Consiste de áreas donde la roca aflora en el 50-70% de la superficie. El material en el suelo es poco profundo. Se recomienda para hábitat de vida silvestre.

Sabana limoso arcilloso (SaE2): Suelos poco profundos, buen drenaje y moderadamente permeables. Formado por residuos finos de rocas volcánicas meteorizadas. Pendientes de 20-40% erosionadas. Se encuentra en las laderas. No se recomienda para cultivos ya que las pendientes son empinadas, hay poca profundidad entre la superficie y la roca volcánica, escorrentía rápida y peligro de erosión. Se recomienda para pasto.

Sabana limoso arcilloso (SaF2): Suelos poco profundos, buen drenaje y moderadamente permeables. Formado por residuos finos de rocas volcánicas meteorizadas. Pendientes 40-60% erosionadas. Se encuentra en las laderas y en los terrenos altos volcánicos. No se recomienda para cultivos ya que las pendientes son empinadas, hay poca profundidad entre la superficie y la roca volcánica, escorrentía rápida y peligro de erosión. Se recomienda para bosque.

Planicie de marea (Tf): Consiste de áreas bajas, un poco más arriba del nivel del mar que son afectadas por el agua salada durante mareas altas. Debido a la concentración de sal tan alta, sólo plantas que toleran la sal pueden crecer en esta área. La textura del material del suelo varía. Se recomienda para hábitat de vida silvestre.

Pantano de marea (Ts): Consiste de áreas que están cubiertas de árboles de mangle y que están bajo agua salada la mayor parte del año. Este suelo es arenoso y arcilloso y contiene material orgánico producto de la descomposición de los mangles. Se recomienda como hábitat para organismos en especial, aves, ostras y cangrejos.

Toa limoso arcilloso (Tt): Suelos profundos, buen drenaje y permeabilidad moderada. Formado por sedimentos aluviales de origen mixto. Se encuentra en las planicies inundables del río en las costas. Son suelos de moderada capacidad de agua, alta fertilidad y trabajables. Se utiliza para siembras, caña de azúcar y pasto.

Vega Alta limoso arcilloso (VeB): Suelos profundos, buen drenaje y permeabilidad moderada. Formado por sedimentos de textura fina de color rojo, marrón y gris que son ricos en hierro. Se encuentra en las planicies costeras y terrazas. Pendientes de 2-5%. Si se controla la erosión, se puede utilizar para azúcar, pasto y sembradíos.

Vega Alta limoso arcilloso (VeC): Suelos profundos, buen drenaje y permeabilidad moderada. Formado por sedimentos de textura fina de color rojo, marrón y gris que son ricos en hierro. Pendientes de 5-12%. Se encuentra en las planicies costeras y terrazas. Si se controla la erosión, se puede utilizar para azúcar y pasto.

Terreno aluvial húmedo (Wa): Consiste de áreas parecidas a lagunas o depresiones en las planicies inundables del río y quebradas. El nivel freático se encuentra en la superficie la mayor parte del año. En términos de textura, puede ir desde lomo hasta arcilla. Se recomienda como hábitat de vida silvestre.

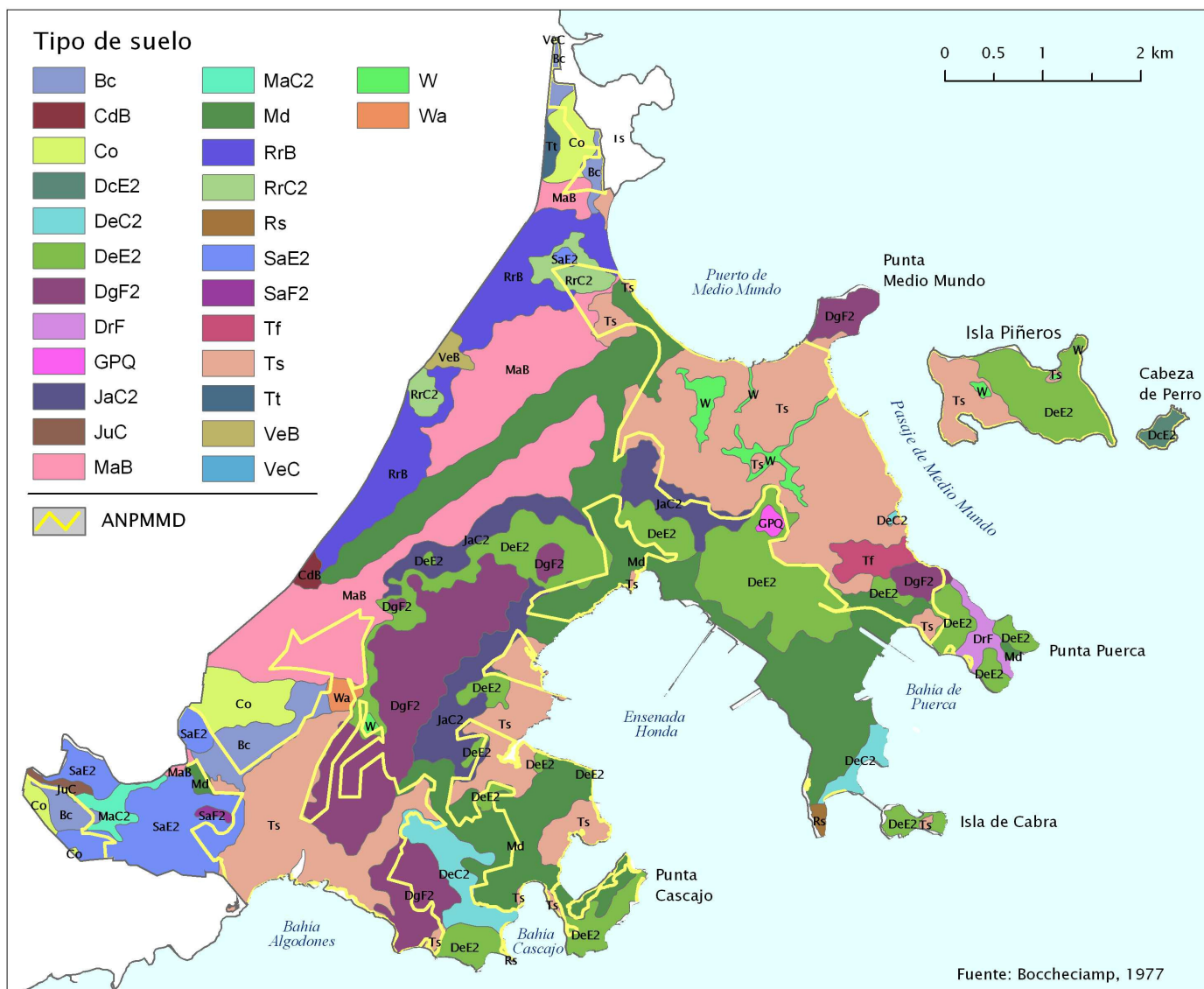
**TABLA 2.7**  
**ÁREA APROXIMADA COMPRENDIDA POR LOS DIFERENTES**  
**TIPOS DE SUELO EXISTENTES EN LA ABNRR**

<b>TIPOS DE SUELO</b>	<b>AREA (cuerdas)</b>	<b>% de la ABNRR</b>
Bajura arcilloso (Bc)	225.1	2.54%
Candelero lómico (CdB)	17.0	0.19%
Coloso limoso arcilloso (Co)	211.2	2.38%
Dagüao arcilloso (DcE2)	25.2	0.28%
Descalabrado arcilloso (DeC2)	172.0	1.94%
Descalabrado arcilloso (DeE2)	1,210.9	13.66%
Descalabrado y Guayama (DgF2)	872.2	9.84%
Descalabrado-Terreno Rocoso (DrF)	50.5	0.57%
GPQ	15.4	0.17%
Jacana arcilloso (JaC2)	421.3	4.75%
Junquitos arcilloso (JuC )	15.0	0.17%
Mabí arcilloso (MaB)	1,018.5	11.49%
Mabí arcilloso (MaC2)	48.8	0.55%
Terreno cubierto (Md)	1,535.2	17.32%
Río Arriba arcilloso (RrB)	430.8	4.86%
Río Arriba arcilloso (RrC2)	101.5	1.14%
Terreno Rocoso (Rs)	11.0	0.12%
Sabana limoso arcilloso (SaE2)	365.8	4.13%
Sabana limoso arcilloso (SaF2)	8.5	0.10%
Planicie de marea (Tf)	64.2	0.72%
Pantano de marea (Ts)	1,876.7	21.17%
Toa limoso arcilloso (Tt)	18.0	0.20%
Vega Alta limoso arcilloso (VeB)	27.2	0.31%
Vega Alta limoso arcilloso (VeC)	0.1	0.00%
Agua (W)	93.3	1.05%
Terreno aluvial húmedo (Wa)	25.0	0.28%





**FIGURA 2.15**  
**MAPAS DE SUELOS DE LA ABNRR Y EL ANPMMD**



## 2.2.4 Hidrología

Puerto Rico cuenta con 224 ríos y 553 quebradas identificadas con nombres. Muchas de estas corrientes son tributarios de cerca de 54 ríos que descargan al litoral costero, así como de un número adicional de quebradas que descargan al mar (JCA, 2007). Todas estas corrientes se encuentran dentro de 134 cuencas hidrográficas de tamaño y complejidad diversa, incluyendo áreas de drenaje poco definidas en la región caliza y la región costera. Las cuencas principales incluyen áreas en las tres cadenas de montañas que se levantan en la Isla de oeste a este, incluyendo la Cordillera Central, la Sierra de Cayey y la Sierra de Luquillo. Esta última es la extensión oriental de la Cordillera Central, formando una divisoria entre Juncos y Canóvanas que se extiende hasta Fajardo. La lluvia es copiosa en esta cadena de montañas, resultando en escorrentías que alimentan cientos de quebradas y ríos que descienden hacia valles costaneros formados por aluvión y depósitos marinos, incluyendo calizos. Estos depósitos en los valles costaneros han formado acuíferos de importancia en las regiones norte y sur, alimentados por la escorrentía que se infiltra al subsuelo en las laderas de las montañas y los canales de los ríos.

Todas las cuencas hidrográficas en Puerto Rico experimentan generalmente períodos de poca precipitación o estiaje en comparación con el promedio anual, durante los meses entre enero a abril, y en ocasiones extendiéndose hasta julio y agosto. Esto resulta en una reducción significativa en los flujos promedio de los ríos, lo que tiene consecuencias a su vez sobre el volumen de agua que se infiltra hacia los acuíferos (DRNA, 2004b).

El agua dulce de los ríos y quebradas se mezcla con el agua salada de mar en su trayecto final hacia el mar. Esta zona de mezcla, conocida como estuario, suele estar en la desembocadura de los ríos y en las lagunas costeras, donde tienen influencia las mareas, el oleaje o la infiltración de agua de mar, aún cuando no haya una conexión permanente con el océano (DRNA, 2004b).

Varios cuerpos de agua se originan al pie de las montañas ubicadas al noroeste de la antigua base naval y fluyen y drenan a través de los humedales que forman parte de la ANPMMD. Estos incluyen principalmente a la Quebrada Ceiba, la Quebrada Aguas Claras, la Quebrada Seca, el Río Dagüao y varios tributarios, los cuales constituyen una importante fuente de flujo de agua dulce y nutrientes para los humedales y los bosques de mangle del ANPMMD (especialmente, los bosques de mangle de Demajagüa y Dagüao). Además de los drenajes de agua dulce, también existen cuerpos de agua estuarinos en asociación al bosque de mangle Los Machos y tres lagunas costeras en la Isla Piñeros.

Los cuerpos de agua que drenan a la ABNRR están sujetos a eventos extremos de inundación en cualquier momento del año, pero especialmente durante la época de lluvia (DON, 2005b). La construcción y los cambios de uso del suelo en los terrenos aguas arriba y fuera del área natural protegida pueden afectar los sistemas de drenaje que fluyen a través de ésta. El incremento en los proyectos de construcción adyacentes a la antigua base naval, tanto en el municipio de Ceiba como en el Municipio de Naguabo, ha resultado en un aumento en la cantidad de escorrentías, sedimentación y diversas fuentes dispersas de contaminación que llegan los cuerpos de agua del ANPMMD, afectando así la calidad de sus cuerpos de agua.

La Junta de Calidad Ambiental (JCA) es la agencia local responsable de velar por que se cumplan los usos designados en los diversos cuerpos de agua en Puerto Rico, conforme lo establece el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua, según enmendado en el 2003. Esta agencia cuenta con una red estaciones permanentes que miden la calidad de agua superficial de 24 cuencas hidrológicas en Puerto Rico. En aquellos ríos, quebradas y lagunas donde no existen estaciones de muestreo, la JCA evalúa su calidad basándose en inspecciones realizadas por personal técnico de la agencia, querellas de ciudadanos, inventarios de fuentes potenciales de contaminación, informes de mortandad de peces, incidentes de derrames de sustancias peligrosas y una evaluación de cumplimiento con los distintos permisos otorgados por ésta y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés). En estos casos donde no existen estaciones de monitoreo, la JCA identifica a todo aquel cuerpo de agua como uno en cumplimiento con los usos designados cuando la fuente de contaminación potencial no revela ningún tipo de violación o si la naturaleza de la fuente identificada cerca del cuerpo de agua no representa una amenaza directa a los usos designados (CSA Group, Inc., 2001).

La JCA reconoce cuatro usos designados para los cuerpos de agua de Puerto Rico:

- Recreación de contacto primario o directo que conlleve la natación u otros usos que requieren un contacto prolongado y directo con el agua, y que implique una posibilidad considerable de ingestión de ésta en cantidades suficientes como para que constituya una amenaza significativa a la salud o en el cual ocurre una inmersión completa de los órganos sensitivos como ojos, nariz y oídos;
- Recreación de contacto secundario o indirecto, como la pesca u otro uso (Ej. paseo en embarcaciones) en el cual el contacto con el agua es indirecto y órganos sensitivos tales como ojos, nariz y oídos no están sumergidos;
- Propagación y preservación de especies deseables (vida acuática);

- Como fuente cruda de agua potable aplicable solamente a cuerpos de agua dulce, excluyendo aguas costeras, estuarios y lagunas (JCA, 2003).

Estos usos están fundamentados a su vez en la clasificación asignada a los cuerpos de agua de la Isla por la JCA, para los cuales la agencia ha establecido unos parámetros o estándares de cumplimiento según los objetivos de conservación descritos a continuación (JCA, 2003):

- Clase SA: Incluye lagunas bioluminiscentes y cualesquiera otras aguas costaneras o estuarinas de calidad excepcional o gran valor ecológico o recreativo que puedan ser designadas por la agencia a esta clasificación, mediante Resolución, para la protección de las aguas. También aplica a las aguas 500 metros mar afuera de los límites físicos y geográficos que tienen los cuerpos de agua bajo esta clasificación. Ningún parámetro químico-físico deberá ser alterado en concentración, excepto por causas naturales.
- Clase SB: Incluye las aguas costaneras y estuarinas no clasificadas bajo la Clase SA. Esta clasificación aplicará desde la zona sujeta al flujo y reflujo de las mareas (nivel promedio del mar) hasta 500 metros mar afuera de dicha zona. Fuera de este límite regirá la clasificación próxima menos restrictiva hasta un máximo de 10.3 millas náuticas mar afuera. Los usos destinados incluyen recreación de contacto primario y secundario y para la propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción.
- Clase SC: Incluye los segmentos de aguas costaneras compuesto por los principales puertos de la Isla, tales como la Bahía de San Juan, Bahía de Ponce, Bahía de Mayagüez, Bahía de Guayanilla y Tallaboa, y el Puerto de Yabucoa. Los usos designados son aquellos en los que el cuerpo humano pueda entrar en contacto indirecto con el agua, y para el uso en la propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción.
- Clase SD: Incluye todas las aguas superficiales, tales como los ríos y quebradas, excepto aquellas clasificadas como SE, dedicados como fuente de abasto para el suministro de agua potable, la propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción así como para recreación de contacto primario y secundario.
- Clase SE: Aguas superficiales y terrenos anegadizos de valor ecológico excepcional, designados por la JCA mediante resolución, cuyas características no deberán ser alteradas para preservar los fenómenos naturales existentes.

- Clase SG: Incluye todas las aguas subterráneas que sirven o puedan servir como fuente de abasto de agua potable y para usos agrícolas incluyendo la irrigación, así como aquellas que afloran en aguas que nutren diversas comunidades ecológicas de valor excepcional clasificadas como SA o SE.
- Clase SG2: Incluye aguas subterráneas que debido a su alta concentración de sólidos disueltos totales (concentraciones en exceso de 10,000 mg/l) no son aptas como fuente de abasto de agua potable aún después de tratamiento.

La condición de los cuerpos de agua en Puerto Rico de acuerdo a su cumplimiento con estas categorías y los parámetros de calidad de agua aplicables es reportada por la JCA en un informe rendido bianualmente, conocido como el Informe Integrado 305(b) y 305(d), requerido por la Ley Federal de Aguas Limpias (*U.S. Clean Water Act*). El informe más reciente data del año fiscal 2008. Para propósitos de análisis, el informe divide las aguas de Puerto Rico en varias unidades, consistentes en segmentos del litoral costero, los ríos y quebradas, los estuarios, las lagunas, los embalses y las aguas subterráneas que son utilizadas como fuente de abasto. El informe también utiliza las siguientes cinco categorías para determinar el cumplimiento con los estándares de calidad de agua para cada uno de los usos asignados:

- Categoría 1: Las aguas cumplen con los estándares de calidad aplicables a todos los usos designados.
- Categoría 2: Las aguas cumplen con los estándares para algunos de los usos designados, pero no existen datos para hacer una determinación sobre el cumplimiento con el restante de los usos designados.
- Categoría 3: Aguas para las cuales no existe suficiente información para determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos.
- Categoría 4: Aguas en las que usos designados particulares están amenazados o afectados.
- Categoría 5: Aguas que no cumplen con al menos uno de los estándares de calidad.

Es necesario destacar que es política pública del ELAPR conservar y proteger aquellos usos existentes y designados de los cuerpos de agua de Puerto Rico, y con ello la calidad de agua necesaria para proteger estos usos. En aquellos sitios donde existan aguas de alta calidad que constituyan un recurso excepcional, tal como las aguas del

Bosque Nacional El Yunque, bosques estatales, reservas naturales, refugios de vida silvestre y aguas de valor excepcional recreativo o ecológico, esa calidad de agua será conservada y protegida (JCA, 2003).

La calidad de los cuerpos de agua dentro del ANPMMD no ha sido muestreada con regularidad ni de forma comprensiva, por lo que la información existente sobre su condición actual y tendencias históricas es bastante limitada. Sin embargo, las cuencas y sub-cuencas de los cuerpos de agua del ANPMMD fueron monitoreadas en un Estudio Sinóptico de la Calidad de las Aguas en el año 2006 realizado por la JCA, en colaboración con el Servicio Geológico de los Estados Unidos. Este estudio se enfocó en evaluar todas las cuencas ubicadas en la Región Hidrológica del Este de Puerto Rico que habían sido incluidas en la Categoría 3 en informes anteriores, debido a que no existía suficiente información para determinar su cumplimiento con los estándares de calidad de agua para cada uno de los usos asignados. Los resultados del Estudio Sinóptico de la Región Hidrológica del Este de Puerto Rico muestran que muchos de los ríos y quebradas estudiados incumplían con más de uno de los estándares de calidad de agua de la JCA, especialmente el parámetro de niveles de coliformes fecales (Environmental Quality Board [EQB], 2006).

#### **A. Cuenca de la Quebrada Ceiba**

La cuenca de Quebrada Ceiba nace en las montañas al oeste de la comunidad Santa María en el Municipio de Ceiba, fluye en dirección este y noreste hacia los terrenos de la antigua base naval, y comprende aproximadamente 1,622 cuerdas de terrenos, incluyendo 51 cuerdas dentro de la ABNRR (CSA, 2008). La cuenca fluye a través de un valle altamente desarrollado, con pendientes pronunciadas y atraviesa el ANPMMD por el bosque de mangle de Demajagüa y desemboca en la Bahía Demajagüa (CSA, 2008). La Quebrada Ceiba no posee represas o embalses.

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA en el año 2006 documentó que la calidad de las aguas de la Quebrada Ceiba incumplía con al menos uno de los estándares de calidad de agua para los usos de recreación de contacto primario, recreación de contacto secundario y la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (Categoría 5). Específicamente, este incumplimiento se debía a niveles en exceso de coliformes fecales y niveles bajos de oxígeno disuelto. El Informe identificaba a las comunidades residenciales adyacentes sin alcantarillado sanitario como las posibles fuentes de contaminación (EQB, 2006) (Ver Tabla 2.8).

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) de la JCA, publicado en el 2008, determinó que para el ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas de la Quebrada Ceiba (Categoría 3). Contrario a la evaluación del Estudio Sinóptico del año 2006, la JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento cumple con todos los parámetros de calidad de agua (JCA, 2008).

**TABLA 2.8**  
**RESULTADOS DEL MUESTREO SINÓPTICO EN LA**  
**QUEBRADA CEIBA ENTRE EL 19 Y 21 DE JULIO DE 2005**  
(Fuente: EQB, 2006)

Parámetro	Estación Quebrada Ceiba (50072775)	Estación Quebrada Ceiba - Carr. 979 (50072810)
Descarga (m <sup>3</sup> /s) *	1	ND
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.03	<b>1.2</b>
pH	8.21	7.04
Conductividad Específica (uS/cm)	383	444
Temperatura (°F/°C)	81.9/27.7	86.7/30.4
Coliformes Fecales (col/100 mL)	<b>6,300</b>	<b>190,000</b>
Coliformes Totales (col/100 mL)	<b>58,000</b>	<b>80,000</b>

**Nota:** El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la JCA dispone que en aquellos cuerpos de agua clasificados como SB, tales como el segmento estuarino de los ríos y quebradas, y las aguas en el litoral costero del ANPMMD, y aquellos clasificados como SD, correspondientes al resto del segmento de los ríos y quebradas aguas arriba de sus estuarios, establece que el parámetro de oxígeno disuelto no sea menor de 5 mg/L. A su vez, establece que la media geométrica de coliformes fecales en una serie de muestras representativas (por lo menos 5 muestras) de las aguas tomadas secuencialmente no excederán de 200 colonias/100 mL. No más de 20 por ciento de las muestras excederán 400 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SB, y no más de 20 por ciento de las muestras excederán 4,000 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SD. Para coliformes totales, el Reglamento establece un parámetro de 10,000 col/100 mL para los cuerpos de agua clasificados como SD y no establece un parámetro para los cuerpos de agua clasificados como SB. Las cifras en negrita indican una concentración superior al nivel permitido, aunque la cantidad de muestras tomadas en el estudio pueden haber sido menos de las cinco requeridas por estación. / \*: estimado  
ND = No disponible.

## B. Cuenca de la Quebrada Aguas Claras

La cuenca de la Quebrada Aguas Claras incluye dos sub-cuencas: Quebrada Aguas Claras y un tributario sin nombre, que cubren aproximadamente unos 1,359 cuerdas de terreno. La Quebrada Aguas Claras nace al suroeste del casco urbano de Ceiba, en el Barrio Chupacallos, a unos 900 pies sobre el nivel del mar. La inclinación de sus laderas fluctúan entre 30% a 50% y su sistema de drenaje ha sido significativamente alterado en el área del ANPMMD (DON, 2005b). Esta cuenca no posee represas o embalses.

Originalmente, esta quebrada fluía en dirección sureste a través de la porción central de la antigua base naval hacia Ensenada Honda, pero la Marina la desvió al momento de construir el campo de aviación *Ofitsie* a finales de la década de 1950. La construcción de este aeropuerto militar alteró la cuenca de la quebrada al canalizar sus aguas por todo el norte del aeropuerto y del camino *Boxer Drive* hasta llegar a los mangles de Demajagüa al noreste de la antigua base naval y desembocar en el Puerto Medio Mundo (DON, 2005b). Las escorrentías rápidas de las laderas empinadas, las carreteras, las cunetas, los alcantarillados pluviales y las actividades agrícolas llevan a que se concentre rápidamente el flujo del agua (DON, 2005b).

La sub-cuenca del tributario sin nombre nace en las colinas del oeste del casco urbano de Ceiba a unos 650 pies sobre el nivel del mar. La mayor parte de los terrenos de esta sub-cuenca presentan inclinaciones de 2% a 5% por ciento, pero en las áreas montañosas al oeste de la antigua base naval presentan inclinaciones de 20% a 35% (DON, 2005b). El tributario se incorpora a la sub-cuenca de Quebradas Aguas Claras cerca de la intersección de *Boxer Drive* con el *Tawara Drive*. Los desarrollos urbanos y residenciales y los usos agrícolas en el área circundante a Ceiba han contribuido al aumento en las escorrentías en esta subcuenca (CSA, 2008).

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA en el año 2006 documentó que la calidad de las aguas de la Quebrada Aguas Claras incumplía con al menos uno de los estándares de calidad de agua para los usos de recreación de contacto primario, recreación de contacto secundario y la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (Categoría 5). Específicamente, este incumplimiento se documentaba en los parámetros de niveles altos de coliformes fecales, niveles bajos de oxígeno disuelto y cambios en la temperatura. El Informe identificaba a una fuente precisa de contaminación mayor a nivel municipal, a las comunidades sin alcantarillado sanitario y la escorrentía urbana como las posibles fuentes de contaminación (EQB, 2006) (Ver Tabla 2.9).



El Informe Integrado 305(b) y 303(d) de la JCA, publicado en el 2008, determinó que para el ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas de la Quebrada Aguas Claras (Categoría 3). Contrario a la evaluación del Estudio Sinóptico del año 2006, la JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento cumple con todos los parámetros de calidad de agua (JCA, 2008).

**TABLA 2.9**  
**RESULTADOS DEL MUESTREO SINÓPTICO EN LA**  
**QUEBRADA AGUAS CLARAS EL 21 DE JULIO DE 2005**

(Fuente: EQB, 2006)

Parámetro	Estación Aguas Claras/Ceiba (50072900)	Estación Aguas Claras (50072875)
Descarga (m <sup>3</sup> /s) *	0.44	0.25
Oxígeno Disuelto (mg/L)	<b>2.98</b>	9.97
pH	6.95	8.06
Conductividad Específica (uS/cm)	495	474
Temperatura (°F/°C)	86.7/28.7	81.9/34.8
Coliformes Fecales (col/100 mL)	140	<b>5,300</b>
Coliformes Totales (col/100 mL)	4,600	8,800

**Nota:** El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la JCA dispone que en aquellos cuerpos de agua clasificados como SB, tales como el segmento estuarino de los ríos y quebradas, y las aguas en el litoral costero del ANPMMD, y aquellos clasificados como SD, correspondientes al resto del segmento de los ríos y quebradas aguas arriba de sus estuarios, establece que el parámetro de oxígeno disuelto no sea menor de 5 mg/L. A su vez, establece que la media geométrica de coliformes fecales en una serie de muestras representativas (por lo menos 5 muestras) de las aguas tomadas secuencialmente no excederán de 200 colonias/100 mL. No más de 20 por ciento de las muestras excederán 400 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SB, y no más de 20 por ciento de las muestras excederán 4,000 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SD. Para coliformes totales, el Reglamento establece un parámetro de 10,000 col/100 mL para los cuerpos de agua clasificados como SD y no establece un parámetro para los cuerpos de agua clasificados como SB. Las cifras en negrita indican una concentración superior al nivel permitido, aunque la cantidad de muestras tomadas en el estudio pueden haber sido menos de las cinco requeridas por estación. / \*: estimado

### C. Cuenca del Río Dagüao

El Río Dagüao es el sistema ribereño más grande que fluye a través de la antigua base naval y el ANPMMD. El Río Dagüao tiene su origen en el Barrio Chupacallos al oeste del Municipio de Ceiba, a una elevación de 623 pies sobre el nivel del mar. Su cuenca cubre aproximadamente 4,509 cuerdas con tres canales principales en los Municipios de Ceiba y Naguabo: (1) el Río Dagüao, (2) la Quebrada Seca y (3) un tributario sin nombre del Río Dagüao (CSA, 2008). Esta cuenca tampoco posee represas o embalses.

El Río Dagüao comienza su entrada a la antigua base naval por el suroeste en el Barrio Dagüao de Naguabo y continúa fluyendo hacia el este y luego hacia el sur, donde desemboca por el bosque de mangle ribereño del ANPMMD hacia la Bahía Algodones y el Pasaje de Vieques. La desembocadura del Río Dagüao está ubicada a aproximadamente cuatro (4) millas cauce abajo de su fuente. Las cunetas, zanjas y áreas pavimentadas en el Barrio Dagüao así como las áreas deforestadas que se utilizan para pastoreo de ganado y el desarrollo dentro de la cuenca del Río Dagüao contribuyen a escorrentías aceleradas (CSA, 2008).

La Quebrada Seca nace en las montañas al noroeste del antigua base naval a una altura de 1,000 pies sobre el nivel del mar y sus laderas pueden alcanzar pendientes de más de 40% (CSA, 2008). Los terrenos pertenecientes a esta sub-cuenca ubicados dentro de los terrenos de la ABNRR fluctúan entre 3 a 30 pies sobre el nivel del mar, y presentan inclinaciones de 1% o menos (DON, 2005b). La quebrada fluye en dirección sureste de su confluencia con el Río Dagüao al sur del *Langley Drive* (CSA, 2008).

El Barrio Quebrada Seca del Municipio de Ceiba está localizado dentro del área de drenaje de esta quebrada. El desarrollo de este barrio, el cual se extiende hacia las laderas de los montes, y la deforestación contribuyen a que las escorrentías en esta quebrada sean de alta velocidad y con poca concentración de tiempo al llegar al valle de drenaje (DON, 2005b). Por otra lado, la mayor parte de los terrenos de esta sub-cuenca que se ubican dentro de la ABNRR están dentro del valle de inundación de los 100 años, según los mapas de inundaciones de FEMA.

Un tributario sin nombre también fluye por esta cuenca hasta alcanzar el Río Dagüao en el punto en que dicho río entra en el bosque de mangle del ANPMMD. Mientras, cuatro tributarios intermitentes fluyen y recogen las escorrentías del área suroeste del aeropuerto y de las áreas desarrolladas al oeste de las Colinas Las Delicias antes de converger en el bosque de mangle del Río Dagüao.

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA en el año 2006 documentó la calidad de las aguas del Río Dagüao en varios puntos del Barrio Dagüao en el Municipio de Naguabo. Este segmento del Río Dagüao incumplía con al menos uno de los estándares de calidad de agua para los usos de recreación de contacto primario y, recreación de contacto secundario (Categoría 5). Específicamente, este incumplimiento se debía a niveles en exceso de coliformes fecales. El Informe identificaba a las comunidades residenciales adyacentes sin alcantarillado sanitario como las posibles fuentes de contaminación (EQB, 2006). Por otra parte, el informe establecía que este segmento del Río Dagüao cumplía con todos los parámetros de calidad de agua relacionados a la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (Categoría 1) (Ver Tabla 2.10).

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) de la JCA, publicado en el 2008, determinó que para el ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas del Río Dagüao (Categoría 3). Contrario a la evaluación del Estudio Sinóptico del año 2006, la JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento cumple con todos los parámetros de calidad de agua (JCA, 2008).

#### **D. Tributario Quebrada Palma**

En el Área de Conservación #1 del ANPMMD, existe un tributario sin nombre de la Quebrada Palma. Este tributario se origina al norte de la ABNRR, fluye cerca de lo que fue el Fuerte Bundy (*Fort Bundy*) y continúa a través de los terrenos al suroeste fuera de la antigua base naval hasta llegar al segmento del Bosque Estatal de Ceiba que se ubica en el Municipio de Naguabo, Sector El Corcho (CSA, 2008).

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA en el año 2006 documentó que la calidad de las aguas de la Quebrada Palma incumplía con al menos uno de los estándares de calidad de agua para el uso de recreación de contacto primario (Categoría 5). Específicamente, este incumplimiento se debía a niveles en exceso de coliformes fecales. El Informe identificaba a las comunidades residenciales adyacentes sin alcantarillado sanitario y al uso de una planta de paquete que reducía el flujo de agua como las posibles fuentes de contaminación (EQB, 2006). Por otra parte, el informe establecía que la Quebrada Palma cumplía con todos los parámetros de calidad de agua relacionados a los usos de recreación de contacto secundario y a la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (Categoría 1) (Ver Tabla 2.11).

**TABLA 2.10**  
**RESULTADOS DEL MUESTREO SINÓPTICO EN EL**  
**RÍO DAGÜAO EL 21 DE JULIO DE 2005**

(Fuente: EQB, 2006)

Parámetro	Estación Dagua (50073100)	Estación Dagua/ La Esperanza (50073225)	Estación Quebrada del Plátano (50073375)
Descarga (m <sup>3</sup> /s) *	2.4	2.4	ND
Oxígeno Disuelto (mg/L)	6.34	6.61	6.17
pH	7.53	7.31	7.08
Conductividad Específica ( $\mu$ S/cm)	342	444	236
Temperatura ( $^{\circ}$ F/ $^{\circ}$ C)	86.2/30.1	83.3/28.5	84.0/28.9
Coliformes Fecales (col/100 mL)	<b>5,000</b>	<b>940</b>	<b>5,500</b>
Coliformes Totales (col/100 mL)	6,000	<b>21,000</b>	<b>33,000</b>

**Nota:** El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la JCA dispone que en aquellos cuerpos de agua clasificados como SB, tales como el segmento estuarino de los ríos y quebradas, y las aguas en el litoral costero del ANPMMD, y aquellos clasificados como SD, correspondientes al resto del segmento de los ríos y quebradas aguas arriba de sus estuarios, la media geométrica de coliformes fecales en una serie de muestras representativas (por lo menos 5 muestras) de las aguas tomadas secuencialmente no excederán de 200 colonias/100 mL. No más de 20 por ciento de las muestras excederán 400 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SB, y no más de 20 por ciento de las muestras excederán 4,000 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SD. Para coliformes totales, el Reglamento establece un parámetro de 10,000 col/100 mL para los cuerpos de agua clasificados como SD y no establece un parámetro para los cuerpos de agua clasificados como SB. Las cifras en negrita indican una concentración superior al nivel permitido, aunque la cantidad de muestras tomadas en el estudio pueden haber sido menos de las cinco requeridas por estación. / \*: estimado / ND = No disponible.

El Informe Integrado 305(b) y 303(d) de la JCA, publicado en el 2008, determinó que para el ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas de la Quebrada Palma (Categoría 3). Contrario a la evaluación del Estudio Sinóptico del año 2006, la JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento cumple con todos los parámetros de calidad de agua (JCA, 2008).

**TABLA 2.11**  
**RESULTADOS DEL MUESTREO SINÓPTICO EN LA**  
**QUEBRADA PALMA EL 21 DE JULIO DE 2005**

(Fuente: EQB, 2006)

Parámetro	Estación Quebrada Palma (50073400)
Descarga (m <sup>3</sup> /s) *	5.3
Oxígeno Disuelto (mg/L)	6.27
pH	7
Conductividad Específica (uS/cm)	178
Temperatura (°F/°C)	81.9/27.7
Coliformes Fecales (col/100 mL)	<b>1,600</b>
Coliformes Totales (col/100 mL)	<b>23,000</b>

**Nota:** El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la JCA dispone que en aquellos cuerpos de agua clasificados como SB, tales como el segmento estuarino de los ríos y quebradas, y las aguas en el litoral costero del ANPMMD, y aquellos clasificados como SD, correspondientes al resto del segmento de los ríos y quebradas aguas arriba de sus estuarios, la media geométrica de coliformes fecales en una serie de muestras representativas (por lo menos 5 muestras) de las aguas tomadas secuencialmente no excederán de 200 colonias/100 mL. No más de 20 por ciento de las muestras excederán 400 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SB, y no más de 20 por ciento de las muestras excederán 4,000 colonias/100 mL en aquellos clasificados como SD. Para coliformes totales, el Reglamento establece un parámetro de 10,000 col/100 mL para los cuerpos de agua clasificados como SD y no establece un parámetro para los cuerpos de agua clasificados como SB. Las cifras en negrita indican una concentración superior al nivel permitido, aunque la cantidad de muestras tomadas en el estudio pueden haber sido menos de las cinco requeridas por estación. / \*: estimado.

### **E. Otros Tributarios**

En la antigua base naval, existen otros drenajes menores que recogen las aguas de los terrenos más elevados de la zona y las canalizan hasta los bosques de mangle de Los Machos y Ensenada Honda.

El drenaje en la porción noreste del aeropuerto fluye en dirección este, vía múltiples canales, hasta el área del bosque de mangle Los Machos (CSA, 2008). También existen unos canales adicionales mejorados que drenan las agua provenientes de la

parte central del aeropuerto (aprovechando los canales originales de la Quebrada Aguas Claras) y del área urbana de la ABNRR, hacia el sureste donde se encuentran el bosque de mangle de Ensenada Honda (CSA, 2008).

## **F. Lagunas**

Existen tres lagunas costeras de agua salobre en Isla Piñeros. La laguna con mayor extensión está localizada al suroeste de la isla, cubre alrededor de 4.6 cuerdas (4.5 acres) y está inundada perennemente. La segunda laguna tiene una extensión de 1.95 cuerdas (1.9 acres) y la tercera comprende aproximadamente 0.62 cuerdas (0.6 acres). Ambas lagunas están localizadas al noreste de la isla (DON, 2007).

## **G. Acuíferos**

La provincia de la costa Este de Puerto Rico incluye una serie de acuíferos de tamaño menor y capacidad limitada, por lo que no se consideran un recurso hídrico significativo (DRNA, 2004b; Veve, T. D., and Taggart, B.E., 1996).

En los terrenos de la ABNRR existen condiciones de agua subterránea confinadas o parcialmente confinadas. Las condiciones de aguas subterráneas parcialmente confinadas podrían darse como resultado de la presencia de la formación geológica Dagüao. Esta formación está compuesta de roca volcánica resistente y pudiese actuar como una unidad confinante/semiconfinante en los terrenos de la ABNRR (DON, 2005a). La naturaleza densa de la roca volcánica y las tasas bajas de recarga observadas en los pozos de monitoreo en estos terrenos reflejan una baja permeabilidad y sugieren que la formación Dagüao actúa como unidad confinante/semiconfinante (DON, 2005a).

El agua subterránea en la ABNRR es generalmente aceptable para la mayoría de los usos industriales y comerciales. La cantidad de minerales del agua en la ABNRR presenta una predominancia de iones de calcio, bicarbonato y magnesio, pero éstos están dentro de los niveles aceptables (DON, 2005a). Según la profundidad de los pozos aumenta y la distancia de éstos al mar disminuye los niveles de intrusión salina aumentan. Se establecieron varios pozos en los terrenos del ABNRR pero los mismos fueron abandonados debido a los altos niveles de salinidad (DON, 2005a).

## H. Inundaciones

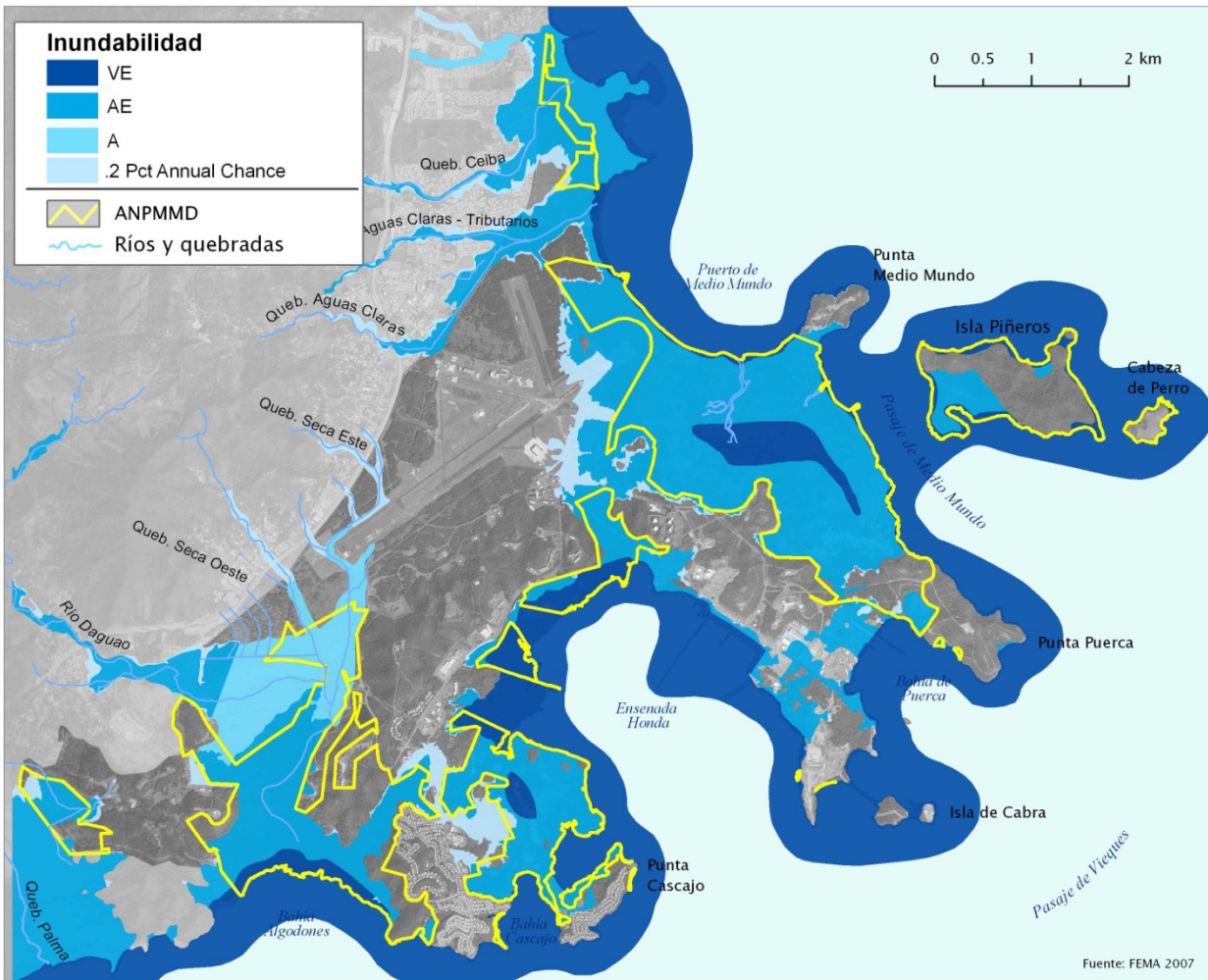
Todos los ríos y quebradas que discurren y desembocan en el litoral del ANPMMD cuentan con cuencas relativamente cortas y escarpadas. Esto permite que la escorrentía generada en las partes altas de estas cuencas asociadas a la Sierra de Luquillo, y en donde se registra una gran precipitación pluvial, discurra con bastante rapidez hacia la costa. Esta condición, junto al relieve y a la poca elevación de los llanos costeros en la ABNRR, permite que un área considerable de sus terrenos sea susceptible a inundaciones. La inundabilidad de los terrenos de la ABNRR ha promovido a su vez el desarrollo de grandes extensiones de humedales.

El Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación (*Flood Insurance Rate Maps*, FIRM, por sus siglas en inglés) es el mapa oficial preparado y aprobado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) que identifica las áreas especiales de riesgo a inundación en Puerto Rico y que la JP adopta como sus mapas de riesgo a inundación. Recientemente, FEMA adoptó unos nuevos mapas digitales de seguros contra inundaciones con el fin de actualizar y mejorar los mapas publicados en el pasado, los cuales están vigentes desde el 18 de noviembre de 2009.

El área inundable estimada por FEMA representa el cálculo hecho para un evento con una ocurrencia de una vez cada 100 años. Este estimado, sin embargo, es uno estadístico, y no refleja necesariamente la realidad en términos de frecuencia y magnitud.

De acuerdo a los nuevos mapas de seguros contra inundaciones (Ver Figura 2.16), un total aproximado de 4,206 cuerdas de terrenos, correspondiente a aproximadamente un 47.2% del área total de la antigua base naval (excluyendo los cuerpos de agua) es susceptible a inundaciones. Estos mapas también establecen que un total aproximado de 2,615 cuerdas de terrenos, correspondiente a aproximadamente un 77% del área total del ANPMMD (excluyendo los cuerpos de agua) es susceptible a inundaciones. Esto representa una diferencia de 1,165 cuerdas y 636 cuerdas, respectivamente, de terrenos adicionales que han sido identificados como susceptibles a inundaciones, en comparación a los mapas anteriores de FEMA del año 2005.

**FIGURA 2.16**  
**MAPAS DE LAS ÁREAS INUNDABLES EN LA ABNRR Y EL ANPMMD**

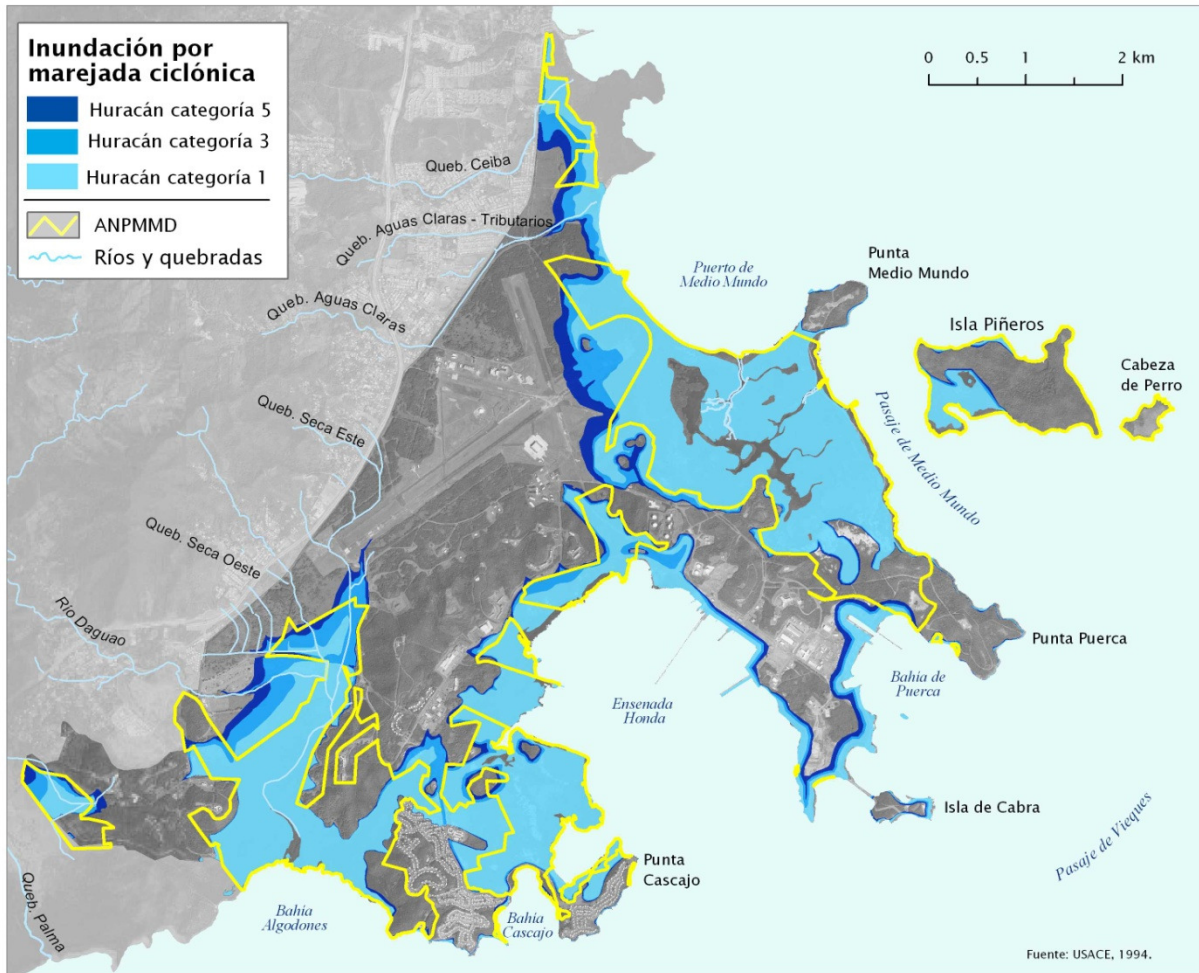


**Datos sobre Leyenda del Mapa:** (1) VE es una zona de inundación costera con peligro de velocidad (acción del oleaje/marejada) y con la elevación de la inundación base determinada; (2) AE es una zona de inundación con la elevación de la inundación base determinada; (3) A es una zona de inundación con la elevación de la inundación base sin determinar; y (4) 0.2 PCT es un área con una probabilidad de ser inundada 0.2% al año.

La escorrentía provocada por eventos de lluvia considerables y su efecto sobre los ríos y quebradas que discurren a través de la ABNRR y el ANPMMD, es responsable de parte de las inundaciones que se registran en esta área. Por otra parte, también es importante reconocer el efecto que pueden tener las marejadas sobre los niveles de inundación. En particular, la marejada ciclónica y el oleaje ocasionado por un evento de gran magnitud como un huracán.



**FIGURA 2.17**  
**MAPA DE ÁREAS PROPENSAS A INUNDACIONES POR LA MAREJADA**  
**CICLÓNICA ASOCIADA A UN HURACÁN CATEGORÍA 1, 3 Y 5**  
**EN LA ABNRR Y EL ANPMMD**



Durante el paso del Huracán Hugo al norte de la ABNRR el 18 de septiembre de 1989, la marejada ciclónica y el nivel del oleaje alcanzaron una elevación de 5.2 pies (1.6 m) sobre el nivel promedio del mar, según se documentó en un punto en la Bahía Demajagüa entre Fajardo y Ceiba (Torres Sierra, H., 1996). Por otra parte, la marejada ciclónica y el nivel de oleaje a través de toda la costa este y norte de Puerto Rico, al igual que las costas de Vieques y Culebra, alcanzaron una elevación entre 4 a 10 pies (1.2 a 3.0 m) sobre el nivel promedio del mar (Ibíd.).

Las marejadas y el oleaje tienden a aumentar la extensión y elevación de las inundaciones en los llanos costeros. Esto ocurre cuando se combina la escorrentía y el aumento en el flujo de los ríos y quebradas como consecuencia de un evento de lluvia

considerable, sumado al volumen de agua de mar que pueda penetrar hacia tierra adentro a causa de una marejada ordinaria, el oleaje, o en mayor grado, a una marejada ciclónica. En ocasiones, las marejadas y el oleaje pueden ser lo suficientemente fuertes como para reducir de forma significativa la descarga de los ríos y quebradas hacia el mar, ocasionando un remanso al “represar” las aguas tierra adentro. Este fenómeno provoca que se eleven aún más los niveles ordinarios de la inundación ocasionada solamente por la escorrentía.

Los mapas de seguros de FEMA no incorporan el efecto combinado del oleaje con la escorrentía en la determinación de los niveles y extensión de las inundaciones costeras en Puerto Rico. Tampoco consideran la erosión resultante, la cual puede aumentar aún más la influencia del mar sobre la inundabilidad de los terrenos. Por tal razón, es imprescindible actuar con precaución en cualquier esfuerzo de planificación relacionado a usos del suelo en la costa en donde se utilicen los mapas publicados por FEMA como referencia, debido a que estos subestiman los niveles de inundación verdaderos.

Es necesario reconocer que las inundaciones tanto en la ABNRR, como en el ANPMMD, aumentaran en intensidad y frecuencia de cara al futuro, como consecuencia de los efectos previsibles del cambio climático. El aumento en el nivel del mar, junto con la posibilidad de eventos meteorológicos más intensos y frecuentes afectando el área (Ej. huracanes), son dos elementos que requieren seria consideración como parte de cualquier futura calificación o zonificación de usos de terrenos por parte de la Junta de Planificación y acciones de manejo a llevarse a cabo en la ABNRR y el ANPMMD por parte del Fideicomiso o el DRNA (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007).

## 2.2.5 Flora y fauna

El ANPMMD es un mosaico de ecosistemas de tierras bajas y costeras, inmersos en una matriz compuesta de diversos usos del terreno. Cuenta con 208 familias y 616 especies, de las cuales 32 son endémicas (Tabla 2.12). En el ANPMMD también se han documentado 26 especies de flora y fauna catalogadas como elementos críticos según el Programa de Patrimonio Natural del DRNA (Anejo 1). Diecinueve especies están designadas, tanto a nivel estatal como federal, como en peligro crítico de extinción, peligro de extinción, amenazadas o vulnerables.

**TABLA 2.12**  
**LISTA DE GRUPOS REPRESENTADOS EN EL ANPMMD Y**  
**EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS RELACIONADOS**

Grupos	Familias	Especies
Invertebrados		
Porifera	1	1
Cnidarios	11	22
Moluscos	10	13
Crustáceos	5	7
Equinodermos	3	3
Peces	49	123
Anfibios	3	6
Reptiles	8	15
Aves	33	128
Mamíferos	7	10
Plantas	78	288
<b>Total</b>	<b>208</b>	<b>616</b>

Los invertebrados están representados por cinco filos, 30 familias, y 46 especies, todas nativas (Anejo 2). El grupo de los Cnidarios es el más diverso con 22 especies, entre éstas el coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) y el cuerno de alce (*Acropora palmata*). Ambas están clasificadas como elementos críticos, y recientemente el

USFWS las catalogó como especies vulnerables bajo la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción (*U.S. Endangered Species Act*). Una de sus principales amenazas es la sedimentación producto de actividades terrestres.

En este grupo también se encuentran especies de interés para el consumo como: el bulgao (*Cittarium pica*), el carrucho rosado (*Eustrombus gigas*), el juey común (*Cardisoma guanhumi*) y la langosta (*Panulirus argus*). A todas aplican regulaciones de pesca, como períodos de veda y tamaño del individuo, que pretenden mantener las poblaciones estables.

Es necesario realizar estudios más abarcadores para identificar la entomofauna terrestre y acuática.

La comunidad de peces en los ecosistemas de agua dulce, estuarinos y marinos relacionados al ANPMMD y sus áreas circundantes, cuenta con 123 especies (Anejo 3). Algunas como el róbalo (*Centropomus undecimalis*) y la jarea (*Mugil curema*), requieren de agua dulce y salada para completar su ciclo de vida. La mayoría de los peces en el ANPMMD tienen valor comercial, ya sea para el consumo o el mercado de acuarios. Varios ejemplos son: cirujano rayado (*Acanthurus chirurgus*), gallito (*Holocentrus adscensionis*), pargo criollo (*Lutjanus analis*), ronco (*Haemulon flavolineatum*) y mero mantequilla (*Cephalophilis fulva*).

La familia Leptodactylidae es la más representada del grupo de los anfibios, con cuatro especies endémicas dentro del género *Eleutherodactylus* y *Leptodactylus* (Anejo 4). Dos especies exóticas, el sapo común (*Bufo marinus*) y el sapo toro (*Rana catesbeiana*) se encuentran en los humedales del ANPMMD. Todas estas especies habitan comúnmente en las tierras bajas.

De las ocho familias de reptiles presentes en el ANPMMD, Polychrotidae y Chelonidae cuentan con el mayor número de especies (Anejo 5). La primera se compone de tres lagartijos endémicos, comunes en tierras bajas; y la segunda de tres tortugas marinas que desovan en las playas arenosas del área natural protegida. Las tortugas marinas son reptiles de larga vida, que respiran aire, y se encuentran en los mares tropicales y subtropicales alrededor del mundo<sup>4</sup>. Existen siete especies vivas de tortugas marinas. Las poblaciones de estas especies han disminuido de forma dramática en las últimas décadas como consecuencia de una serie de actividades antropogénicas, tales como el desarrollo costero, la pesca comercial, la contaminación y la sobrepesca (Eckert, 1995). Por esta razón, estas tortugas marinas han sido catalogadas como en peligro de extinción o amenazadas.

---

<sup>4</sup> Obtenido el 11 de julio de 2009 en: <http://www.cccturtle.org/sea-turtle-information.php?page=overview>

La gallina de palo (*Iguana iguana*) es un reptil exótico establecido en el ANPMMD. Esta, es oriunda de los trópicos de Centro y Sur América y su introducción comenzó en la década de 1970 por el mercado de mascotas. Se observan anidando en áreas abiertas cercanas a la costa, ríos, lagunas y bosques, debido a que necesitan altas temperaturas para poder incubar los huevos. Aunque su dieta primordial es la vegetación, algunos autores han documentado el consumo de huevos de aves (Scwartz y Henderson, 1991) y pequeñas cantidades de invertebrados y carroña (Gingell y Harding, 2005; Rivero, 1998). Actualmente, no se ha realizado algún estudio para determinar el impacto de estos reptiles en los ecosistemas y las especies del ANPMMD.

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres más diverso con 128 especies reportadas, de las cuales 10 son endémicas, 60 nativas, 50 migratorias y 9 introducidas (Anejo 6). Parulidae es la familia con mayor cantidad de especies con un total de 18, de las cuales 16 son migratorias. La diversidad de estas especies en el área muestran la importancia de los humedales y las áreas costeras como área de refugio y alimento de las especies migrantes de áreas templadas y tropicales.

El ANPMMD es refugio de 10 elementos críticos de avifauna como: la chiriría caribeña (*Dendrocygna arborea*), el pato quijada colorada (*Anas bahamensis*), la mariquita (*Agelias xanthomus*), el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) y el playero blanco (*Charadrius alexandrinus*).

Los mamíferos están representados por 10 especies contenidas en 7 familias (Anejo 7). En la comunidad de mamíferos en el ANPMMD existen especies introducidas como la rata negra (*Rattus rattus*), rata parda (*Rattus norvegicus*), ratones (*Mus musculus*), mangostas (*Herpestes javanicus*), perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos salvajes (*Felis domesticus*). Algunas de estas especies se han convertido en una amenaza para la fauna nativa y endémica de la Isla.

También se han identificado poblaciones de mangosta en el ANPMMD. Esta especie fue introducida con el propósito de disminuir las poblaciones de ratas en el Caribe y es un depredador potencial de especies de aves que utilizan el suelo para anidar como el querequequé (*Chordeiles gundlachii*) y el chorlo marítimo (*Charadrius wilsonia*), ambas especies anidan en el ANPMMD.

Los únicos mamíferos nativos, los murciélagos, no han sido estudiados en el ANPMMD. Sin embargo, esta zona contiene el hábitat potencial de tierras bajas y áreas costeras (Rodríguez-Durán, 2005), donde comúnmente se observa en busca de alimento (Gannon, Kurta, Rodríguez-Durán y Willig, 2005) el murciélago pescador

(*Noctilio leporinus*). Como parte del programa de investigación científica del ANPMMD, futuros estudios deben ser realizados para detectar la diversidad de este importante taxón.

En el ANPMMD también se han documentado tres especies de cetáceos, un pinnípedo y un sirénido, el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*). La foca monje del Caribe (*Monachus tropicalis*) fue reportada por la Marina de los EUA en el año 2002. Sin embargo, esta foca fue declarada extinta en 1996 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) y, en el 2008, por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (Martínez, 2008). La última observación confirmada de la foca monje del Caribe fue en los Bancos de Serranilla entre Jamaica y la Península de Yucatán en 1952, área que pertenece al departamento colombiano del Archipiélago de San Andrés (Federal Register [73], 2008; Martínez, 2008). Según Grana (2007), la foca monja del Caribe pudo ser confundida con la foca encapuchada (*Cystophora cristata*), de origen ártico, que ha sido avistada y reportada para Puerto Rico y el Caribe. La extinción de la foca monje del Caribe se debe a razones diversas, entre ellas: la pérdida de hábitat como consecuencia del desarrollo costero y la caza indiscriminada. La extinción de esta foca constituye un ejemplo de lo que pudiera ocurrir con otras especies de mamíferos marinos si no se toman las medidas necesarias para su conservación (Martínez, 2008).

El Reino Plantae está representado por 288 especies contenidas en 78 familias (Anejo 8). Nueve de estas son especies endémicas, 232 nativas y 47 especies introducidas. Las familias más diversas en el ANPMMD son las Fabaceae y la Euphobiaceae, con 47 especies y 16 respectivamente. Siete elementos críticos según el Programa de Patrimonio Natural del DRNA han sido documentados para el ANPMMD, entre las que se destacan la cobana negra (*Sthalia monosperma*) y la palma de abanico (*Coccothrinax alta*). La cobana negra es una especie vulnerable en la esfera estatal y amenazada bajo la reglamentación federal. Dos individuos han sido detectados al sur del ANPMMD (CSA, 2007 y DON, 2005g).

## **A. Especies Amenazadas o en Peligro de Extinción**

### **Tortugas Marinas**

En los años 2002 y 2004 la compañía Geo-Marine Inc. realizó un monitoreo de nidos y adultos de tortugas marinas en 27 áreas de playa en la ABNRR. Se contabilizaron 89 nidos; entre estos: 52 pertenecían al carey de concha (*Eretmochelys imbricata*); dos al tinglar (*Dermochelys coriacea*); uno a la tortuga verde (*Chelonia mydas*), representando este el primer record de anidaje para esta especie en el área; y 34 no fueron identificados.

Las poblaciones de carey de concha que anidan en Puerto Rico son parientes cercanos genéticamente a las poblaciones que visitan las áreas de forraje en la Isla de Mona y Cuba (Bass et al., 1996). Por tal razón, la red de áreas marinas protegidas de la región este de Puerto Rico, son un componente esencial en la conservación de las tortugas marinas a nivel local, regional e internacional.

### **Mariquita**

La mariquita es una especie endémica que fue clasificada en peligro de extinción en el año 1976 (41 Federal Register [FR] 51019), identificando entre sus hábitats críticos la Isla de Mona, una porción del suroeste de Puerto Rico, un radio circular de una milla en San Germán y los terrenos de la entonces Base Naval Roosevelt Roads. Las principales amenazas para esta especie son la destrucción y pérdida de hábitat, y el parasitismo de los nidos por parte del tordo lustroso (*Molothrus bonariensis*). Para el 1976, se identificaron 200 individuos en la ABNRR (DON, 1996), sin embargo esta población ha disminuido desde entonces, con un total de 24-26 individuos identificados durante los conteos del año 2000 (DON, 2001). Estrategias específicas de manejo para la conservación de la mariquita son necesarias en el ANPMMD y áreas adyacentes dando especial énfasis a las zonas de mangle.

### **Manatí antillano**

El manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) es el único sirénido presente en Puerto Rico y fue declarado como una especie en peligro de extinción en 1967. Una tercera parte de su población se encuentra en las aguas que rodean el ANPMMD (Powell, et al., 1981, según citado en DON, 1985). Se les puede observar con facilidad cerca de las salidas de agua fresca en Bahía Algodones. El manatí utiliza las praderas de yerbas marinas como refugio y área de alimento. Según el plan de manejo para las áreas de conservación del oeste de Vieques (2002), el manatí antillano muestra una

preferencia hacia las praderas de yerbas marinas localizadas al noroeste de la Isla Nena. Las praderas de yerbas marinas del ANPMMD y de Vieques están a 8 millas de distancia, pero las conecta un corredor marino ininterrumpido a través del Pasaje de Vieques. Este corredor sirve de conexión de áreas de alimento y refugio para los manatíes y otras especies marinas que comparten las islas (Reid, Bonde, Easton y Kochman, 1993, Lefebvre, Reid, Judson y Powell, 2000 y Mignucci-Giannoni, Cardona-Maldonado, Rodríguez-Maldonado Toyos-González, 2002).



## 2.2.6 Ecosistemas

La estructura compleja de las comunidades vegetales de Puerto Rico y la alta variabilidad de sus componentes biofísicos, tales como: sucesión, altitud, geología, precipitación, y tipo de suelo, determinan los tipos de bosques y comunidades vegetales presentes en la Isla. La combinación de estos y otros factores como el cambio de uso del suelo, ha servido de base para desarrollar diversos sistemas de clasificación utilizados para agrupar e identificar las asociaciones vegetales de la Isla (DRNA, 2008).

Debido a su gran extensión y variabilidad biofísica el ANPMMD es un área natural representativa de la diversidad de ecosistemas costeros existentes en la costa norte de Puerto Rico, por lo tanto, la clasificación y delimitación de sus ecosistemas es compleja. Para los fines de este Plan de Manejo, los ecosistemas del ANPMMD y sus áreas adyacentes se delimitaron en función de la distribución y cobertura de la vegetación dominante, excepto en el caso de ríos, quebradas, lagunas y ecosistemas marinos, combinados con un análisis de cobertura de suelo.

El mapa de ecosistemas y cobertura de suelo se generó utilizando de manera primaria las fotos aéreas más recientes disponibles con resolución de 1 pie (año 2007). Para interpretar los distintos tipos de cobertura de suelo se utilizó una escala de digitalización entre 1:800 a 1:5,000 para toda el área de la ABNRR. A su vez, se utilizaron los siguientes datos secundarios para informar la digitalización:

- Mapa de Zonas de Planificación del Plan de Reuso de la ABNRR (C.B. Richard Ellis, et al., 2004);
- Mapa de Cobertura de Suelo del *Puerto Rico Gap Analysis Project* del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) (Gould, W., et al., 2008);
- Mapa de Inventario de Humedales del Servicio Nacional de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) (NRCS, 1994); y
- Mapa de Zonas Bénticas de Puerto Rico (NOAA, 1999) (Nota: Los datos de zonas bénticas se tomaron como buenos y se adaptaron, sin modificar nada de su digitalización en el mapa de cobertura de suelos y ecosistemas).

Los ecosistemas también fueron zonificados utilizando como referencia los tres siguientes sistemas de clasificación de comunidades vegetales:

- ***Mapa de Zonas de Vida de Holdridge como herramienta para el desarrollo de mapas de ecosistemas (Lugo A. E. et al., 1999).*** El desarrollo de mapas

de ecosistemas basados en el sistema de Zonas de Vida de Holdridge tiene grandes fortalezas metodológicas porque está basado en procesos ecosistémicos impulsados por factores climáticos y porque reconoce respuestas ecofisiológicas de las plantas; es jerárquico, y permite el uso de criterios diferentes en los niveles de comunidad y estado sucesional de la vegetación. Este mapa reconoce 38 zonas de vida a lo largo de Estados Unidos. En Puerto Rico existen seis zonas de vida de acuerdo al sistema Holdridge (Ewel, J.J. & Whitmore, J. L., 1973). Esas son, en orden de extensión territorial: bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque seco subtropical, bosque muy húmedo montano bajo subtropical, bosque pluvial montano bajo subtropical y bosque pluvial subtropical (Lugo, A. E., 2005).

- **Clasificación por Zonas Geoclimáticas.** Sistema que combina los seis tipos de climas o zonas de vida identificados en el sistema Holdridge, con las seis agrupaciones geológicas primarias en la Isla, resultando en 28 unidades o zonas geoclimáticas para Puerto Rico. Lugo consolidó recientemente estas 28 zonas geoclimáticas en 10 tipos o grupos de bosques para facilitar su comprensión y aplicación a nivel isla (Lugo, A. E., 2005).
- **El Proyecto GAP de Puerto Rico (Puerto Rico Gap Analysis Project - PRGAP).** Desarrollado e implementado por el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés), el DRNA, el USGS y *North Carolina State University*, constituye el esfuerzo más reciente de caracterización de los usos del suelo y los tipos de vegetación existentes en la Isla. En éste se definieron 70 clases de patrones de cobertura del terreno para Puerto Rico bajo un sistema jerárquico de clasificación. La vegetación natural se clasificó en bosque cerrado, bosque abierto, arbustos o pastizales. Las clasificaciones de bosque cerrado y pastizales son definidas más a fondo en seco, húmedo, mojado o inundado. Estas unidades han sido diferenciadas entre, si ocurren en suelos derivados de caliza, aluvial, serpentina o substratos no calcáreos. Varios de los tipos de bosque cerrado fueron clasificados de acuerdo a su edad (*i.e.* primario, secundario maduro, o joven secundario). Los humedales fueron clasificados en arbolado, herbáceo, salino o no salino, y temporalmente inundado o emergente. Finalmente, información sobre comunidades de flora dominante, y especies representativas de la unidad de cobertura de terreno, fue incorporada cuando ésta estuvo disponible (Gould, W., et al., 2008).

En el área del ANPMMD se ha identificado un tipo de bosque de acuerdo al sistema Holdridge, el bosque seco subtropical. Es importante destacar que todas las zonas de vida identificadas en Puerto Rico están representadas en una región de apenas 9.3

millas (15 km) de distancia desde Punta Puerca en la ABNRR hasta el oeste del Bosque Nacional El Yunque. Los cambios en precipitación, elevación y temperatura observados en toda esta zona han fomentado a su vez una biodiversidad extraordinaria en toda esta región.

En el ANPMMD se han identificado a su vez 6 zonas geoclimáticas. Estas son: Volcánico Húmedo, Volcánico muy húmedo, Volcánico pluvial, Volcánico seco, Aluvial húmedo y Aluvial seco.

El Proyecto GAP de Puerto Rico identificó para el ANPMMD 29 de las 70 clases de cobertura de terreno definidas para la Isla, de las cuales 1.21% corresponden a la clase principal de vegetación natural (Gould, W., 2008).

Los métodos y sistemas de clasificación de comunidades vegetales descritos anteriormente, fueron utilizados como referencia para delimitar y zonificar la cobertura de suelo y los ecosistemas presentes en el ANPMMD. Con el propósito de facilitar su descripción y poder ser más efectivos en el desarrollo de las acciones para su manejo, los ecosistemas y asociaciones vegetativas del ANPMMD se agruparon en las siguientes categorías:

- Bosque de mangle,
- Bosque seco y matorral,
- Humedal herbáceo emergente,
- Salitral,
- Pastizal,
- Cuerpos de agua,
- Playa arenosa,
- Playa rocosa,
- Arrecifes de coral, y
- Praderas de yerbas marinas.

El desarrollo o estructura vegetativa y el régimen hídrico de los suelos fueron los dos factores principales utilizados para definir estos ecosistemas. Las playas, las praderas de yerbas marinas y los arrecifes de coral se discuten como parte de los ecosistemas presentes en el ANPMMD. Aunque éstos no se encuentran propiamente dentro de los límites oficiales del área natural protegida, si mantienen una estrecha relación funcional con los ecosistemas que forman parte de esta zona. Por tal razón, es imprescindible reconocerlos e incorporarlos como parte de los esfuerzos de preservación y conservación propuestos, para así garantizar un manejo integral del ANPMMD.

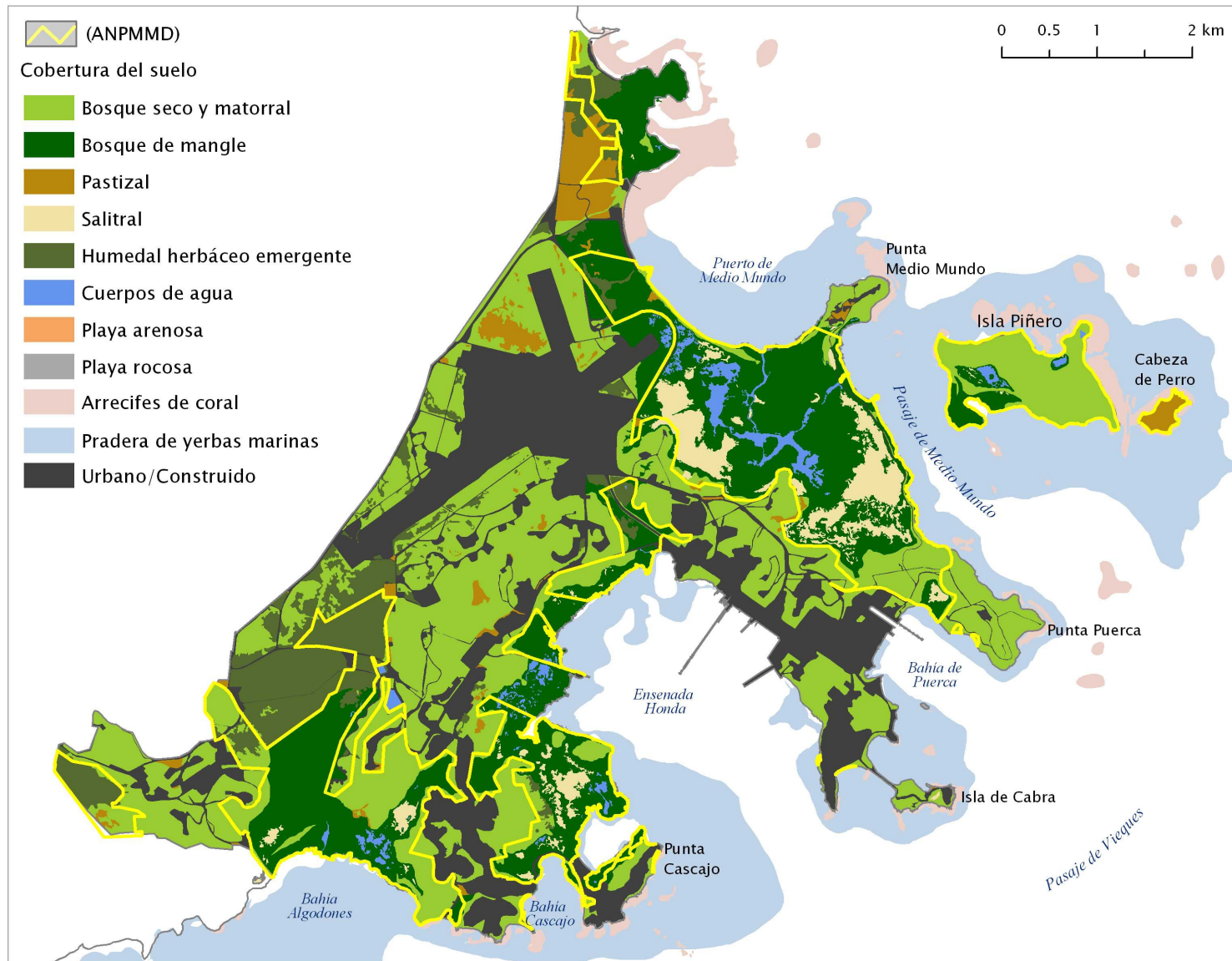
La información a continuación incluye una descripción de cada uno de los ecosistemas antes mencionados, las especies predominantes o más comunes presentes en éstos, incluyendo especies raras, y elementos críticos documentados, junto a una breve descripción de aquellos factores o actividades negativas que representan una amenaza a su integridad ecológica.

También se delimitó una última categoría, nombrada “urbano/construido”, con el propósito de definir las áreas que no presentan una cobertura vegetal significativa y que están dominadas por estructuras asociadas al anterior uso de estos terrenos, tales como: oficinas administrativas, facilidades portuarias y marinas, facilidades industriales, hospitales, áreas residenciales, comerciales y/o recreativas, caminos, aeropuerto y toda su infraestructura relacionada, entre otras. Esta categoría representa la cobertura del uso del suelo y no un ecosistema.

**TABLA 2.13**  
**ECOSISTEMAS Y COBERTURA DE SUELO DE LA ABNRR Y DEL ANPMMD**

Ecosistema y Cobertura del Suelo	ABNRR		ANPMMD	
	Cuerdas (Aprox.)	% de cobertura	Cuerdas (Aprox.)	% de cobertura
Bosque de mangle	1,956.1	21.9%	1,679.8	49.1%
Bosque seco y matorral	3,319.3	37.2%	870.8	25.4%
Humedal herbáceo emergente	711.4	8.0%	283.3	8.3%
Salitral	337.4	3.8%	330.0	9.6%
Pastizal	282.2	3.2%	70.0	2.0%
Cuerpo de agua	148.2	1.7%	122.4	3.6%
Playa arenosa	15.9	0.2%	9.7	0.3%
Playa rocosa	20.7	0.2%	7.6	0.2%
Urbano/Construido	2,129.6	23.9%	48.6	1.4%
<b>Total (aproximado)</b>	<b>8,920.9</b>	<b>100.0%</b>	<b>3,422.2</b>	<b>100.0%</b>

**FIGURA 2.18**  
**ECOSISTEMAS Y COBERTURA DE SUELO DEL ANPMMD Y SUS ÁREAS ADYACENTES**

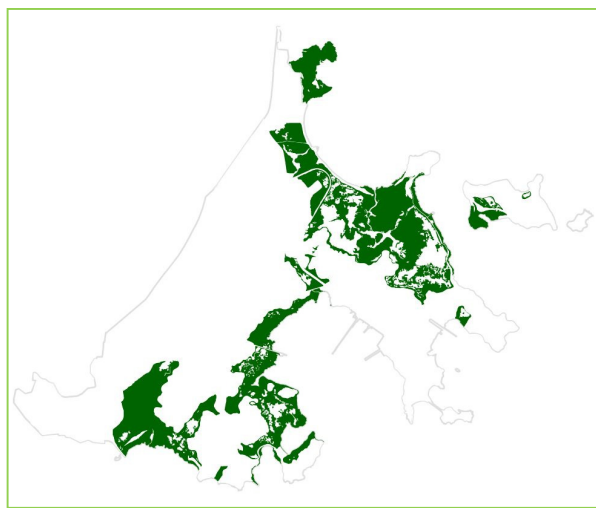


**FIGURA 2.19**  
**MAPAS POR TIPO DE COBERTURA DE SUELO**

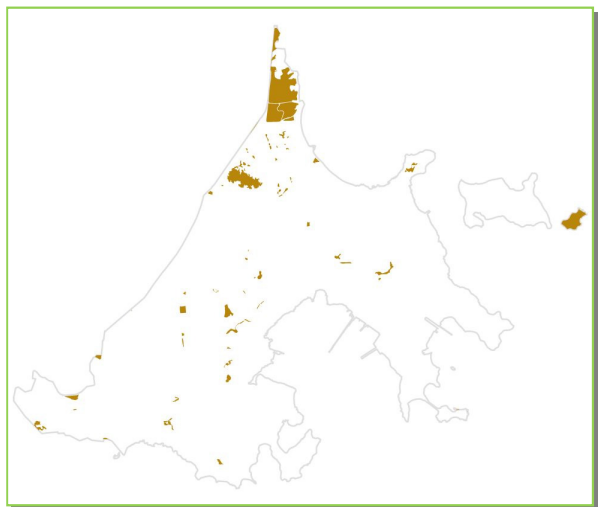
**Bosque Seco y Matorral**



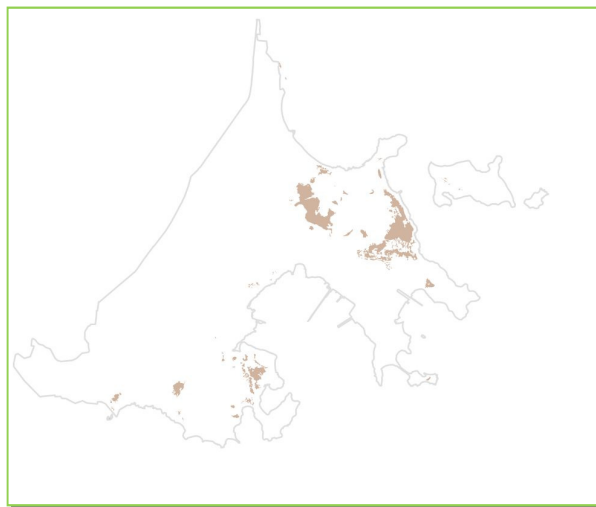
**Bosque de Mangle**



**Pastizal**

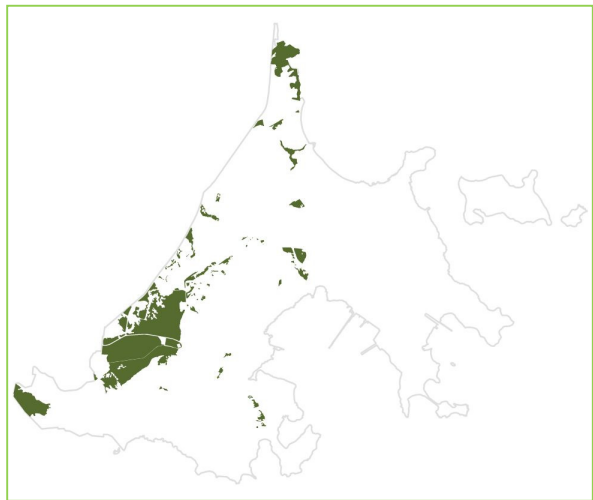


**Salitral**

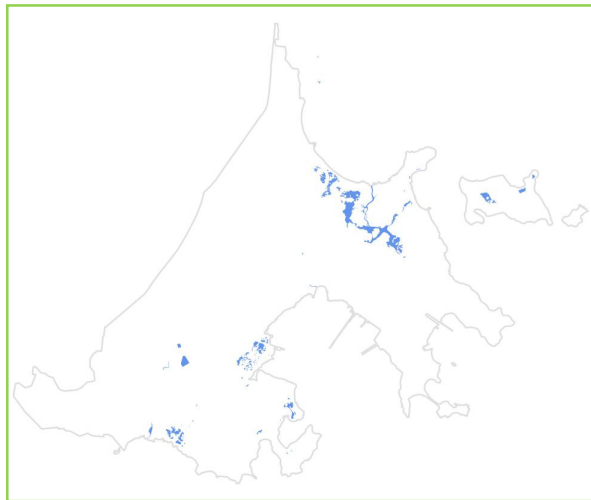


**FIGURA 2.19 (CONT.)**  
**MAPAS POR TIPO DE COBERTURA DE SUELO**

**Humedal Herbáceo Emergente**



**Cuerpo de Agua**



**Playa Arenosa y Playa Rocosa**



**Urbano/Construido**



## A. Bosque de mangle

Los manglares son un tipo único de bosque cuyos árboles crecen en agua salada en la interface entre el mar y la tierra (Martinuzzi et al., 2009). Los bosques de mangle en la ANPMMD se encuentran asociados a franjas de costa, canales y la desembocadura del Río Dagüao y ocupan una superficie aproximada de 1,679.8 cuerdas, los cuales representan 49.1% del total del área natural protegida. Esto representa una de las mayores extensiones de manglar en todo Puerto Rico, precedido solamente por el Bosque Estatal de Piñones en el municipio de Loíza.

Los manglares son ecosistemas costeros cuyo desarrollo estructural, producción de materia orgánica y reciclaje de nutrientes son regulados por el régimen de mareas, la disponibilidad de agua dulce, y sedimentos arrastrados por escorrentía superficial (Barboza et al., 2006). Los mangles comparten varias características o adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones críticas de anoxia y salinidad, que con frecuencia excluyen otras especies. Algunas de estas adaptaciones son: especialización morfológica (raíces aéreas y de anclaje, semillas vivíparas y neumatóforos); excretar y excluir sales; especificidad en hábitats estuarinos; y aislamiento taxonómico de especies de tierra firme (Tomlinson, 1986). Son un valioso recurso ecológico y económico siendo importante lugar de cría y apareamiento para aves, invertebrados marinos, peces y reptiles; proveen protección costera contra clima severo y erosión; y acumulan y filtran sedimentos.

Existen tres especies de mangles en la cuenca del Mar Caribe: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Laguncularia racemosa*) y mangle blanco (*Avicennia germinans*). Una cuarta especie, mangle botón (*Conocarpus erectus*), se clasifica como un asociado del manglar pues carece de las especializaciones morfológicas características en los verdaderos mangles. En Puerto Rico se encuentran manglares en contacto directo con el mar, asociados a las riberas y desembocaduras de los ríos o bordeando lagunas costeras (DRN, 1988); además se han identificado cinco tipos de manglares: islotes de mangle, manglar enano, manglar ribereño, manglar marginal o de borde y manglar de cuenca (DRN, 1978). Estos últimos cuatro están presentes en el ANPMMD.

Gran parte del manglar identificado en el ANPMMD es de tipo marginal o de borde, asociado a los canales localizados al norte en el área de Los Machos y las franjas de costa de Isla Piñero, Ensenada Honda y Dagüao. El mangle rojo (*Rhizophora mangle*), que puede estar en contacto directo con el mar, domina en los bordes de los canales y las franjas de costa. La parte interior del bosque de mangle está colonizada por mangle negro (*Avicennia germinans*). Este manglar está expuesto a la dinámica de las



mareas, salinidad constante, concentraciones bajas de nutrientes y al salitre (DRN, 1978).

Los manglares de cuenca ocurren en depresiones tierra adentro, con frecuencias detrás de los manglares de borde. Estos se inundan por las mareas más altas y el agua permanece estancada o con flujo lento por largos períodos. En el ANPMMD se encuentran en el humedal de Los Machos, varios parchos en Ensenada Honda y en la cuenca del Río Dagüao cerca de su desembocadura. Por las altas concentraciones de sal y el bajo potencial de reducción (Mitsch & Gosselink, 2000) las especies predominantes en el manglar de cuenca son el mangle negro (*Avicennia germinans*) y en menor grado el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

En los márgenes del Río Dagüao se encuentra un manglar de tipo ribereño dominado por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Patterson Zucca, C., 1978). Estos humedales se afectan por los sedimentos y nutrientes provenientes de las escorrentías de agua dulce, ríos y quebradas de tierra firme. Patterson (1978) reportó mortalidad en los mangles de la zona del Río Dagüao debido a la construcción del camino construido en el lado sur del bosque.

Los manglares enanos ocurren en el extremo norte de la ABNRR, adyacente a la distribución del manglar de borde, bajo condiciones pobres de nutrientes y en suelos hipersalinos (Mitsch & Gosselink, 2000). El ANPMMD alberga el único bosque de mangle enano en todo Puerto Rico. El Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) ha estimado un área aproximada de 86.5 cuerdas de cobertura de mangle enano en Ceiba.

El bosque está dominado por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) con individuos de una altura máxima menor de 1.5 metros, que carecen de un tallo principal (Medina, E., et al., datos sin publicar). Esta forma de crecimiento los distingue de los mangles enanos presentes en Florida, Belice y Panamá.

El mangle enano está desarrollado sobre un sustrato de turba orgánica oligotrófica, con una profundidad de 1 a 6 metros, depositado sobre material calcáreo de origen biológico (Medina, E., et al. datos sin publicar). La turba comenzó a acumularse cerca de 4,500 años atrás, lo que según E. Cuevas (comunicación personal) la convierte en una bitácora de la paleo-historia climática de la región. Cualquier alteración de la dinámica de los nutrientes y la influencia de las mareas en el bosque de mangle enano podría implicar la desaparición del mismo.

Entre la vegetación asociada al manglar en el ANPMMD se encuentra: yerba de enea (*Typha dominguensis*), helecho de mangle (*Achrosticum germinans*), palma real (*Roystonea borinquena*), y emajagüilla (*Thespesia populnea*).

Algunas de las especies de aves identificadas son: pizpita de mangle (*Seiurus noveboracensis*), canario de mangle (*Dendroica petechia*), martinete (*Butorides virescens*), garza real (*Ardea alba*), playero coleador (*Actitis macularia*) y playero arenoso (*Calidris alba*). Se han observado nidos de querequé (*Chordeiles gundlachi*) y de chorlito marítimo (*Charadrius wilsonia*) en el humedal de Los Machos. Este bosque también sirve de hábitat para la única población identificada en el este de la isla de la mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*), especie en peligro de extinción.

Crustáceos como el juey pelú (*Ucides cordatus*), el cangrejo violinista de pantano (*Uma pugnax*) y el juey común (*Cardisoma guanhumi*) habitan en las áreas de manglar del ANPMMD. Este último es capturado para el consumo mediante el uso de trampas y la excavación del suelo cercana a las cavidades. A pesar de esta actividad extractiva, Rodríguez (2004) describe una población abundante del juey común, con una alta tasa de sobrevivencia e inmigración. Esto podría estar relacionado a la alta productividad y la cercanía al océano del humedal Los Machos.

El crecimiento agrícola y urbano causó la disminución de los manglares cambiando la hidrología, sedimentando y asfixiando los árboles, removiéndolos mecánicamente y reduciendo su hábitat (Martinuzzi et al., 2009). En el caso particular del ANPMMD, los manglares fueron impactados por actividades militares, derrames de combustible y relleno. La conservación y restauración de estos sistemas es imprescindible para mantener los servicios que proveen.

En el año 1996, la Marina comisionó el desarrollo de un plan de restauración ecológica e hidrológica para el sistema de mangles de Los Machos (DON, 1996). El propósito del plan era evaluar los factores que contribuyeron o contribuían al detrimento del sistema de manglares de Los Machos. El Plan analizó fotos aéreas de 1936, 1958, 1972, 1986 y 1993 para reconstruir la historia vegetativa de este manglar e identificar los posibles factores que contribuyeron a esos cambios.

Para la década de 1980, el NAVFAC documentó una reducción en la densidad del mangle, particularmente en la parte sur del sistema donde ocurrió el relleno del canal y la parte oeste del sistema cerca de Tarawa Drive. También se documentó una reducción en la distribución del bosque de mangle, incluyendo los parchos de mangle enano, y un aumento en la distribución de salitrales. Según análisis de la Marina, esta reducción en la densidad del mangle pudo ser debido a un sinnúmero de factores,

incluyendo el aumento en los niveles de salinidad en la zona debido a la restricción en la entrada de aguas mareales por más de 40 años. El desarrollo de grandes áreas abiertas, denominadas como salitrales, que se ubican lejos de los canales y las quebradas que nutren de agua al sistema apoya esta percepción de la Marina. No obstante, según análisis de fotografías infrarrojas (*Color Infrared Photography* – CIR) para este tiempo, los mangles del sistema de Los Machos se encontraban en un buen estado de salud.

Luego en el 19 de septiembre de 1989, el Huracán Hugo impactó severamente los mangles en toda la ABNRR, donde por primera vez se identifican áreas sustanciales de mangle muerto (~106 acres en el área de Los Machos). El daño del Huracán Hugo fue evaluado por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (Vicente, 1989) justo después del paso del mismo. En esencia, se encontró que la vegetación dentro y alrededor de las lagunas y áreas influenciadas por las mareas fueron severamente impactadas con la vegetación en terrenos firmes. El estudio también estableció que más de 90% de la vegetación estaba sacada de su raíz o defoliada y que los impactos no fueron homogéneos. La intensidad de los impactos parece haber estado determinada por el tamaño y las especies de mangle. Los árboles más viejos de ambos mangle rojo y negro padecieron una mayor mortandad al compararlos con individuos juveniles o más pequeños en tamaño. También se notó menor impacto al alejarse de las lagunas y las zonas mareales.

El Huracán Hugo aumentó el estrés que ya estaba experimentando este frágil ecosistema de mangle. El Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre también documento poca presencia de bellotas de mar, ostras y esponjas en el área. No obstante, esto pudo haber sido resultado de las condiciones de aguas estancadas más que por el huracán.

Un año después del huracán, los árboles de mangle rojo juveniles que no fueron sacados de su raíz recuperaban a una razón natural. No obstante, la recuperación de árboles maduros era lenta. La agencia entendía que la mortandad extensiva de mangle negro se debía a la sedimentación de los canales y quebradas. Al menos que los patrones hidrológicos originales no se restaurarán, este mangle no podría recuperar (Vicente et al., 1989). Una evaluación de 1993 de fotografías infrarrojas muestran la cantidad de mangles muertos por causa del Huracán Hugo.

Ya para el año 1993, el NAVFAC del Departamento de la Marina observó que el sistema de mangles se encontraba en estado de recuperación de los daños por causa del huracán. Nuevos análisis de fotografías infrarrojas (CIR) mostraban un crecimiento significativo de mangle rojo y mangle negro. Sin embargo, las áreas de mangle más

alejadas de los canales y las quebradas mostraban menos crecimiento y menores condiciones de salud que las áreas adyacentes a los canales de agua. Esta tendencia en la reducción en la densidad y distribución de mangles en estas zonas, la cual fue observada por primera vez en 1986, aparentaba estar continuando.

El *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* de 1996 determinó que: (1) el intercambio hidrológico a través del canal bloqueado que antes conectaba con el Pasaje de Medio Mundo se redujo por 95%; (2) la cantidad de mangle vivo había reducido en 154 cuerdas desde el año 1936 (aproximadamente 20%); y que existía una cantidad sustancial de mangle muerto (~109 cuerdas). El Plan además incluía un modelo hidrológico que mostró que los cambios en la hidrología eran los factores más importantes que afectaban la salud y la estabilidad de los manglares en Los Machos. Basado en esta información, la Marina recomendó restaurar la hidrología del canal que conectaba al Pasaje Medio Mundo a sus condiciones antes de la década de 1940 y a su vez, restaurar las funciones ecológicas del sistema de manglar de Los Machos.

Inicialmente, la Marina tuvo dificultades en encontrar fondos federales para esta obra de restauración. Sin embargo, luego de un derrame de *jet fuel* que ocurrió en Ensenada Honda en el año 1999, la Marina recomendó implantar el *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* como parte de las actividades de mitigación de daños. El proyecto de restauración de Los Machos se inició en el año 2006 y se completó en el año 2007. Al presente, la Marina lleva a cabo un programa de monitoreo para evaluar los impactos de este proyecto en la restauración del flujo hidrológico a través de toda esta zona.

## **B. Bosque Seco y Matorral**

La asociación del bosque seco y matorral en el ANPMMD cubre un área aproximada de 870.8 cuerdas, representando el 25.4% de la extensión total del área natural protegida.

Los bosques secos tropicales y subtropicales ocurren en regiones libres de nevadas con periodos secos prolongados o de poca precipitación (Murphy and Lugo, 1995, según citado en Pennington et al., 2006), con un promedio de lluvia anual de 600 a 1,1000 mm (Ewel y Whitmore, 1973). La vegetación del bosque seco presenta adaptaciones que le permiten sobrevivir la sequía. Algunas de estas son: la caída de las hojas después del período de lluvias, tejidos que almacenan agua (como troncos y raíces suculentas), hojas cerosas y el cierre de hojas o pétalos durante la noche.

El bosque seco del ANPMMD se encuentra sobre suelos volcánicos. Según Lugo (2005), la extensión geográfica de bosques secos sobre este sustrato es mínima en Puerto Rico. En este caso, el efecto de sombra de lluvia del Yunque permite las condiciones ideales para la formación de este sistema. Este elemento crea una composición vegetativa donde dominan las especies siempre verde y ofrece un panorama distinto al de los bosques secos sobre sustrato calizo, como el Bosque Estatal de Gúanica, con una dominancia de plantas xerofíticas.

En áreas de transición, asociadas al bosque seco, se encuentran los matorrales. Este sistema está dominado por arbustos y algunas herbáceas. Varias de las especies descritas como arbustos en el matorral pueden comportarse como árboles o herbáceas en otras condiciones de clima y fertilidad del suelo (Francis, 2004).

El bosque seco y matorral es la cobertura que domina en Isla Piñeros y está distribuida en todas las Áreas de Conservación del ANPMMD. Además, cubre las zonas que bordean el humedal Los Machos en su extensión hacia tierra firme. Este bosque permite la infiltración de agua dulce al mangle, y su impermeabilización podría conllevar la seca y eventual desaparición del mismo.

Algunos de los árboles identificados en la cobertura de bosque seco y matorral son el úcar (*Bucida buseras*), corcho (*Guapira fragans*), palo de vaca (*Bouyeria succulenta*), almácigo (*Bursera simaruba*), palo rubio (*Zanthoxylum monophyllum*) y tintillo (*Randia aculeata*). También se han reportado arbustos como: limón de Jerusalén (*Triphasia trifolia*), dama de noche (*Cestrum laurifolium*), bretónica prieta (*Melochia nodiflora*) y cariaquillo (*Lantana camara*).

Por otra parte, se han registrado observaciones de la boa de Puerto Rico (*Epicrates inornatus*), especie endémica y en peligro de extinción, en las áreas de bosque seco cerca de Ensenada Honda.

### **C. Humedal Herbáceo Emergente**

Los humedales herbáceos emergentes son ecosistemas terrestres anegados que están asociados a los valles de inundación de los ríos y quebradas. La vegetación dominante está compuesta por especies adaptadas a suelos saturados de agua como algunas yerbas, lirios, juncos de agua, helechos y plantas flotantes como el jacinto (*Eichornia crassipes*).

Los materiales sólidos que son arrastrados por las escorrentías en áreas urbanas y rurales en períodos de lluvias, son atrapados y filtrados por los humedales herbáceos que de otra manera impactarían las praderas de yerbas marinas y los arrecifes de coral. También, los humedales herbáceos son amortiguadores de inundaciones, debido a que retienen y almacenan agua por períodos largos de tiempo, ya que las plantas tienen la capacidad de regular la transpiración a través de las estomas.

Algunas asociaciones de humedales herbáceos que pueden observarse en el ANPMMD son el junco de ciénaga (*Eleocharis interstincta*), palmito del río (*Acrostichum aureum*), *Paspalum distichum* y *Scleria microcarpa*.

Es común observar el lagartijo jardinero (*Anolis pulchellus*) sobre yerbas en aguas poco profundas y moviéndose a través del agua (Rivero, 1998).

El martinete (*Butoroides virescens*), la gallareta (*Gallinula chloropus*), la garza real (*Ardea alba*) y la garza pechiblanca (*Egretta tricolor*) son especies comunes que se pueden observar en los humedales de la región. Especies no muy comunes como el gallinazo nativo (*Fulica caribea*), el gallinazo americano (*Fulica americana*), el zaramago (*Podilymbus podiceps*), el pato cabeciblanco (*Anas americana*), el pato cerrano (*Anas crecca*) y la pizpita de río (*Seirius motacilla*) pueden observarse en los humedales herbáceos del área del ANPMMD.

Los humedales herbáceos ocupan un área aproximada de 283.3 cuerdas dentro del ANPMMD, lo que representa un 8.3% del área natural protegida. Los humedales con mayor extensión están asociados a los valles de inundación del Río Dagüao y el Área de Conservación #1 en el Barrio Dagüao al suroeste del ANPMMD. También existen otros parches pequeños de humedales herbáceos emergentes en diferentes partes del ANPMMD.

### **Campo de Golf**

En el año 1966 se construyó al norte del Río Dagüao un campo de golf de nueve hoyos en terrenos pantanosos y anegados que anteriormente se usaron para el cultivo de caña (DON, 1987). Como consecuencia de su localización y la composición del suelo, esta área está sujeta a inundaciones que han alcanzado los 5 pies (1.5 metros) de agua y sedimentos, las cuales mantenían fuera de servicio al campo de golf por varios meses al año.

El antiguo campo de golf cubre un área aproximada de 12.2 cuerdas (11.8 acres). Luego del cierre de la ABNRR en el año 2004, se le ha dado muy poco

mantenimiento y ningún tipo de uso al campo de golf. Actualmente, esta área se mantiene cubierta de agua durante la mayor parte del año y la vegetación característica de los humedales herbáceos emergentes ha retornado a su área de distribución original. Por ejemplo, especies como la yerba de Bermuda (*Cynodon dactylon*) fue sustituida por la yerba de eneas (*Typha dominguensis*).

Es por esta razón, que la superficie del antiguo campo de golf se clasifica como un humedal herbáceo emergente en este Plan de Manejo, retornando así a sus condiciones hidrológicas y vegetativas prevalecientes antes del desarrollo y alteración de las mismas para fines recreativos.

#### **D. Salitral**

Los salitrales se localizan en las planicies costeras dentro del manglar y son fuertemente influenciados por los cambios de las mareas. En el Caribe, se forman cuando el mangle o el arrecife de coral crece a través de una ensenada, o cuando se deposita arena que bloquea la entrada de una laguna costera. La evaporación en la cuenca cerrada es alta y el agua dulce que fluye desde las cuencas hidrográficas es muy poca y esporádica, como consecuencia, las sales se depositan en el suelo convirtiéndolo en uno hipersalino. Las especies que colonizan los salitrales presentan ciertas características (adaptaciones) para inhibir el estrés ambiental a causa de las altas concentraciones de sal.

Los salitrales del ANPMMD se encuentran en mayor extensión adyacentes al área del humedal Los Machos y al bosque de mangle de Ensenada Honda. Ocupan aproximadamente 330 cuerdas del ANPMMD, lo que representa un 9.6% de la cobertura del suelo del área natural protegida.

El mangle negro (*Avicennia germinans*) es la especie que coloniza las áreas de salitrales, debido a adaptaciones en sus raíces, como neumatóforos, que inhiben la entrada de las sales presentes en el suelo (Mitsch y Gosseling, 2007). El mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botón (*Conocarpus erectus*) se pueden observar creciendo en el área del salitral de forma achaparrada a causa del estrés causado por la hipersalinidad del suelo. Otras especies como la barilla (*Batis maritima*) y la verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*) se pueden encontrar en los salitrales por las condiciones de dosel abierto en el área.

La fauna presente en los salitrales consiste de pequeños crustáceos como copépodos y cangrejos violinistas (*Uca. spp*).

Un grupo nutrido de aves costeras, como playero guineilla mayor (*Tringa melanoleuca*), playero guineilla menor (*Tringa flavipes*), garza azul (*Egretta caerulea*), martinete (*Butoroides virescens*), martín pescador (*Ceryle alcyon*), garza pechiblanca (*Egretta tricolor*) y el canario de mangle (*Dendroica petechia*) se pueden observar comúnmente en el salitral alimentándose de la entomofauna presente.

Estos ecosistemas están amenazados por la alteración de los procesos que mantienen sus características e integridad ecológica. Esto incluye: los desvíos de aguas fluviales; los impactos directos e indirectos de las zonas urbanas; la expansión industrial; el desarrollo costero; y la construcción de infraestructura, como carreteras, puertos, centros deportivos, aeropuertos; así como la recuperación para la agricultura y la acuicultura (criaderos de peces y camarones). El cambio climático supone una importante amenaza para los salitrales y sus ecosistemas asociados debido a los posibles cambios en los regímenes hidrológicos.

## **E. Pastizal**

Se denomina pastizal a las comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas, conocidas comúnmente como pastos, y algunas otras familias que cubren grandes extensiones de terrenos poco accidentados. Las gramíneas son muy resistentes a las sequías, el sol, fuegos, a los mordiscos de los animales y a las inundaciones.<sup>5</sup>

La mayoría de los pastizales que crecen en Puerto Rico son una mezcla de yerbas, arbustos y árboles, algunos nativos y otros introducidos. Este ecosistema es un remanente de la actividad agrícola y agropecuaria que ocupaba el 36% de la cobertura total del suelo de Puerto Rico para el 1978 (Ramos, 2001). Hoy en día, los pastizales ocurren en un 47% del terreno agrícola de Puerto Rico, es decir, en unas 827,360 cuerdas. De éstas, unas 294,548 cuerdas son de pastos mejorados.<sup>6</sup> Los pastizales en Puerto Rico tienden a ser más abundantes en las zonas costeras, aunque se distribuyen abundantemente a lo largo de toda la isla de acuerdo a las condiciones agrologicas de cada zona. El abandono de la actividad agrícola ha propiciado el proceso de sucesión, formándose diversas asociaciones vegetativas.

Los pastizales en la antigua base naval comprenden un área de aproximadamente 282.2 cuerdas, donde se identifican tres áreas principales: (1) los terrenos al norte de la

---

<sup>5</sup> Obtenido el 12 de julio de 2009 en: [http://www.worldbiomes.com/biomes\\_grassland.htm](http://www.worldbiomes.com/biomes_grassland.htm)

<sup>6</sup> Obtenido el 12 de julio de 2009 en: <http://www.uprm.edu/agricultura/forrajes/html/pastizal.htm>



ABNRR aledaños a la Playa de Los Machos (para los cuales existe un contrato de arrendamiento para el pastoreo de ganado); (2) en la periferia del aeropuerto; y (3) en la Isla Cabeza de Perro. A su vez, existen pequeños parchos de pastizal entremezclados con otros ecosistemas. De hecho, algunas zonas que en el pasado fueron utilizados para el pastoreo de ganado, como los terrenos al sur del aeropuerto y en el Área de Conservación #1, hoy día se encuentran en un proceso de transición a humedales herbáceos debido al abandono del uso de los terrenos para propósitos agrícolas. Dentro del ANPMMD, los pastizales comprenden un área aproximada de 70 cuerdas, lo que representa un 2.0% del área natural protegida.

Algunas de las especies de gramíneas presentes son: pangola (*Digitaria eriantha*), yerba de guinea (*Urochloa maxima*), yerba huracán (*Bothriochloa pertusa*), ciempiés (*Eremochloa ophiuroides*), San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), yerba bahía (*Paspalum notatum*), y grama Manila (*Zoysia matrella*).

Se observan parchos aislados de arbustos y árboles a través del paisaje con especies como el tamarindillo (*Leucaena leucocephala*), roble nativo (*Tabebuia heterophylla*) y aroma (*Acacia farnesiana*).

## **F. Cuerpos de agua**

Los principales cuerpos de agua que nutren de agua dulce a los humedales herbáceos y pantanos en el ANPMMD son las cuencas de la Quebrada Ceiba, Quebrada Aguas Claras, Quebrada Seca, el Río Dagüao y unos tributarios sin nombre. Todos los cuerpos de agua nacen en las montañas al oeste del ANPMMD y nutren e inundan los valles costeros hasta desembocar en el Pasaje de Vieques. Por otra parte, la Isla Piñeros tiene tres lagunas de agua salobre, dos permanentes y una intermitente (DON, 1987).

La biodiversidad reportada en estos sistemas acuáticos está íntimamente relacionada a los humedales leñosos y herbáceos, incluyendo también a las comunidades de coral y praderas de yerbas marinas en las aguas cercanas del litoral marino. La vida acuática de los ríos y quebradas incluye peces, camarones, cangrejos, caracoles, insectos acuáticos y larvas de insectos, entre otros organismos. En Puerto Rico se ha reportado la existencia de siete especies de peces nativos (familias Anguillidae, Mugilidae, Eleotridae y Gobiidae), trece especies de camarones (Palaemonidae y Atyidae), una de cangrejo, conocida como buruquena (*Epilobocera sinuatifrons*) y varias especies de caracoles, principalmente de la familia Neritidae. También hay peces y caracoles exóticos que han sido introducidos intencional o accidentalmente (DRNA, 2008).

La mayoría de los peces y camarones en la Isla tienen ciclos de vida complejos que requieren pasar una etapa en el estuario o el océano, y otra a diferentes elevaciones agua arriba de los ríos y quebradas. Este ciclo de vida migratorio puede ser de dos tipos: catádromo o anfídromo. Las especies catádromas, como la anguila (*Anguilla rostrata*), habitan en los ríos en estado juvenil y adulto, pero los adultos regresan al mar para reproducirse y liberar los huevos y pasar la etapa de vida larval. Después de permanecer a la deriva de las corrientes durante varios meses, las larvas regresan a los estuarios para migrar río arriba y convertirse en adultos (DRNA, 2008; US Fish & Wildlife Service [USFWS], \_\_\_\_ a; USFWS, \_\_\_\_ b).

Las especies anfídromas como el dajao (*Agonostomus monticola*), el olivo (*Sycidium plumieri*), la saga (*Awous tajasica*), la guavina, los camarones bocú (*Macrobrachium spp.*), la gata (*Atya spp.*) y el chiripi (*Xiphocaris elongata*), entre otros, habitan los ríos y quebradas, tanto en sus etapas juveniles como adultas. Sin embargo, los individuos migran aguas arriba lentamente a lo largo de su vida y cuando alcanzan la madurez sexual se reproducen en los ríos. Sus larvas son arrastradas por la corriente en dirección hacia el mar donde continúan su desarrollo. Luego de varios meses, las postlarvas regresan a los estuarios para dirigirse eventualmente a las cabeceras de los ríos. Tanto los peces como los camarones ocupan zonas particulares a lo largo de diferentes elevaciones de las corrientes de agua dulce, de acuerdo a su capacidad de natación y ciclo de vida (DRNA, 2008). Esto sugiere la necesidad de proteger la integridad de los cuerpos de agua riverinos principales del ANPMMD, como el Río Dagüao, para poder ayudar a garantizar la supervivencia de las especies que dependen de la continuidad entre sus ecosistemas costeros y los montañosos relacionados con la Sierra de Luquillo.

La información sobre las especies acuáticas en los ríos, quebradas y lagunas que discurren por el ANPMMD es muy limitada, por lo que habrá que fomentar futuros inventarios de especies en la zona.

La inmensa mayoría de las aves acuáticas en los ecosistemas de bosque de mangle, humedales herbáceos y salitral, forman también parte de las especies observadas comúnmente en los cuerpos de agua. Las garzas, por ejemplo, vadean generalmente en áreas poco profundas en busca de peces pequeños, larvas de insectos y crustáceos como alimento. Hay otras, que nadan o se zambullen, por lo que tienen hábitos aún más ligados a los cuerpos de agua abiertos.

La calidad del agua de los ríos y quebradas en el ANPMMD se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del

área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos desperdicios llegan eventualmente al litoral costero del ANPMMD, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas. La sedimentación también es un problema considerable, particularmente en la Quebrada Ceiba y la Quebrada Aguas Claras. Las mismas están siendo afectadas por actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al noroeste y oeste de los límites del ANPMMD.

La construcción de algunos caminos a través de la antigua base naval ha tenido también impactos significativos en las corrientes de agua dulce que discurren por el área. El camino conocido como el *California Crossing* ha provocado la retención del flujo del cauce del Río Dagüao.

### **G. Playa arenosa**

Las mareas, el oleaje, las corrientes del litoral y el salitre son los factores principales que definen las playas. La acción del mar sobre las playas controla o inhibe el desarrollo de vegetación. En el ANPMMD se distinguen dos tipos de playas, aquellas caracterizadas por la deposición de material no consolidado, como es el caso de las playas arenosas, y aquellas donde ha quedado expuesta la roca madre, como son las playas rocosas (las cuales se describen en la próxima sección). De las aproximadas 36.7 millas (59.1 km) de largo de costa de la antigua base naval, aproximadamente 5.1 millas (8.2 km) de largo están cubiertas de playas arenosas y 5.7 millas (9.2 km) de largo están cubiertas de playas rocosas.

Las costas arenosas son ambientes dinámicos donde la estructura física del hábitat marino es determinado por la interacción entre la arena, las olas y las mareas (McLachlan y Brown, 2006). La arena se origina de la erosión de la tierra transportada por los ríos; y de materiales biogénicos como esqueletos de animales (McLachlan y Brown, 2006). Una playa se categoriza como arenosa cuando la mayoría de los sedimentos acumulados miden entre 0.062 a 2.0 mm de diámetro. El tamaño de las partículas de arena es determinado por la fuente geológica y su posterior clasificación por las olas y las corrientes (Schlacher et al., 2008).

En términos geomorfológicos, las playas arenosas se extienden tierra adentro hasta donde crece vegetación arbustiva y arbórea asociada al litoral. En dirección hacia el mar, este ecosistema llega hasta la zona del sublitoral, permanentemente inundada por

las aguas del océano, en donde rompen las olas (DRNA, 2008). Sin embargo, y para propósitos de este plan, el límite interior terrestre de este ecosistema llega hasta el área donde comienza a crecer la vegetación arbustiva o leñosa. En dirección al mar, se extiende hasta aproximadamente el estrán o la zona de barrido de las olas.

En total, las playas arenosas cubren aproximadamente 9.7 cuerdas del ANPMMD, lo que representa un 0.3% del área natural protegida. Las playas arenosas de mayor extensión en el ANPMMD están al norte de la antigua base naval, específicamente en la playa de Medio Mundo y alrededor de toda la costa de la Isla Piñeros. También se encuentran otras playas arenosas de menor tamaño en la costa alrededor de Punta Puerca, Isla Cabras, Bahía Cascajo y Bahía Algodones.

Las playas de la región están compuestas mayormente de fragmentos formados por la degradación de conchas de caracoles, esqueletos de coral y algas calcáreas. Además, están asociadas a grandes comunidades de yerbas marinas.

La playa es una zona dinámica donde el embate de las olas tiene un efecto abrasivo sobre cualquier organismo que allí habite. Los organismos que habitan en las playas no tienen un sustrato sólido para adherirse. La zona entre mareas queda expuesta y sumergida en diferentes horas del día, por lo que éste no es un ambiente estable. Sin embargo, muchos organismos están adaptados a vivir en este hábitat (García Ríos, 2005). Cientos de especies habitan en las playas de arena, aunque rara vez son notados. Evitan ser el centro de atención siendo pequeños (menos de un centímetro de largo) y viviendo por debajo de la arena. Entre ellas se incluyen los descomponedores (bacterias y hongos), algas (principalmente diatomeas) y animales invertebrados (principalmente nematodos, crustáceos, poliquetos y moluscos) (Jones, et al., 2004).

Algunos de los invertebrados identificados en el ANPMMD son: el cangrejo fantasma (*Ocypode albicans*) y las pulgas de arenas (*Sesarma ricordi*). Aves como los playeros, chorlitos y garzas frecuentan las playas en busca de alimento.

Gran parte de las playas arenosas en el ANPMMD han sido identificadas como áreas de anidaje de tortugas marinas como la tortuga verde (*Chelonia mydas*), el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermodochelys coriacea*).

Las presiones causadas por los efectos combinados del crecimiento de la población, los cambios demográficos, el desarrollo económico y el cambio climático mundial sin precedentes plantean amenazas a los ecosistemas de playa de arena en todo el mundo. La conservación de las playas como ecosistemas funcionales y la protección

de su biodiversidad requieren no sólo mitigar las amenazas a las propiedades físicas de las costas de arena, sino que también incluyen las dimensiones ecológicas.

## H. Playa Rocosa

El litoral rocoso presenta poca homogeneidad en las características del sustrato, y una amplia diversidad de factores incidentes, tales como: factores físico-químicos (exposición del oleaje, temperatura, desecación, salinidad, oxígeno, luz y superficie de fijación); biológicos (competencia, depredación y reclutamiento); y la interacción de las mareas. La variación espacial y temporal de estos factores determinan las características, distribución y comportamiento de las poblaciones existentes (Fernández y Jiménez, 2006).

Las playas rocosas poseen un sedimento mayor de 2 mm de grosor. Presentan tres zonas básicas: la supralitoral, donde el agua salada es apenas una salpicadura producto del oleaje al romper contra las olas; la litoral (mediolitoral), la cual queda sumergida durante el periodo de marea alta y en la parte inferior recibe el embate del oleaje; y la sublitoral que está en contacto más continuo con el agua de mar u oleaje. Su aporte funcional está asociado a la energía generada por las olas que aportan constantemente nutrientes y retiran los productos metabólicos de las especies que habitan en este ecosistema (Smith & Smith, 2001).

Los organismos que habitan en las costas rocosas tienen que poseer adaptaciones excepcionales, ya sean morfológicas, es decir de su estructura, o puramente fisiológicas, principalmente en su respiración, que le permitan sobrevivir los cambios bruscos de temperatura, humedad y salinidad. En algunas depresiones en la roca logran formarse pequeñas pozas en donde habitan peces pequeños, erizos (Ej. *Echinometra lucunter*), así como caracoles del género *nerita*, *littorina* y *tectarius*, estos últimos dentro como fuera del agua. Los quitones son otros organismos que también son muy comunes sobre las rocas, aunque se encuentran generalmente en lugares húmedos no expuestos directamente al sol para evitar así su desecación, o sumergidos en las pozas llanas que se encuentran en el área. El cangrejo negro (*Grapsus grapsus*) es uno de los crustáceos más comunes y llamativos por su capacidad de escalar las paredes rocosas expuestas al oleaje y al aerosol del mar. El ostrero (*Haematopus palliatus*) observado con mayor frecuencia durante los meses de invierno, es un ave especializada en este ecosistema (Raffaele, H., et al., 1998).

El ecosistema de playa rocosa cubre aproximadamente 7.6 cuerdas del ANPMMD, lo que representa un 0.2% del área natural protegida. Las principales áreas de playas

rocosas se encuentran en la Isla Cabeza de Perro, partes de Isla Piñeros, Punta Puerca, Isla Cabras, Punta Cascajo y partes de la zona costera de Bahía Algodones.

## **I. Arrecifes de coral**

Aunque los arrecifes de coral no forman parte del ANPMMD, estos ecosistemas están íntimamente relacionados a los humedales y cuerpos de agua, y en menor medida, a otros ecosistemas del área natural protegida. Por tal razón, es necesario incluirlos como parte de la caracterización de ecosistemas del ANPMMD.

Los arrecifes de coral son comunidades biológicas que nacen del suelo marino y consisten principalmente de una estructura firme de piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), suficientemente fuerte para resistir el embate continuo del oleaje (Dawes, 1986). Estos sostienen poblaciones de peces y otros organismos marinos que tienen gran valor comercial; proveen protección a las costas, ayudan a generar y mantener las playas; y son fuentes de productos farmacológicos naturales (Chiappone, 2001; Burke & Maidens, 2005). En el Caribe dos terceras partes de los 26,000 km<sup>2</sup> (9%) de los arrecifes estudiados están en peligro o amenazados.

En Puerto Rico existen unas 10,563 cuerdas (10,259 acres) de fondos marinos catalogados como arrecifes de coral; con un total de 137 especies de corales (Hernández, 2005). A su vez, existen diferentes tipos de arrecifes de coral tales como: arrecifes de borde, parcho y de banco (Goenaga y Cintrón, 1979). Los arrecifes de borde son arrecifes emergentes separados de la costa por una “laguna marina”, ancha y profunda, con muy poco oleaje. Los arrecifes de parcho son agrupaciones pequeñas de corales, rodeados de arena, los cuales ocurren cerca de la costa. Los arrecifes de banco son aquellos que se desarrollan sobre sustratos de calcarenita y alejados de la costa (Hernández, E. A., 2005). Otra comunidad coralina existente en las aguas circundantes a la isla son fondos duros de sustratos compuestos por depósitos antiguos de carbonato de calcio o roca expuesta y están dominadas por octocorales y esponjas (DON, 2005b; Kendall, et al., 2001,).

Los sistemas de arrecifes de coral en Puerto Rico pueden subdividirse en regiones, según los cuatro puntos cardinales principales: oeste, este, sur y norte. Los arrecifes de coral en el litoral costero del ANPMMD se asocian a la plataforma del noreste, y cubren en total una superficie de 695.8 cuerdas (675.78 acres) (DON, 2005b), con una predominancia de arrecife de parcho según se muestra en la Tabla 2.14. Tal como mencionamos anteriormente, las formaciones de parcho están constituidas por cabezas de coral aisladas o agrupaciones pequeñas de corales, rodeadas de arena, las cuales

ocurren cerca de la costa (Hernández, 2005). En la Tabla 2.14 se enumeran los tipos de arrecifes que rodean el ANPMMD.

**TABLA 2.14**  
**TIPOS DE HABITATS DE ARRECIFES PRESENTES EN LAS**  
**AGUAS QUE RODEAN EL ANPMMD**  
(Fuente: DON, 2005c)

<b>Tipo de Hábitat</b>	<b>Área (Cuerdas)</b>	<b>Área (Acres)</b>
Lecho rocoso colonizado	274.23	266.34
Arrecife lineal	86.05	83.57
Arrecife de parcho	330.14	320.64
Roca coral dispersa	5.39	5.23
<b>Total</b>	<b>695.81</b>	<b>675.78</b>

La mayor cobertura de arrecife de coral adyacente al ANPMMD está en la costa norte de Isla Piñeros, seguida por Cabeza de Perro y Punta Cascajo (DOC, 2004). Punta Puerca y Ensenada Honda también tienen formaciones arrecifales (DON, 2005c).

Se han identificado 23 especies de coral en estas áreas, entre las que predominan: *Diploria strigosa*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea* (DON, 2005d). Peces como: ronco (*Haemulon plumieri*), rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*), trompa (*Aulostomus maculatus*) y catalufa espinosa (*Priacanthus cruentatus*) se encuentran entre las 75 especies registradas en los arrecifes de la zona.

Según DON (2005d) los arrecifes a lo largo del ANPMMD se encuentran en pobre estado debido a disturbios naturales (como los huracanes) y antropogénicos. Actividades como: la deforestación para desarrollo urbano y agrícola, las construcciones cerca o en la zona costanera, las descargas de contaminantes industriales y domésticos, el aumento en actividades recreativas y pesca intensa son las principales causas de degradación y pérdida de estos ecosistemas (Chiappone, 2001).

La contaminación y deterioro de la calidad de las aguas costeras a causa de actividades humanas, es sin embargo, el factor principal responsable por la degradación acelerada de los arrecifes de coral en la Isla. Esta condición, generalmente de tipo crónico, está asociada a aumentos permanentes en la turbidez y en las tasas de sedimentación de las aguas costeras como resultado de la

deforestación, los movimientos de terrenos y los dragados en las cuencas hidrográficas de los ríos que eventualmente desembocan al mar. Estos impactos han sido evidentes en los arrecifes de coral aledaños al ANPMMD. Por otra parte, los derrames de petróleo en la zona, algunas actividades militares, el encallamiento de embarcaciones, la sobrepesca, actividades recreativas y la colección de corales y otros organismos asociados a los arrecifes son otros factores antropogénicos que han sido perjudiciales a los arrecifes de esta zona.

En años recientes se ha reconocido el impacto ocasionado por el calentamiento global como una de las mayores amenazas a la salud y supervivencia de este ecosistema. Ello se ha hecho notar en Puerto Rico, particularmente luego de un evento masivo de blanqueamiento ocurrido a través del Caribe en el año 2005. Todos estos impactos causados por el ser humano contribuyen a aumentar o a acelerar el efecto de los estresores naturales, retardando o evitando a su vez la recuperación de los arrecifes luego de una perturbación (Hernández, E. A., 2005; García Sais, J., et al., 2005).

## **J. Praderas de Yervas Marinas**

Las praderas de yerbas marinas en las inmediaciones de la antigua base naval ocupan un área aproximada de 3,869 cuerdas. Aunque las praderas de yerbas marinas no forman parte del ANPMMD, al igual que los arrecifes de coral, estos ecosistemas están íntimamente relacionados a los humedales y cuerpos de agua, y en menor medida, a otros ecosistemas del área natural protegida. Por tal razón, es necesario incluirlos como parte de la caracterización de ecosistemas del ANPMMD.

Las yerbas marinas son un tipo de vegetación acuática sumergida que evolucionó de plantas terrestres y se ha especializado para vivir en el medio marino.<sup>7</sup> Su distribución está limitada por factores ecológicos como la temperatura, sustrato, profundidad, turbidez del agua, salinidad y energía de las olas. Se han identificado 45 especies, agrupadas en seis familias, distribuidas principalmente en Indo-Malasia y el Caribe (García Ríos, 1990).

Este ecosistema, al igual que los manglares y los arrecifes de coral, proveen áreas de sustrato, reproducción, forrajeo y albergue para invertebrados, algas, esponjas, crustáceos, moluscos, corales y equinodermos y peces de importancia comercial como los meros y los pargos, en diferentes etapas de su ciclo de vida (NOAA, 2004). Especies de peces e invertebrados viajan del arrecife de coral y el manglar a las

---

<sup>7</sup> Obtenido el 24 de junio de 2009, en <http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitatprotection/hptype/hptype1.htm>



praderas de yerbas marinas para alimentarse de pequeños peces e invertebrados que buscan refugio entre la vegetación submarina (NOAA, 2004). También, minimizan el fuerte oleaje y la erosión costera y sostienen una comunidad marina compleja. Las praderas de yerbas marinas ayudan a prevenir el impacto de las actividades antropogénicas al arrecife de coral, debido a que retienen sedimentos finos y fangosos en sus raíces, evitando su deposición sobre los arrecifes (NOAA, 2004; García, 2001).

Las praderas de yerbas marinas son además un ecosistema altamente productivo. Producen varias toneladas de hojas al año que llegan al litoral donde se refugian una gran cantidad de copépodos, los cuales son fuente de alimento de aves costeras y migratorias como playeros y garzas.

En Puerto Rico este ecosistema es mejor conocido como praderas de *Thalassia*, nombre alusivo a uno de las especies predominantes, la yerba de tortuga (*Thalassia testudinum*). Otras especies identificadas son: la yerba de manatí (*Syringodium filiforme*); y en menor abundancia, la yerba de bajío (*Halodule wrightii*), la yerba de Mar Caribe (*Halophila decipiens*) y la yerba de zanja (*Ruppia marítima*).

Las praderas de yerbas marinas están distribuidas principalmente en las plataformas del suroeste y del noreste de Puerto Rico, siendo esta última la más extensa. Las praderas de *Thalassia*, como las ubicadas en el noreste de Puerto Rico, se caracterizan por la velocidad con que almacenan la energía ( $11\text{gC/m}^2 \times \text{día}$  ( $6,818 \text{gC/m}^2 \times \text{año}$ ) producto de actividad fotosintética (García Ríos, 1990; DOC, 2004). Gran parte de esta productividad es transferida a otros niveles tróficos dentro del sistema o es exportada a otros ecosistemas a través del oleaje que transporta hojarasca y material disuelto, o por pastoreadores que migran entre los ecosistemas (García Ríos, 1990).

En las inmediaciones del ANPMMD, podemos ubicar el ecosistema de praderas de yerbas marinas al norte del bosque de mangle de Los Machos, alrededor de Isla Piñeros, dentro de Ensenada Honda, y desde Punta Cascajo hasta la costa noroeste de Vieques. Para efectos de la distribución geográfica, las aguas circundantes al ANPMMD poseen las praderas de *Thalassia* más extensas en aguas territoriales de las islas de Puerto Rico formando un corredor marino que conecta el municipio de Ceiba, en Punta Cascajo, con el municipio de Vieques, por la costa noroeste.

La alfombra de yerbas marinas en las áreas circundantes del ANPMMD sostiene una de las mayores poblaciones del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en Puerto Rico (USFWS, 1990); clasificado como una especie en peligro de extinción desde 1967 (USFWS, 1986) y uno de los mamíferos marinos más amenazados.

Algunos de los organismos que hacen de las praderas de yerbas marinas su hábitaculo son invertebrados como el erizo negro (*Diadema antillarum*), el erizo rojo (*Echinometra lucunter*), el carrucho (*Strombus gigas*) y la langosta (*Panulirus argus*); una variedad de peces incluyendo pargos (*Lutjanus spp.*), peces loro (*Sparisoma spp.*), peces médicos (*Acanthurus spp.*) y meros (*Epinephelus spp.*); aves marinas como el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*), la boba parda (*Sula leucogaster*) y la gaviota gallega (*Larus atricilla*); y tortugas marinas como el Carey de concha (*Eretmochelys imbricata*).

A pesar que se reconoce el alto valor de estas praderas, las mismas están siendo amenazadas por actividades humanas tales como: el dragado, la navegación, la degradación de la calidad del agua debido a escorrentías y la sombra de los muelles y embarcaciones. Algunas de sus amenazas naturales incluyen: huracanes y tormentas y cambios climáticos como inundaciones y sequías que afecten la salinidad del agua (Harlin y Thorne-Miller, 1981).

## **K. Otros Ecosistemas**

Un remanente de un pantano de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) fue encontrado en el ANPMMD durante una visita del personal técnico del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico en el año 2005 al hábitat potencial de la especie en el valle de inundación del Río Dagüao. La insuficiencia de datos sobre la localización y cobertura de dicha ecosistema conllevó a no poder representarlo en el mapa de ecosistemas y cobertura de suelos. A continuación, describimos de forma general el bosque de *pterocarpus* con información recopilada en el año 2005.

### **Bosque de Pterocarpus**

Los humedales son áreas susceptibles a inundaciones periódicas o estacionales localizadas en los valles costeros y en las montañas. El bosque de *pterocarpus* (*Pterocarpus officinalis*) es un tipo de humedal leñoso o pantano que está dominado por el palo de pollo, árbol de *pterocarpus* o drago. Este árbol está adaptado a las condiciones de suelos saturados de agua y tolera poca salinidad (Medina, Cuevas y Lugo, 2007), no mayor a 5 ppm (Rivera, Aide y Ríos, 2007) y está localizado detrás de los manglares (Medina, Cuevas y Lugo, 2007). La distribución de este pantano en Puerto Rico era amplia, pero debido al corte de los árboles para producción de carbón y leña y la actividad de siembra de caña de azúcar que prevaleció durante el siglo XX (Lugo, 1988), actualmente está reducido a quince fragmentos en toda la isla (Cintrón, 1983).

Comúnmente la vegetación predominante en este tipo de humedal leñoso son el palo de pollo, pero otras especies de plantas se pueden observar creciendo junto a éste como la palma real (*Roystonea borinquenalis*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), palmita de río (*Acrostichum aureum*), helecho de pantano (*Acrostichum danaeifolium*), cayur (*Annona glabra*), ausubo (*Manilkara bidentata*), la enea (*Typha domingensis*), algunas plantas epifitas y helechos que son comunes en el suelo (Álvarez, 1990).

Los diferentes estratos presentes en el bosque de *pterocarpus* provee diversos hábitats para una gran abundancia y riqueza de invertebrados, que sirven de alimento a especies de aves neotropicales en la temporada de migración, que en su mayoría son aves insectívoras (Acevedo y Aide, 2008). Además, provee áreas de refugio, forraje o anidaje a especies de aves catalogadas como elementos críticos por el DRNA como la chiriría del Caribe (*Dendrocygna arborea*) y paloma cabeciblanca (*Patagioenas leucocephala*).

Se estima que el bosque de palo de pollo en el ANPMMD está compuesto de 65 adultos y algunos individuos juveniles y se encuentra en el valle inundable del Río Dagüao.

Desafortunadamente, el impacto causado por el desarrollo económico a través del tiempo en áreas inundables y el incremento de la salinidad asociado al aumento en el nivel del mar a consecuencia del calentamiento global pueden retrasar o impedir el proceso de recuperación de los pantanos dominados por el árbol de *pterocarpus* en Puerto Rico (Acevedo y Aide, 2008).

## 2.3 ATRIBUTOS

### 2.3.1 VALOR NATURAL

Los recursos naturales costeros presentes en el ANPMMD incluyen ecosistemas terrestres, acuáticos, estuarinos y transicionales entre los mismos. En el ANPMMD se encuentran la mayoría de los tipos de humedales costeros clasificados en Puerto Rico, tales como manglares, ciénagas y pantanos de *Pterocarpus*. El bosque de mangle del ANPMMD representa el segundo bosque de mangle más grande de todo Puerto Rico (luego del Bosque Estatal de Piñones) y alberga una cantidad sustancial de cuerdas con ejemplares de mangle enano, considerados únicos en el mundo. A su vez, ha sido identificado como uno de los mejores hábitats de mangle que existen en Puerto Rico (Lewis, 1986). En los terrenos costeros y las áreas marinas del ANPMMD también se pueden observar áreas comprendidas por playas arenosas, playas rocosas, arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas. La conservación adecuada de todos los ecosistemas terrestres, acuáticos, estuarinos y transicionales del ANPMMD es esencial para el bienestar de las frágiles comunidades marinas tropicales asociadas a los mismos.

Los diversos ecosistemas presentes en el ANPMMD albergan una gran riqueza biológica la cual incluye 26 especies raras, endémicas, vulnerables o en peligro de extinción, incluyendo el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), la mariquita (*Agelaius xanthomus*), la boa puertorriqueña (*Epicrates inornatus*), la cobana negra (*Sthalia monosperma*) y tres especies de tortugas marinas, el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*); el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Este grupo de especies se consideran elementos críticos, que dependen de la integridad natural de la ANPMMD para subsistir.

El valor del ANPMMD se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas costeros como las praderas de yerbas marinas que se extienden desde Ceiba y Naguabo hasta la isla de Vieques, las cuales albergan una de las dos poblaciones más grandes en Puerto Rico del manatí antillano (*US Fish and Wildlife Service*, 2009) y aquellos presentes en las condiciones montañosas correspondientes al Bosque Nacional El Yunque. La conexión entre el bosque seco subtropical de las Áreas de Conservación del ANPMMD y el bosque pluvial montano bajo en las partes más altas de El Yunque permite tener representados en una región relativamente pequeña, las seis zonas de vidas identificadas en Puerto Rico, lo que constituye un fenómeno natural de extrema singularidad.

La mayoría de los bosques de mangle que forman parte del ANPMMD han estado bajo algún régimen de conservación por más de 100 años. Durante el último cuarto del

Siglo XIX, éstos integraban unidades del sistema de bosques insulares reconocidos por el Gobierno Español bajo la jurisdicción de los planes de manejo de la Inspección Forestal de Puerto Rico. Luego del cambio de soberanía a favor de los EUA, los bosques de mangle de Ceiba y Naguabo fueron proclamados por el gobierno local de Puerto Rico en virtud de la Proclama del 28 de mayo de 1918 del entonces Gobernador Arthur Yager, quien declaró diversas zonas de manglares de la Isla como Bosques Insulares incluyendo estos terrenos como parte del Bosque Insular de Ceiba (Ver Figura 1.3).

Para la década de 1940, todos los terrenos del ANPMMD fueron objeto de expropiación o transferencia por la Marina de los EUA para establecer y operar la antigua base naval Roosevelt Roads. Los terrenos de bosque de mangle que formaban parte del Bosque Insular de Ceiba, proclamado en el año 1918, fueron trasferidos por el Gobierno Insular de Puerto Rico al Gobierno de los EUA mediante la Ley 54 aprobada por la Legislatura de Puerto Rico el 26 de abril de 1941. Aunque esta transferencia derogó la designación de Bosque Insular de estos terrenos, los mismos estuvieron protegidos, en su mayoría, de presiones urbanas o pérdidas sustanciales de hábitats de alto valor ecológico debido a que la Marina los utilizaba como zonas de amortiguamiento de las áreas desarrolladas de la base y los manejaba con estrictos límites de acceso para propósitos de seguridad. Por consiguiente, puede estipularse que muchos de los terrenos que hoy forman parte del ANPMMD (en especial, los bosques de mangle) funcionan como un área natural protegida desde hace más de 100 años, tiempo durante el cual han sido manejados bajo una política general de protección y conservación.

Durante las últimas décadas, los terrenos del ANPMMD han recibido designaciones especiales por parte de agencias federales y estatales (Ver Figura 1.4), tales como en:

- **1979:** El DRNA designó parte de los terrenos del ANPMMD como un Área Crítica para la Vida Silvestre, bajo el nombre de “Base Naval Roosevelt Roads” (Raffaele and Duffield, 1979).
- **1988:** El DRNA mantuvo la designación de Área Crítica para la Vida Silvestre para los terrenos designados bajo el nombre de “Base Naval Roosevelt Roads” (Cardona and Rivera, 1988).
- **1995:** El Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre clasificó gran parte de los terrenos de la antigua base naval, incluyendo el área de bosque de mangle y aguas costeras del ANPMMD, como Hábitat Crítico para la mariquita, ave endémica en peligro de extinción (USFWS, 1995).

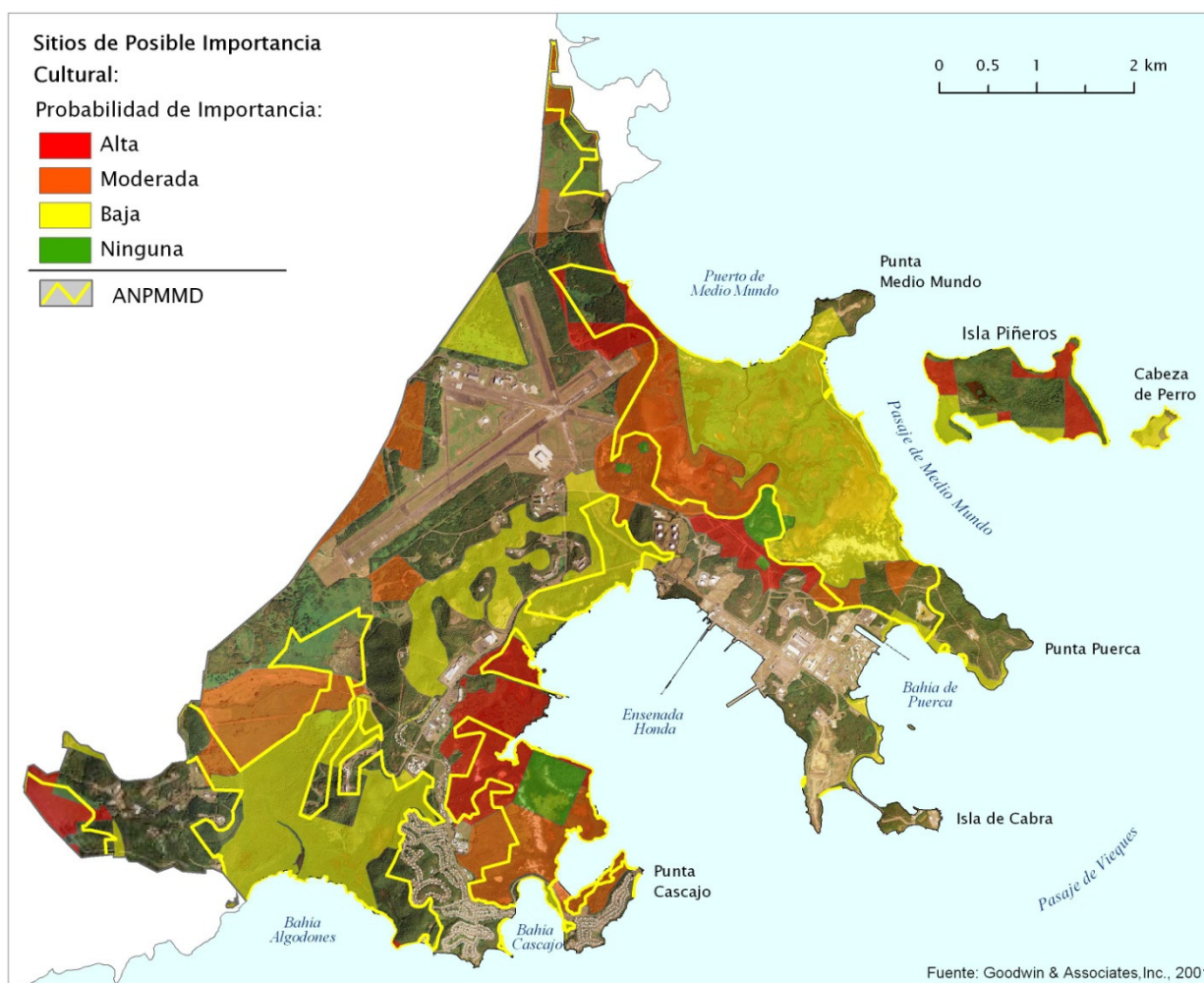
- **2004:** El DRNA incorporó toda el área que comprende el ANPMMD y otras áreas adyacentes en el Inventario de Áreas con Prioridad para Conservación para Puerto Rico, bajo el nombre “Playa de Fajardo-Cayo Algodones”, según las disposiciones de la Sección 5 de la Ley del Programa de Patrimonio Natural.
- **2005:** El DRNA declaró toda el área que comprende el ANPMMD como una de las Áreas de Importancia Primaria y Crítica para la Vida Silvestre en Puerto Rico (integrada en las áreas bajo los nombres de “Costa de Fajardo” y “Bosques de Mangle de la ABNRR”). Esta designación se establece principalmente por la presencia de hábitats en estado prístino, los cuales son importantes para diversas especies en peligro de extinción, tales como el manatí antillano, las tortugas marinas como el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y el Carey de concha (*Eretmochelys imbricate*), y diversas aves migratorias, residentes o endémicas, como la mariquita (Ventosa, E.A. et al., 2005).
- **2007:** El DRNA designó al bosque de mangle y las lagunas de Ceiba como un Área Focal para Aves Acuáticas de Puerto Rico (*Puerto Rico Waterfowl Focus Area*), como parte de la iniciativa titulada en inglés como el *Atlantic Coast Joint Venture*. (Ventosa, E.A. et al., 2007). Esta iniciativa colaborativa está enfocada en la conservación de hábitats óptimos para aves nativas y migratorias en su área de vuelo (*flyway*) de toda la costa Atlántica de los Estados Unidos, cubriendo 18 estados y territorios desde el estado de Maine hasta Puerto Rico (Ventosa, E.A. et al., 2007).
- **2008:** La organización *BirdLife International* reconoció a partes de los municipios de Ceiba y Naguabo, especialmente las áreas naturales que forman parte del Bosque Estatal de Ceiba y de la ABNRR, como un Área Importante para Aves en el Caribe (*Important Bird Area*). Esta Área Importante para Aves es de importancia mundial por la presencia de la mariquita, al igual que de otras especies endémicas de espacios restringidos, tal como el zumbadorcito crestado (*Orthorhyncus cristatus*) (Birdlife International, 2009).

### 2.3.2 VALOR ARQUEOLÓGICO E HISTÓRICO

El ANPMMD también es una zona de extraordinario valor arqueológico e histórico. Gran parte de los terrenos que comprenden el área natural protegida han sido catalogados como altamente o moderadamente sensitivos a la presencia de recursos culturales de interés arqueológico e histórico ya que han sido objeto de una sucesión de asentamientos relacionados a diversas culturas a través de la historia (Figura 2.20).

**FIGURA 2.20**  
**ÁREAS SENSITIVAS DE RECURSOS CULTURALES**  
**EN LA ABNRR Y EL ANPMMD**

(Fuente: DON, 1999a)



Estudios arqueológicos confirman que en el litoral costero de Ceiba y Naguabo hubo ocupación continua de todas las culturas aborígenes de Puerto Rico (arcaicos, saladoides/igneris y taínos) (DON, 1985; DON, 1997; DON 1999a; DON 2005f; DON, 2006b; DON and SHPO, 2007). Por otra parte, historiadores cuyo trabajo de investigación se ha centrado en los orígenes de la historia contemporánea de Puerto Rico, especulan que la zona geográfica asociada al Río Dagüao (del cual un segmento discurre por el Área de Conservación 5), podría estar implicada como parte del afamado asentamiento de Dagüao o Puerto de Santiago del Dagüao, que dató del período temprano de la colonización española en la Isla (cerca del 1515). El mismo consistió de un pequeño asentamiento centrado en cierta actividad minera y portuaria y que estuvo matizada por el surgimiento de frecuentes conflictos culturales y bélicos

entre españoles y los indígenas asociados a los cacicazgos taínos de toda la zona oriental de Puerto Rico y a los caribes de las Antillas Menores.

En los terrenos de la otrora Base Naval Roosevelt Roads también se han identificado yacimientos con materiales domésticos o industriales relacionados con las operaciones de las haciendas y plantaciones de agricultores criollos asociados a la actividad cañera de alto rendimiento económico de los Siglos 18 y 19 y de las grandes centrales azucareras de capital estadounidense de principios de Siglo 20. Además, estos terrenos fueron objeto de ocupación militar desde la década de 1940 y albergan una variedad de edificaciones militares, algunas construidas durante la Segunda Guerra Mundial, que han sido catalogadas como de alto valor histórico y arquitectónico (DON, 1999b).

Las primeras investigaciones arqueológicas en los terrenos de Ceiba y Naguabo fueron realizadas en la década de 1880 por Alphonse Pinart cuando reportó unos petroglifos indígenas ubicados en un conjunto de rocas al margen del bosque de mangle de Ensenada Honda, justo en la entrada de un canal conocido como el Caño de los Indios.

Luego, en la década de 1930, Irving Rouse llevó a cabo extensas investigaciones arqueológicas en seis sitios pre-colombinos al suroeste de Ensenada Honda, aledaños al Caño de los Indios (nombrados Ceiba 1, Ceiba 2, Ceiba 3, Ceiba 4, Ceiba 5 y Ceiba 6) (Rouse, 1952). En aquel entonces, estos asentamientos arqueológicos se encontraban separados en varios pequeños islotes separados por bosque de mangle y el Caño de los Indios. Este caño fue rellenado por la Marina para la década de 1960 con material de los trabajos de dragado de Ensenada Honda (DON, 1987). Entre los principales yacimientos que Rouse encontró en esta zona, fueron varios conjuntos de petroglifos, uno de los cuales tenía una cara humana con seis líneas que se proyectaban desde la barbilla hacia abajo.

Para el año 1977, el arqueólogo Michael E. Woods también llevó a cabo investigaciones independientes en los terrenos de la antigua base naval (Woods, 1977). Woods encontró un nuevo sitio arqueológico en una pequeña colina de terrenos firmes al sur del Caño de los Indios (nombrado Ceiba 9), que incluía depósitos de cerámicas precolombinas. Woods también documentó un segundo sitio arqueológico donde encontró cerámicas pre-colombinas (nombrado Ceiba 11), cercano al área donde Rouse había excavado los sitios Ceiba 5 y Ceiba 6.

Para la década de 1980, la Marina contrató los servicios profesionales de diversas compañías e individuos para realizar inventarios de reconocimiento arqueológico en lugares donde proponía proyectos de construcción o demolición (Miguel Rodríguez



López, 1981; Ecology and Environment, 1983; Tronolone y Cinquino, 1984; y DON, 1985). El estudio de Tronolone y Cinquino (1984), estableció que aproximadamente un 61% de la antigua base naval contenía terrenos arqueológicamente sensitivos.

Para 1985, la Marina desarrolló un Plan de Manejo de Recursos Culturales para la Base Naval Roosevelt Roads, que también cubría otras áreas fuera de la base como los terrenos de almacenamiento y prácticas navales en la Isla de Vieques (*Cultural Resources Management Plan for Naval Station Roosevelt Roads, the Atlantic Fleet Training Facility, and the Vieques Naval Reservation*) (DON, 1985). El modelo de predicción de este Plan concluyó que en los terrenos de la antigua base naval existe una alta probabilidad de encontrar presencia de sitios arqueológicos del periodo cerámico. A su vez, establecía que futuras investigaciones arqueológicas probablemente reflejen un aumento en las poblaciones pre-históricas y una mayor variedad de tamaños y funciones de los yacimientos del Complejo Cultural Arcaico, que precedía al periodo cerámico. En cuanto a los yacimientos arqueológicos del periodo posterior a la conquista española, el estudio establece que los mismos no estarían concentrados en un mismo lugar, y consistirían de materiales domésticos o industriales relacionados con las operaciones de las haciendas, plantaciones o centrales azucareras de la zona (especialmente aquellas relacionadas con el segundo auge de la industria azucarera en Puerto Rico a finales de Siglo 18 y principios de Siglo 19 (aprox. 1780-1840)).

Durante la década de 1990, la Marina llevó a cabo un sinnúmero de inventarios y planes arqueológicos en toda la base (DON, 1997; DON, 1999a). Como parte de estos estudios, se estudió más del 25% de la ABNRR, lo que resultó en la identificación de un total de 27 yacimientos arqueológicos (DON, 1997; DON, 2005b). Estos inventarios también concluyeron que existe una poca probabilidad de encontrar sitios arqueológicos en las áreas ya impactadas por construcciones, rellenos o desarrollos.

Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la base desde el año 2004, la Marina contrató servicios profesionales para realizar inventarios de reconocimiento arqueológicos adicionales en las aproximadas 81 cuerdas de la ABNRR que habían sido identificadas como terrenos relativamente sin perturbar y con un potencial entre moderado y alto de contener recursos arqueológicos (DON, 2005f; DON, 2006b). Estos estudios identificaron la presencia de 4 yacimientos adicionales. Para el año 2009, todavía existían estudios arqueológicos en curso, tal como la evaluación de significancia de ocho sitios arqueológicos a través de la antigua base naval y una

evaluación arqueológica de tres sitios en Punta Medio Mundo (Southeastern Archaeological Research, Inc., 2008b).<sup>1</sup>

En total, estos estudios han identificado 31 yacimientos arqueológicos en la antigua base naval, de los cuales 19 fueron clasificados como elegibles y 3 fueron clasificados como potencialmente elegibles para incluirse en el Registro Nacional de Lugares Históricos, según los criterios de la Ley Nacional de Conservación Histórica (*National Historic Preservation Act*) (CSA, 2008). Estas investigaciones también determinaron que el resto de los yacimientos (9) no eran elegibles para incluirse en el Registro Nacional.

La mayoría de los predios arqueológicos elegibles al Registro Nacional de Lugares Históricos se ubican dentro de las Áreas de Conservación del ANPMMD. En la escritura de transferencia de título firmada el 7 de febrero de 2008 entre el Servicio Nacional de Parques del Departamento del Interior de los EUA y el DRNA, el Departamento se comprometió a cumplir con todas las provisiones de la Ley Nacional de Conservación Histórica relacionadas con la protección de propiedades históricas y culturales. Además, el DRNA aseguró:

- que sus planes de desarrollo evitarán impactar sitios arqueológicos identificados en las evaluaciones de recursos culturales de la antigua base naval;
- que antes de efectuar cualquier tipo de alteración o construcción en las Áreas de Conservación, consultará con el ELAPR (en este caso, con el Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico del Instituto de Cultura Puertorriqueña) y la Oficina Estatal de Conservación Histórica (*State Historic Preservation Office* [SHPO, por sus siglas en inglés]); y
- que durante la ejecución de actividades de construcción estará pendiente de identificar nuevos artefactos arqueológicos y tomará las acciones apropiadas de llegar a descubrir artefactos arqueológicos.

En esta escritura, el DRNA también reconoce que existe un Acuerdo de Entendimiento (*Memorandum of Agreement*) entre la Marina y el SHPO de Puerto Rico con fecha del 23 de enero del 2007, con el cual concurrió el 7 de febrero de 2007 por medio de la firma del Secretario.<sup>2</sup> Este acuerdo estipula las responsabilidades del DRNA para la

---

<sup>1</sup> Mark Davidson, Co-Director de la Marina, Información Presentada en la Reunión de la Junta Consejera de Restauración (RAB) de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads, 13 de mayo de 2009. Ceiba, Puerto Rico.

<sup>2</sup> Según el Acuerdo de Entendimiento, la fecha de vencimiento del mismo es el 30 de septiembre de 2009, cuando todos los Planes de Recuperación de Datos (*Data Recovery Plans*) deben estar completados por la Marina.

protección de los siguientes sitios arqueológicos en coordinación con SHPO: Ceiba 2, Ceiba 4, RR 1, RR 3, RR 4, RR 5, RR 6, RR 7, RR 8, RR 16, RR 17, RR 20 y GMI 3.<sup>3</sup>

Tanto en el Acuerdo de Entendimiento entre la Marina y SHPO, como en la escritura de transferencia de titularidad al DRNA, se identifican 13 sitios arqueológicos que serán de la responsabilidad del Departamento. Sin embargo, resulta importante aclarar que se lista el sitio arqueológico GMI 3 entre los 13 sitios a custodiar. El sitio GMI 3 está ubicado en la parcela #33 del Plan de Reuso de la ABNRR, a la cual la Marina le pasó la titularidad a la Autoridad de Puertos de Puerto Rico para operar un aeropuerto regional mediante una transferencia de uso de beneficio público (*public benefit conveyance*). Entendemos que la inclusión del sitio arqueológico GMI 3 dentro de los yacimientos arqueológicos para custodiar en las Áreas de Conservación se debe a un posible error.

Por consiguiente, el ANPMMD alberga un total de 12 sitios arqueológicos. La mayor concentración o densidad de sitios arqueológicos se encuentra en la parte sureste del bosque de mangle y el bosque seco de Ensenada Honda, al igual que al este de la desembocadura del Río Dagüao, el noroeste del humedal de Los Machos y el litoral costero de Isla Piñeros (Ver Figura 2.21).

La Tabla 2.15 detalla la ubicación general de cada sitio arqueológico (utilizando como referencia el número del Área de Conservación), el nombre del sitio arqueológico, el periodo histórico que representa el yacimiento y el estado actual de conservación o las acciones futuras para el yacimiento que recomienda la Marina y SHPO, según su Acuerdo de Entendimiento del 2007. A su vez, la Tabla 2.16 detalla información similar para los sitios arqueológicos adyacentes al ANPMMD. Aunque estos sitios arqueológicos no están bajo la custodia del DRNA o del Fideicomiso, es importante que ambas entidades aseguren su integridad y conservación ya que los mismos pueden estar íntimamente relacionados con los yacimientos dentro de las Áreas de Conservación.

---

<sup>3</sup> El artículo 9 de la escritura de transferencia lee de la siguiente manera: “*Grantee shall be on the lookout for archeological artifacts during its construction activities and shall take appropriate action should any artifacts be discovered. Grantee shall comply with the provisions of 36 C.F.R. Part 800, regarding protection of historic and cultural properties. Grantee’s development plans shall avoid sites identified by a Cultural Resources Assessment of the Property, and, prior to any alteration or construction on the Property, Grantee shall consult with the Commonwealth of Puerto Rico and its State Historic Preservation Officer (SHPO). Grantee acknowledges that a Memorandum of Agreement (MOA) between the United States Navy and the Puerto Rico SHPO concerning the disposal of the Property was executed on January 23, 2007 and Grantee formally concurred with the MOA on February 7, 2007. Grantee agrees that the U.S. Navy has provided the Grantee with a copy of the MOA, details of the archeological sites Ceiba 2, Ceiba 4, RR-1, RR-3, RR-4, RR-5, RR-6, RR-7, RR-8, RR-16, RR-17, RR-20, GMI-3 and responsibilities for the protection of these resources in consultation with the SHPO*”.

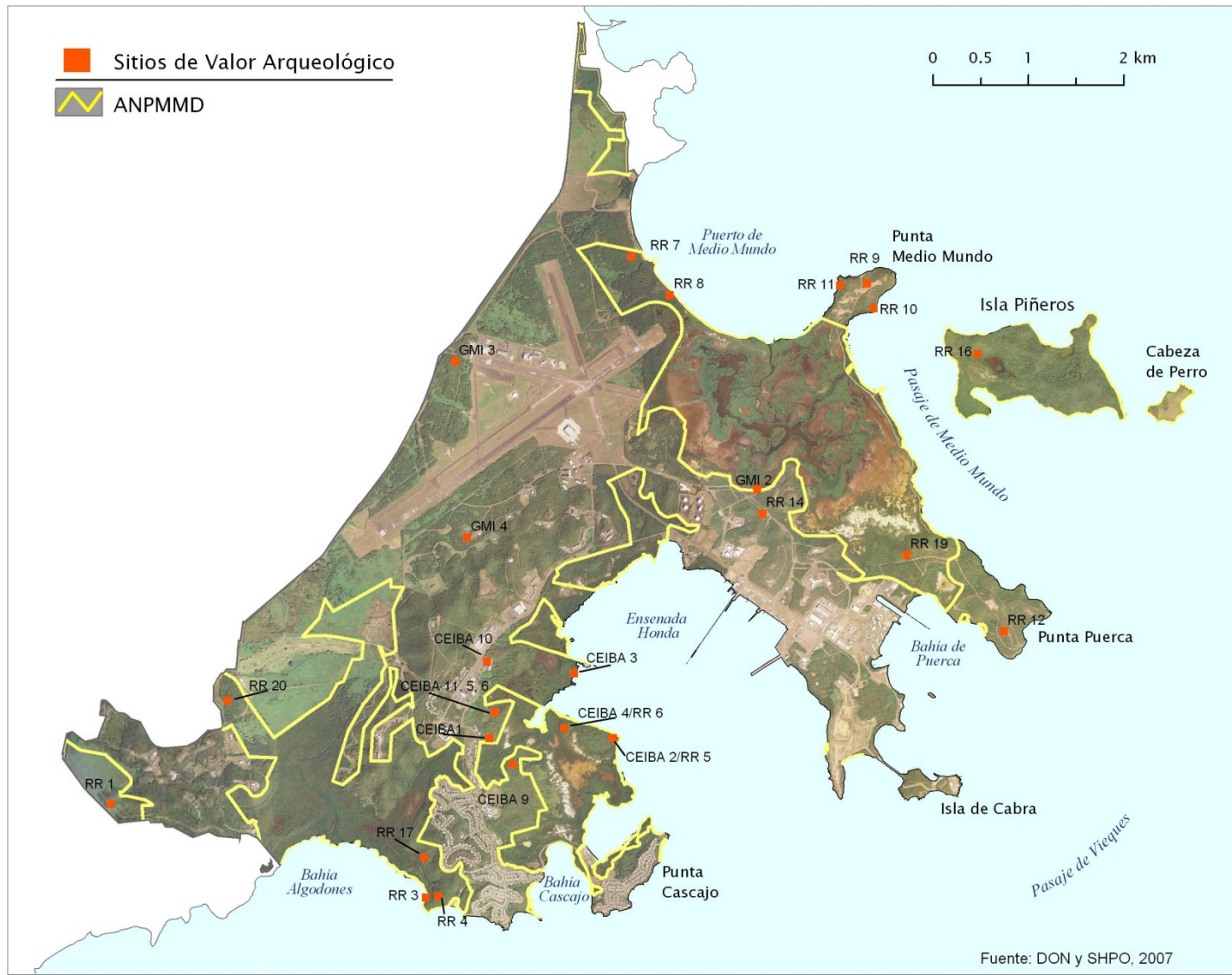
Los yacimientos arqueológicos, tanto dentro como fuera del ANPMMD, podrían estar expuestos a diversas amenazas e impactos, tales como perturbaciones naturales, abandono, saqueo y actividades de construcción que resulten en su destrucción, erosión y sedimentación. Para asegurar la integridad y las futuras oportunidades de investigación de estos sitios arqueológicos, este Plan de Manejo requiere integrar el manejo de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD dentro de sus programas y estrategias de manejo.

Por último, es importante indicar que, según el Memorando de Entendimiento entre la Marina y SHPO, actualmente no existe un repositorio para materiales arqueológicos en Puerto Rico que cumpla con los estándares federales de la sección 36 C.F.R. 79 de la Ley Nacional para Preservación Histórica. Por esta razón, todas las colecciones de materiales arqueológicos que han sido investigadas por más de dos décadas (1980s al presente) dentro de la antigua base naval han sido transportadas fuera de Puerto Rico a facilidades de curación arqueológica en los Estados Unidos, específicamente en los estados de Maryland y Florida.<sup>4</sup> El Plan de Manejo debe incluir acciones estratégicas para estudiar la viabilidad de volver a traer a Puerto Rico estas piezas arqueológicas para el beneficio de los esfuerzos de investigación histórica, educación e interpretación del ANPMMD y de los municipios de Ceiba y Naguabo.

---

<sup>4</sup> Según la Marina, no existe evidencia de las piezas arqueológicas originales de las investigaciones efectuadas en la década de 1930 (David Criswell, Deputy Base Closure Manager, US Navy BRAC, Presentación “Seguimiento sobre las Investigaciones Arqueológicas”, Reunión de la Junta Consejera para la Restauración (RAB) de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads, 18 de marzo de 2009)

**FIGURA 2.21**  
**UBICACIÓN DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DENTRO DEL ANPMMD**  
 (Fuente: DON y SHPO, 2007)



**TABLA 2.15**  
**DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DENTRO DEL ANPMMD**  
(Fuente: DON y SHPO, 2007)

Número de Área de Conservación	Sitio Arqueológico	Periodo/Tipo de Sitio	Estado de Conservación y Recomendaciones (Según Acuerdo de Entendimiento, 2007)
1	RR 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> <li>• Español colonial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le hicieron pruebas en agosto 04.</li> <li>• Determinado elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
5	RR 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petroglifo Pre-Colombino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
	RR 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-Colombina (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinado elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
	RR 17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le hicieron pruebas en agosto 04.</li> <li>• Determinado elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
	RR 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> <li>• Español Colonial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
13	Ceiba 2 / RR 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santa Elena Pre-colombino (400-800 AD)</li> <li>• Cuevas Monserrate Tardío (1200-1500 AD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinado elegible al Registro Nacional.</li> <li>• El paquete de nominación se preparó, pero no ha sido listado.</li> </ul>
	Ceiba 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petroglifo pre-colombino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinado elegible al Registro Nacional.</li> <li>• El paquete de nominación se preparó, pero no ha sido listado.</li> </ul>
	RR 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colonial Español</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
39	RR 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> <li>• Colonial Español</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
	RR 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
67	RR 16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica Pre-colombina (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>

**TABLA 2.16**  
**DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS ADYACENTES AL ANPMMD**

(Fuente: DON y SHPO, 2007; Southeastern Archaeological Research, Inc., 2008a)

Número de Parcela	Cercano a Área de Conservación	Sitio Arqueológico	Tipo/Periodo del Sitio	Estado de Conservación y Recomendaciones (Según Acuerdo de Entendimiento, 2007)
14	13	Ceiba 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuevas Pre-Colombino (350-600 AD)</li> <li>Ostionoides (700-1200 AD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio relocalizado durante inspección de reconocimiento en agosto 2004, donde se confirmó que el yacimiento retiene su integridad.</li> <li>Sitio es elegible al Registro Nacional.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
16	13	Ceiba 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pre-Cerámico / Pre-Colombino (Pre-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se completó una inspección de reconocimiento en agosto 2004, donde no se pudo confirmar los límites del yacimiento.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
		Ceiba 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asentamiento pre-colombino Santa Elena (800-1200 AD)</li> <li>Esperanza (1200-1500 AD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se completó una inspección de reconocimiento en agosto 2004, donde no se pudo confirmar los límites del yacimiento.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
		Ceiba 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asentamiento pre-colombino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se completó una inspección de reconocimiento en agosto 2004, donde no se pudo confirmar los límites del yacimiento.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
		Ceiba 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerámico Pre-colombino (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se completó una inspección de reconocimiento en agosto 2004, donde no se pudo confirmar los límites del yacimiento.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>

Número de Parcela	Cercano a Área de Conservación	Sitio Arqueológico	Tipo/Periodo del Sitio	Estado de Conservación y Recomendaciones (Según Acuerdo de Entendimiento, 2007)
25	13 y 26	Ceiba 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petroglifo Pre-Colombino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado elegible al Registro Nacional.</li> <li>El paquete de nominación se preparó, pero no ha sido listado.</li> <li>Requiere un Plan de Manejo Arqueológico.</li> </ul>
		Ceiba 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerámico Pre-colombino (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de Recuperación de Datos en 1988.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
33	39	GMI 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Histórico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encontrado durante un inventario en agosto 2004.</li> <li>Elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> </ul>
38	39	RR 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerámico Pre-colombino (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado potencialmente elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
		RR 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerámico Pre-colombino (Post-400 AC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado potencialmente elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
		RR 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colonial Español</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado potencialmente elegible al Registro Nacional.</li> </ul>
40	39	RR 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>Santa Elena (800-1200 AD)</li> <li>Esperanza (1200-1524 AD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado elegible al Registro Nacional.</li> <li>Se recomienda recuperación de datos.</li> </ul>
		GMI 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elena Ostionide con posibilidades de Salaloide Tardío (Cuevas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinado potencialmente elegible al Registro Nacional.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>
64	65, 66 y 39	RR 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petroglifo pre-colombino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A ser tratado como elegible al Registro Nacional para propósitos de consultas de la Sección 106.</li> <li>Se recomienda Evaluación Arqueológica adicional.</li> </ul>



### 2.3.3 VALOR RECREATIVO

Las actividades recreativas son una base fundamental para fomentar el conocimiento cultural e histórico de un país. Fortalecen la integración de los individuos en la sociedad, la convivencia familiar y el desarrollo de valores y actitudes. “La recreación es un derecho y una necesidad de los seres humanos, reconocido así en la carta de Derechos de la Humanidad” (Compañía de Parques Nacionales [CPN] y Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable [CEDES], 2005, según citado en DRNA y JP, 2008)

Según datos del Plan Estatal de Recreación al Aire Libre (SCORP, por sus siglas en inglés) preparado por la Compañía de Parques Nacionales para el período entre los años 2008 al 2013, el 89.8% de los entrevistados opinaba que participar en actividades de recreación al aire libre era muy importante para ellos. Esto representa un incremento de 5.8% con relación al total para esta categoría en el SCORP del 2003 al 2007. Las encuestas del SCORP revelaron otros datos significativos. En Puerto Rico las facilidades relacionadas a actividades al aire libre con mayor demanda incluyen: veredas para caminar (60.1%), áreas de parques con árboles y vegetación (57.4%); y veredas para bicicletas (55.2%). En el análisis para la región noreste, que cubre los municipios desde Loíza hasta Ceiba (incluyendo las islas de Vieques y Culebra), caminar por el vecindario, observar la naturaleza y nadar en la playa son algunas de las actividades al aire libre que los residentes practican con mayor frecuencia (National Parks Company, 2008).



En el ANPMMD las actividades recreativas actuales están principalmente ligadas a sus recursos acuáticos y marinos. Las áreas más frecuentadas son las playas Los Machos y los Pinos; y los canales del bosque de mangle Los Machos cuyo uso principal es la pesca recreativa y comercial. A continuación, se presenta una lista de las actividades recreativas que se realizan en el ANPMMD y los terrenos aledaños de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (ABNRR). La mayoría de estas actividades fueron identificadas por residentes de la región de Ceiba y Naguabo durante los ejercicios de planificación participativa.

Los usos clasificados como compatibles son actividades que no presentan una amenaza a las comunidades naturales del ANPMMD cuando se llevan a cabo de manera responsable, con un manejo apropiado de los recursos y estableciendo capacidades de carga. Los usos incompatibles podrían representar un impacto

negativo sobre los recursos del área natural protegida y se recomienda su reglamentación mediante diversas medidas de control y mitigación.

USOS COMPATIBLES	USOS INCOMPATIBLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natación (baños de mar y de sol)</li> <li>• Buceo</li> <li>• Buceo libre (<i>Snorkeling</i>)</li> <li>• Pesca recreativa</li> <li>• Acampar</li> <li>• Excursiones en Kayak</li> <li>• Paseos o caminatas por el litoral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de motoras acuáticas</li> <li>• Uso de lanchas de motor</li> </ul>

En la actualidad el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico realiza recorridos interpretativos en el bosque de mangle Los Machos y el paseo tablado hacia Bahía Algodones (*Manatee Bay*) con propósitos recreativos y educativos. Algunas de las actividades en estos recorridos incluyen: la observación de aves y organismos asociados a la costa, entre el que destaca el manatí antillano; la identificación de flora; la descripción de los aspectos geomorfológicos del área; y los recogidos de basura en las playas Los Machos y Los Pinos.



Existen un sinnúmero de actividades educativas y recreativas con gran potencial de desarrollo en los terrenos del ANPMMD, tales como:

- **Rutas para ciclistas** - que ofrezcan la oportunidad de apreciar de cerca las distintas bellezas naturales del ANPMMD, al mismo tiempo que se fomenta el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte y de recreación sana en la isla.
- **Veredas interpretativas** - identificar lugares donde se puedan construir veredas interpretativas con paseos tablados y torres para la observación de aves y otras especies en los distintos ecosistemas del ANPMMD.
- **Veredas acuáticas** – que ofrezcan la oportunidad de observar de cerca los organismos que habitan en las raíces sumergidas de los manglares y de conocer los sistemas de arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas.
- **Encuentros con la Naturaleza** - Desarrollar nuevos ofrecimientos de Encuentros con la Naturaleza del Programa de Amigos del Fideicomiso.

### 2.3.4 VALOR PESQUERO

Durante los más de 60 años de operación de la ABNRR, las prácticas de pesca comercial y recreativa estuvieron prohibidas y/o limitadas en las aguas marinas que bordeaban el litoral costero de la antigua base naval. De hecho, al presente, las cartas náuticas que publica el *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, por sus siglas en inglés) para el área de Puerto Rico establecen que todas las aguas marinas adyacentes a los terrenos de la antigua base naval son un “Área Restringida” (“Restricted Area”). Según el documento *Coast Pilot 5* de la NOAA, un Área Restringida es un área de agua definida con el propósito de prohibir o limitar el acceso al área para proveerle seguridad a la propiedad gubernamental y/o proteger al público de riesgos a daños o heridas por el uso gubernamental de esa área.<sup>5</sup>

El Área Restringida que bordea la antigua base naval también incluye aguas del Pasaje de Vieques y del Océano Atlántico al este de Puerto Rico y aguas al este y oeste de la Isla de Vieques que formaban parte de las reservas militares de la Marina de los EUA. El Área Restringida en las aguas marinas adyacentes a la antigua base naval se extiende en una franja de 1,500 yardas (1,371 metros o 4,500 pies) desde el litoral costero de la antigua base, comenzando al norte por Punta Figueras hacia Punta Puerca y continuando hacia el sur de Punta Cascajo hasta la desembocadura del Río Dagüao. También incluye un área en forma de arco con un radio de 3,000 yardas (2,743 metros y 9,000 pies) centrado en lo que fue el Faro de Isla de Cabras, al noreste de Ensenada Honda.

Según la reglamentación para la navegación (bajo la sección §334.1480 del *Coast Pilot 5*), ninguna persona o embarcación puede entrar o permanecer dentro de esta Área Restringida en ningún momento, a menos que se encuentre en gestiones oficiales. Se permite el anclaje de embarcaciones de pesca en Playa Blanca, pasando por el Área Restringida hacia y desde al punto de anclaje en un curso norte-sur si las condiciones de navegación lo permiten. Bajo ninguna circunstancia, se permitirá la natación, el buceo, el buceo de orilla (*snorkeling*), la pesca y otras actividades relacionadas con el agua en el Área Restringida.” Esta reglamentación será implantada por el oficial Comandante de las facilidades de la Base Naval Roosevelt Roads (*Atlantic Fleet Range Support Facility*) (NOAA, 2009).<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Según el documento en inglés: “*Restricted area. A defined water area for the purpose of prohibiting or limiting public access to the area. Restricted areas generally provide security for Government property and/or protection to the public from the risks of damage or injury arising from the Government’s use of that area*”.

<sup>6</sup> Según el documento en inglés: “*The regulations. No person or vessel shall enter or remain within the restricted areas at any time unless on official business. Fishing vessels are permitted to anchor in Playa Blanca, passing through the restricted area described in paragraph (a)(1) of this section, to and from anchorage on as near a north-south course as sailing conditions permit. Under no conditions will*

Aunque estas restricciones en la navegación en las aguas del litoral costero de la antigua base naval y su Área Restringida existían y existen al día de hoy, la pesca comercial y recreativa se practica a una pequeña escala tanto en las aguas dentro como adyacentes al Área Restringida, como en los terrenos dentro de la antigua base naval para la pesca de jueyes. En el futuro, se vislumbra que los terrenos de la antigua base naval se re-desarrollen como un gran destino del turismo náutico; por lo que se cambiará la delimitación de Área Restringida. Con estos cambios futuros, se espera un aumento en el uso y la importancia, al igual que en los impactos, de la pesca comercial y recreativa en toda esta zona costera.

### **Pesca Comercial**

De acuerdo al Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico:

“La pesca en Puerto Rico es de tipo artesanal con una captura de 1.34 millones de libras en el año 2006. Según el Departamento de Agricultura, el pescado y los mariscos que se consumen en el País son mayormente importados. Las aguas territoriales sólo proporcionan un 10% de la cantidad de pescado y mariscos que se consumen en Puerto Rico (Cruz, 2003). De acuerdo con las estadísticas del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras (DRNA), las reducciones en desembarcos (cantidad de peces y mariscos que cada pescador lleva a puerto) han sido drásticas. En los últimos veinticinco años, se ha reportado una disminución de 44% en los mismos.

La abundancia y el tamaño de algunas especies importantes para la industria han decrecido. Las pesquerías de arrecifes de coral, en particular, han mermado drásticamente durante las últimas décadas y muestran los signos típicos de la sobrepesca: la reducción del desembarco total de peces en el puerto, la disminución de la captura por unidad de esfuerzo, el cambio a peces más pequeños, y el fracaso en el reclutamiento (Matos-Caraballo, 2004). Otros factores que contribuyen a la disminución de poblaciones pesqueras han sido la falta de cumplimiento con los reglamentos, la falta de reservas marinas, la pérdida de hábitáculos costeros y marinos esenciales como los manglares, las praderas de hierbas marinas y los arrecifes de coral” (DRNA, 2008, p. 258).<sup>7</sup>

---

*swimming, diving, snorkeling other water related activities or fishing, be permitted in the restricted area. Anchoring in the restricted areas is prohibited with the exception of U.S. Government owned vessels and private vessels that have been specifically authorized to do so by the Commanding Officer, Atlantic Fleet Range Support Facility. The regulations in this paragraph shall be enforced by the Commanding Officer, Atlantic Fleet Range Support Facility, Roosevelt Roads, P.R., and such agencies as he may designate”.*

<sup>7</sup> De acuerdo a este documento, también existen otros factores que explican la merma en la captura reportada: “Según Matos (2007), la aprobación del Reglamento de Pesca de 2004, Reglamento 6768,

En el caso específico de los Municipios de Ceiba y Naguabo, el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA ha reportado unas reducciones de más de 85% en el total de desembarcos entre los años 2001 a 2006. Para el Municipio de Ceiba, el desembarco total se redujo de 139,000 libras en el año 2001 a 15,930 libras en el año 2006; y en el caso del Municipio de Naguabo, el desembarco total se redujo de 178,000 libras en el año 2001 a 18,756 libras en el año 2006 (Ver Tabla 2.17).<sup>8</sup>

**TABLA 2.17**  
**PESCA REPORTADA PARA LOS MUNICIPIOS COSTEROS ENTRE 2001 Y 2006**

Fuente: Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA, *Landings Reported by Municipality and By Coast in Puerto Rico (2001-2006)*

Municipio	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Libras	Peso por Libra	Libras	Peso por Libra	Libras	Peso por Libra	Libras	Peso por Libra	Libras	Peso por Libra	Libras	Peso por Libra
Total PR	3,559,024	2.27	3,272,812	1.93	2,388,761	1.84	1,864,680	2.0	1,569,035	2.0	1,338,924	2.4
Costa Norte	569,893	2.14	407,614	1.97	284,444	1.75	168,048	1.7	117,990	1.7	62,121	2.1
Costa Oeste	999,502	2.14	972,144	1.67	889,237	1.65	860,621	1.8	844,282	1.8	736,240	2.0
Costa Sur	1,040,871	2.43	1,030,570	1.99	750,457	1.90	479,828	2.1	368,923	2.1	346,389	2.8
Costa Este	948,758	2.37	862,484	2.06	464,623	2.07	356,183	2.2	237,840	2.2	194,174	2.5
Ceiba	139,000	2.42	67,367	1.99	51,836	1.94	43,386	1.9	25,086	1.9	15,930	1.9
Naguabo	178,003	2.53	119,255	2.20	83,516	2.04	66,529	2.5	44,422	2.5	18,756	2.5

Según el censo de pesca realizado por el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA en el año 2002, los pescadores de Puerto Rico indicaron que explotaban, al menos, dos lugares de pesca, debido a que capturan múltiples especies utilizando diversos métodos. El 17% de los pescadores lo hace de orilla, el 83% pesca en la plataforma insular, el 19% en el borde de la plataforma y el 48% lo hace en las aguas

generó la percepción entre los pescadores de que el mismo tendría el efecto de eliminar la pesca comercial. Esto llevó a que algunos pescadores no reportaran información sobre la captura al DRNA. Otros factores fueron el aumento en la gasolina en la primavera de 2005- ya que aproximadamente el 90% de los pescadores utilizan este tipo de combustible en sus embarcaciones- y la implantación del impuesto sobre ventas y usos, en octubre de 2006. Este último evento ocasionó que algunos pescadores se retiraran y que otros no tramitaran su licencia, convirtiéndose en pescadores ilegales.”

<sup>8</sup> Tal como mencionamos anteriormente, estas reducciones en los datos sobre desembarcos también pueden estar relacionadas con un boicot de los pescadores puertorriqueños al proceso de recolección de datos sobre desembarcos en oposición al desarrollo y la implantación de la nueva reglamentación de pesca por el DRNA (Griffith, et al., 2007). Esta situación amenaza el proceso de manejo de pesquerías en Puerto Rico y distancia la comunicación entre los administradores del recurso y los usuarios; ya que este tipo de censo es un componente esencial del manejo de las especies. Por esta razón, es importante que los oficiales gubernamentales, los investigadores y los agentes de extensión hagan un esfuerzo por explicar la importancia de proveer los datos de desembarcos, al igual que facilitar los procesos de recolección de datos y entablar un diálogo para mejorar y fortalecer los procesos de reglamentación de la pesca en Puerto Rico (Griffith, et al., 2007).

oceánicas. Los pescadores indicaron que el 87% de su pesca son especies de arrecifes (incluyendo langostas y carruchos), el 36% peces pelágicos, el 37% pescaba chillos de aguas profundas y el 56% pesca carnada.

Este censo auscultó, además, la percepción de los pescadores sobre la situación de la pesca. El 67% de los pescadores entiende que está peor que en el pasado debido, principalmente, a la contaminación (50%), la destrucción del hábitat (28%) y la sobrepesca (22%).

El valor actual de la actividad pesquera comercial, tanto en Ceiba como en Naguabo, se relaciona a tres aspectos: como proveedor de productos del mar a la dieta alimentaria de sus residentes y visitantes; como fuente de empleo principal o secundario; y como proveedor de materia prima para el desarrollo de pequeñas empresas (restaurantes, kioskos, etc.).

De acuerdo con el censo realizado por el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA, al año 2002, en Ceiba existían un total de 15 pescadores (3 a tiempo completo y 12 a tiempo parcial) con edad promedio de 53 años y en Naguabo existían un total 30 pescadores (17 a tiempo completo y 17 a tiempo parcial) con edad promedio de 56 años (DRNA, 2004).

La actividad pesquera en el Municipio de Ceiba cuenta con dos asociaciones de pescadores, conocidas como la Asociación de Pescadores de Playa Los Machos y la Asociación de Pescadores de Playa Punta Figueras; aunque esta última se relaciona más con el Municipio de Fajardo debido a su cercanía y uso de la Bahía Demajagua que se ubica en este municipio.

- Asociación de Pescadores de Playa Los Machos: De acuerdo a un estudio de la NOAA sobre las condiciones históricas, culturales, económicas y sociales de varias comunidades pesqueras en Puerto Rico e Islas Vírgenes, los pescadores de la Asociación de Pescadores de Playa Los Machos revelan una comunidad pesquera vibrante que se mantiene activa mediante los lazos familiares (Griffith, et al., 2007). Según Griffith, et al. (2007), los pescadores de esta villa pesquera utilizan una gran variedad de artes de pesca, tales como trampas de peces y langostas, líneas, equipo de buceo, redes y el trasmallo; cambiando el uso de las mismas dependiendo de la disponibilidad de especies, el conocimiento sobre la salud del recurso y las reglamentaciones de pesca (tal como la veda del carrucho).

El conocimiento de los sustratos marinos es crítico para organizar sus estrategias de pesca y para evaluar la salud de los recursos marinos del área. Estos pescadores, al igual que los pescadores del Municipio de Fajardo, utilizan un área de pesca amplia de forma triangular que se extiende desde la punta oeste de Vieques hasta la punta oeste de Culebra y luego hasta el sector Las Croabas en Fajardo, asegurando que no utilizan la Reserva Marina del Canal Luis Peña en Culebra. De acuerdo a estos pescadores, cambian de lugar de pesca a través de esta área extensa de la misma forma en que los agricultores mueven sus cosechas de terreno en terreno para que el recurso pueda recuperarse. Los sustratos marinos que más utilizan son las praderas de yerbas marinas, donde pescan langostas (*Panulirus sp.*) y carruchos (*Strombus gigas*), y los arrecifes de coral, donde pescan diversas especies de arrecifes (tales como pargos (*Lutjanus sp.*), colirrubias (*Ocyurus chrysurus*) y loros o cotorros (*Sparisoma sp.*), entre otros). También pescan peces pelágicos como el dorado (*Corypharna hippurus*) y la sierra (*Scomberomorus cavalla*). Los pescadores que bucean entienden que los sustratos marinos se encuentran en buenas condiciones, aunque han reportado incidentes de contaminación y excesiva sedimentación en la zona. Estos pescadores indicaron que venden la mitad de sus desembarcos a la Asociación de Pescadores de Playa Los Machos, la cual se utiliza en las ventas del restaurante, y la otra mitad la utilizan para varios propósitos, tales como la venta a clientes específicos o para su consumo personal o de sus amigos y vecinos (Griffith, et al., 2007).

- Asociación de Pescadores de Playa Punta Figueras: Los pescadores de la Asociación de Pescadores de Playa Punta Figueras llevan más de 23 años exigiendo el libre acceso costero a través de la Marina Puerto del Rey en Fajardo, debido a que la construcción de esta marina ocupó lo que había sido el camino tradicional mediante el cual los pescadores de la Playa de Punta Figueras llegaban al mar. Cuando la Junta de Planificación aprobó la Consulta de Ubicación de esta marina en mayo de 1983, estableció que la Marina Puerto del Rey debía, mediante escritura pública y previo a su desarrollo, dedicar a uso público una servidumbre de acceso a la costa, estacionamientos, espacios de atracaderos para botes y un muelle público para el uso de los pescadores.

Debido a que el acceso público a los pescadores ha permanecido cerrado, la Asociación de Pescadores de Playa Punta Figueras presentó una demanda en 1996 ante el Tribunal de Primera Instancia, el cual falló a su favor, ordenándole a la Marina que otorgara mediante Escritura Pública la dedicación a uso público del Muelle núm. sesenta y cinco (65) y facilidades accesorias, estipulando que no se incluyera “bajo ningún concepto, condiciones o cláusulas que impida el

uso y disfrute del público y los pescadores del sector al área de muelle público.” En el año 2000, la Marina Puerto del Rey recurrió ante el Tribunal del Circuito de Apelaciones, el cual revocó en noviembre de ese año la sentencia sumaria del Tribunal de Primera Instancia. La Asociación de Pescadores luego recurrió al Tribunal Supremo en el 2001, el cual revocó al Tribunal del Circuito de Apelaciones y devolvió al Tribunal de Primera Instancia de Fajardo a los fines de concluir los trámites ulteriores de esta decisión. Este último tribunal, no ha emitido una decisión final sobre el caso; por lo que según indican los pescadores, todavía siguen sin un acceso cómodo y sin obstáculos hacia el mar.

La actividad pesquera en el Municipio de Naguabo cuenta con cuatro villas pesqueras (Municipio de Naguabo, 2001) y los datos de desembarco muestran que este municipio ha sido un centro importante de desembarcos en el pasado (Griffith, et al., 2007). Tres de las villas pesqueras del Municipio de Naguabo están localizadas en el Barrio Húcares en la Playa de Naguabo, sector que se ha desarrollado alrededor de la actividad pesquera. La otra villa pesquera operaba en el Sector El Corcho del Barrio Dagüao, adyacente al límite sur de la antigua base naval. Sin embargo, esta villa pesquera ha estado inoperante desde hace varios años. Los residentes de la comunidad de Dagüao han tratado de rescatar esta estructura para ofrecer actividades sociales, económicas y pesqueras en la misma, tales como la celebración anual del Festival del Manatí.

### **Pesca Recreativa**

Según datos del *Marine Recreational Fisheries Statistics (MRFS)* de la NOAA, en Puerto Rico habían cerca de 213,005 pescadores recreativos para el año 2006. Cerca del 10% de éstos eran pescadores que vienen a la Isla a participar, principalmente, en los cerca de 25 torneos de pesca que se celebran en el País.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico:

“La captura total de la pesca recreativa se redujo de 4,601,748 libras en el año 2000 a 1,261,000 libras en el año 2006. La captura global por unidad de esfuerzo se redujo en un promedio de 40% anualmente durante 2000 a 2005. Un análisis en las tendencias de la pesca recreativa llevado a cabo por Lilyestrom (2007) mostró que, en el año 2005, el total de viajes de pesca fue de 866,723. La mayoría de las excursiones de pesca recreativa eran llevadas a cabo por pescadores de anzuelo de la costa (58%). Entre 35-40% de estas excursiones se realizaron por embarcaciones privadas y el 1% se lleva a cabo



por botes de alquiler. Entre el 16%-21% de la captura eran peces de arrecife” (DRNA, 2008).

La pesca recreativa en Puerto Rico atrae participantes de numerosas y variadas profesiones, personas empleadas temporariamente, personas desempleadas y personas retiradas. Los esfuerzos de pesca recreativa son mayores durante los meses entre mayo y agosto y son menores entre los meses de noviembre y febrero.

Resulta interesante que un porcentaje pequeño de los usuarios de embarcaciones recreativas también practican la pesca recreativa. Entrevistas en las marinas y los clubes náuticos de Puerto Rico revelan que generalmente menos del 10% de las personas que utilizan las marinas y los clubes náuticos participan en la pesca recreativa frecuentemente. En algunos casos, las prácticas de la pesca recreativa era mucho menor; por ejemplo el administrador de la Marina Puerto Del Rey (la marina más grande de Puerto Rico, ubicada al norte de los terrenos de la ABNRR) estima que alrededor de 50 de los 1,200 usuarios de embarcaciones de esta marina pescan de forma recreativa, o menos del 5% (Griffith, et al., 2007). Por otra parte, en su estudio sobre los usuarios de embarcaciones recreativas que las transportan en remolque, Appeldoorn y Valdés Pizzini (1996) encontraron que solo el 13% de los usuarios encuestados (41 de 312 personas) practicaba la pesca recreativa.

En los terrenos de la antigua base naval, al igual que en el ANPMMD, se observa la práctica de la pesca recreativa en el muelle y en la playa de Los Machos, en los canales del bosque de mangle de Los Machos y en varios puntos y muelles alrededor de la bahía de Ensenada Honda. También se observa la práctica de la pesca recreativa en los terrenos adyacentes al sur de la antigua base en la playa El Corcho del Barrio Daguao del Municipio de Naguabo.

En conclusión, los recursos pesqueros de Puerto Rico muestran los signos clásicos de sobrepesca e impactos ambientales: reducción marcada en los desembarcos, disminución en la captura por unidad de esfuerzo, cambio significativo a una captura de peces de menor tamaño, cambio en la composición de especies desembarcadas, desaparición de las especies de mayor importancia y cambio en las artes de pesca tradicionales (JCA, 2004). Por eso es importante reconocer la importancia de los arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, manglares y estuarios, tales como los que se encuentran en el litoral costero del ANPMMD, en la renovación de los recursos pesqueros al servir de criadero para los individuos juveniles de especies importantes tanto para la pesca comercial como para la recreativa.

### 2.3.5 VALOR EDUCATIVO

La educación tiene como meta promover el desarrollo de la capacidad de tomar decisiones y resolver problemas en los individuos que harán contribuciones valiosas a la sociedad y al mundo. La educación ambiental es un proceso continuo de aprendizaje que evoluciona de acuerdo a las experiencias personales a través de la vida; y que persigue un cambio del comportamiento humano hacia el entorno natural que lo rodea (Heimlich, 2002).

Las áreas naturales protegidas, además de ser importantes recursos para la recreación, también son espacios de incalculable valor educativo y didáctico. En éstas se aprende de la riqueza de nuestra biodiversidad, de la importancia y los beneficios de los procesos ecológicos, de sus posibilidades económicas y de nuestra herencia histórica, natural y cultural (DRNA y JP, 2008)

El ANPMMD es un aula abierta que permite el desarrollo de un sinnúmero de actividades educativas. El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico ha comenzado a involucrar a la comunidad escolar de la región y aunar esfuerzos para capacitar a los maestros en temas de interés ecológico. Estos a su vez llevarán el conocimiento adquirido en esos talleres a sus estudiantes en sus aulas y el mensaje llegará de forma directa. De esta manera la semilla del conocimiento se dispersará más allá del salón de clases, sino que llegará hasta los hogares de cada uno de ellos. Con esto se propone crear una cadena de apoyo ecológico a la zona a través del conocimiento adquirido.

Actualmente se efectúan varias actividades educativas que involucran a maestros, líderes ambientales y ciudadanos particulares de Ceiba, Naguabo y sus pueblos limítrofes. En estas actividades también se han incluido a miembros del Programa de Amigos del Fideicomiso a través del ofrecimiento de Encuentros con la Naturaleza. Entre las actividades educativas principales que el Fideicomiso ha llevado a cabo, se incluyen:

- **Talleres para maestros y líderes comunitarios** – el FCPR ha desarrollado una serie de módulos que promueven la educación ambiental de contacto directo con el recurso natural. Estas guías proveen a los maestros y líderes comunitarios una diversidad de actividades y materiales que permiten al estudiante conocer conceptos relacionados a las funciones, valores y composición de una variedad de ecosistemas. Además promueven el pensamiento crítico a través de la presentación de estudios de caso. Algunos de estos talleres son:

- *Taller para la Conservación de los Humedales y la Chiriría del Caribe* – Fue diseñado por la Sociedad para la Conservación y el Estudio de las Aves del Caribe y tiene como tema principal la definición, descripción y medidas de conservación de los humedales y las especies asociadas a estos. Utiliza como especie simbólica la chiriría del Caribe (*Dendrocygna arborea*), especie de pato endémico a la plataforma del Caribe y que se encuentra amenazado por la pérdida de su hábitat.



- *Taller de la Cotorra Puertorriqueña y el Carso* – Se enfoca en la descripción de las formaciones cársticas de Puerto Rico y la importancia de su conservación y la de sus comunidades naturales en el éxito de subsistencia de las poblaciones de la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*).
- *Taller Conoce tu Naturaleza* – Introducción a los ecosistemas costeros de Puerto Rico. Durante el taller, se realizan una serie de actividades que integran los conceptos de interdependencia, biodiversidad y conservación, y se ofrece un recorrido por el litoral de la costa de la playa Los Machos.

- **Recogidos de basura en la playa** – Se ha concentrado en las playas de Los Machos y Los Pinos de Ceiba por ser las de mayor uso por las comunidades aledañas. Las limpiezas se llevan a cabo con grupos de interés, residentes, representantes del municipio y Amigos del FCPR.



- **Recorridos y charlas** – Presentación relacionada a la historia, visión y misión del FCPR y su rol en el ANPMMD. Puede incluir una visita a las áreas de conservación. Este programa comenzó en enero del 2008 y hasta diciembre del 2009 se han recibido 1,624 visitantes.

Existen otros grupos que de forma independiente también llevan a cabo actividades educativas en el ANPMMD:

- **Christmas Bird Count** - Anualmente la *National Audubon Society* organiza un censo de aves para la temporada migratoria durante el mes de diciembre en

distintas regiones de Puerto Rico, incluyendo los terrenos de la antigua base naval Roosevelt Roads.

- **Excursiones en kayak** – Organizadas por el Capítulo de Puerto Rico del Sierra Club, donde navegan los canales del bosque de mangle Los Machos en Ceiba o visitan la desembocadura del Río Dagüao y el Cayo Algodones en la Bahía Algodones de Naguabo.

### **2.3.6 VALOR PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

Los ecosistemas del ANPMMD constituyen espacios favorables para el desarrollo de investigaciones científicas relacionadas con las diferentes características de estos sistemas naturales, con las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción que habitan en ellos y con el potencial de restauración de los mismos, entre otros. A su vez, existe un alto potencial para desarrollar investigaciones sobre el valor histórico y arqueológico de estos terrenos (Ver Sección 2.3.2). A través de estas investigaciones pueden generarse trabajos conceptuales que provean información y recomendaciones útiles para diseñar, evaluar y orientar las futuras estrategias de manejo en el área natural protegida y sus terrenos adyacentes, así como en otras áreas de Puerto Rico y el trópico con características similares.

La Marina de los EUA ha sido propulsora de una gran cantidad de investigaciones científicas enfocadas en el manejo integrado tanto de los recursos terrestres, acuáticos, estuarinos y marinos de la base naval Roosevelt Roads, como de sus recursos arqueológicos, históricos y arquitectónicos. Esto, en cumplimiento con la ley federal Sikes (*Sikes Act – Public Law 86-797*) del 15 de septiembre de 1960, según enmendada, la cual establece que el Departamento de la Defensa de los EUA debe colaborar estrechamente con el Departamento del Interior de los EUA en la planificación, desarrollo y mantenimiento de los recursos de pesca y vida silvestre en todas las reservas militares a través de los Estados Unidos. La Ley *Sikes* fue enmendada el 18 de noviembre de 1997 para también ordenar que las reservas militares desarrollen e implanten un plan integral de manejo de recursos naturales.

Desde principios de la década de 1980, la Marina de los EUA comisionó el desarrollo de una cantidad considerable de investigaciones científicas relacionadas al manejo de los recursos naturales y las especies en peligro de extinción en el perímetro de la base Roosevelt Roads, al igual que el desarrollo de planes de manejo, inventarios de especies y actividades de monitoreo y restauración de hábitats. Desde el año 2004, la Marina además ha desarrollado un sinnúmero estudios relacionados con el proceso de

cierre y redesarrollo de la antigua base naval según los requerimientos de la Ley Federal sobre Realineamiento y Cierre de Bases de 1990 (*Base Realignment and Closure Act (BRAC)*), los cuales han incluido evaluaciones biológicas, evaluaciones ambientales, declaraciones de impacto ambiental e inventarios arqueológicos y arquitectónicos, entre otros. Todas estas investigaciones han servido y servirán de referencia en el desarrollo y la implantación de este Plan de Manejo para el ANPMMD, en particular como referencia al futuro Programa de Investigación Científica del área natural protegida.

Por otra parte, el ANPMMD también ha sido y es objeto de un número considerable de investigaciones científicas realizadas por diversas entidades fuera del Departamento de la Defensa de los EUA.<sup>9</sup> Estos estudios son tan sólo una muestra del gran valor que tiene el ANPMMD como recurso para la investigación científica. Entre las investigaciones científicas más importantes resaltan:

- 1. Proyecto Gap de Puerto Rico (*Puerto Rico Gap Analysis Project (PRGAP)*):**  
**Investigadores Principales:** William A. Gould y Sebastian Martinuzzi, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical  
**Status:** *En curso*

El Proyecto Gap de Puerto Rico (PRGAP), coordinado por el Servicio Forestal Federal y el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) en colaboración con el DRNA, *North Carolina State University* y el *U.S. National Gap Analysis Program*, constituye el esfuerzo más reciente de caracterización de los usos del suelo y los tipos de vegetación existentes en la Isla. Los análisis “gap”, o de claros, son un método basado en la identificación de aquellas áreas que carecen de políticas de conservación efectivas para la protección de biodiversidad, y que aseguren el mantenimiento de las especies existentes para las próximas décadas. El PRGAP es un proyecto a nivel estatal y cuenta con dos metas principales: (1) describir e identificar los principales hábitats asociados con patrones de alta diversidad de especies de vertebrados y el área que estos representan, y (2) analizar la proporción de estos hábitats que no se encuentran incluidos en la actual red de áreas protegidas. Se recomendara el establecimiento de nuevas reservas, o el cambio en el las practicas de manejo en aquellos hábitats que se consideren importantes y que se encuentren fuera de las áreas protegidas.

---

<sup>9</sup> La fuente de información de muchos de las referencias que se presentan a continuación forma parte de una lista de investigaciones científicas sobre los recursos naturales y la ecología de la antigua base naval recopilada por el Dr. William Gould, la Dra. Grizelle González y el Dr. Brooke Edwards del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés). La misma no ha sido publicada a esta fecha (William Gould, Ecólogo, IITF, Comunicación personal, 23 de junio de 2009).

Puerto Rico se encuentra en un proceso de rápida conversión de uso de tierra y un incremento en el desarrollo urbano que afecta especies y hábitats. El programa PRGAP brinda una oportunidad para diseñar estrategias de manejo y uso de suelo que se enfoquen en la conservación de la biodiversidad. El ANPMMD cuenta con un mosaico de ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos que sostienen la presencia de muchas especies amenazadas. Es por esto que, sin lugar a dudas, esta área es de interés para un futuro análisis gap. De hecho, resulta claro que la conservación de la biodiversidad dentro de la antigua base naval, preservará el debido funcionamiento del ecosistema así como la sustentabilidad de un gran número de hábitats debido a su céntrica locación, entre la Sierra de Luquillo y las cercanas islas de Vieques y Culebra.

## **2. Estudios sobre el Mangle de Borde y el Mangle Enano y Paleohistoria de Cambio de Clima en Turbera de Manglar dentro del Bosque de Mangle Los Machos, Ceiba:**

**Investigadores Principales:** Elvira Cuevas del Centro de Ecología Aplicada y Conservación de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Río Piedras, Ernesto Medina del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Ariel Lugo del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical y Luiz A. Martinelli de CENA en la Universidad de Sao Paulo, Brasil.

**Status:** *En curso*

La estabilidad y la productividad de los bosques de mangle son reguladas por una serie de factores complejos que incluyen el régimen mareal, la escorrentía desde los terrenos firmes, la salinidad y los niveles y patrones de precipitación. Estos factores afectan la disponibilidad de agua, nutrientes y oxígeno en los sistemas de raíces de estos bosques. Medir y modelar las interacciones con estos factores es esencial para entender la eco-fisiología del bosque de mangle y poder desarrollar metas de manejo exitosas.

Se ha propuesto que la rápida subida del nivel del mar durante la primera mitad del Holoceno impidió el establecimiento y desarrollo de manglares en el Atlántico Tropical y el Mar Caribe. Mediante diversas investigaciones, se está analizando la zona de mangle enano el bosque de Los Machos al norte de la antigua base naval con dos propósitos: (1) determinar si el establecimiento del manglar refleja la subida lenta del nivel del mar posterior a la subida exponencial en el Holoceno temprano y (2) los posibles cambios climáticos que puedan haber ocurrido durante su desarrollo.

El mangle enano está creciendo sobre turba la cual llega a 4.5 metros de profundidad. El sustrato de turba en la parte central de la zona estudiada se

muestreó cada 10 cm hasta llegar a sustrato marino (a 4.5 metros profundidad). Las muestras se separaron en turba, madera y raíces finas vivas. La turba y madera se utilizaron para la determinación de edad por  $^{14}\text{C}$  y para la determinación de abundancia natural de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ . Los resultados indican que el manglar se estableció en los últimos 4,500 años observándose en el desarrollo vertical constante de la turba, lo cual confirma la elevación continua del nivel del mar. Los resultados también muestran fuertes variaciones en la abundancia de  $^{15}\text{N}$  en el perfil de turba lo cual puede ser producto de cambios en nitrificación/denitrificación debido a cambios climáticos durante el desarrollo de la turbera.

Estas investigaciones concluyen que:

- El desarrollo del manglar es de origen del Holoceno medio producto de la estabilización de la subida rápida del nivel del mar en el Caribe y el Atlántico;
- El desarrollo de la turba es el producto de la descomposición de los tejidos de manglar tal como lo expresa la abundancia natural de  $^{13}\text{C}$  del sustrato; y
- Los cambios en la calidad de la turba en función de la relación C/N y la abundancia natural de  $^{15}\text{N}$  en el perfil de la turbera son el producto de épocas secas y húmedas en los últimos 4500 años, lo cual concuerda con resultados obtenidos en otras áreas del norte Sur América y el Caribe indicando así patrones comunes de cambios de clima.

### **3. Fragmentación de Bosques y Acumulación de Combustible:**

**Investigadores Principales:** William A. Gould y Grizelle González, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**Status:** *En curso*

En este proyecto se investigó el efecto de la fragmentación de bosques en la carga de combustible a lo largo de un gradiente de clima, edad, estructura y tamaño del fragmento. Se combinaron métodos de percepción remota, muestreo y experimentos en campo, Sistemas de Información Geográfica, análisis multivariados y modelos empíricos para cuantificar y comparar las cargas de combustible en fragmentos de distintos tamaños (*e.g.* ha a  $\text{km}^2$ ), edades (*e.g.* desde vegetación secundaria joven hasta bosques maduros) y en diferentes climas (*e.g.* tropical, templado y boreal).

Los datos de campo se colectaron a lo largo de transectos que empezaban fuera de los parches del bosque, seguían en la zona de transición con y sin cobertura boscosa y terminaban en el interior del bosque. En cada transecto, se midió la materia orgánica en descomposición, la composición de especies, la altura y el diámetro de los árboles, el tamaño de la copa y las características del sotobosque. Los transectos dentro del bosque seco en la antigua base naval son parte de un

grupo de 720 transectos que intentan caracterizar el interior y los bordes de fragmentos boscosos en Puerto Rico, Washington, Idaho, Alaska y Minnesota.

Esta investigación también incluye experimentos de descomposición de madera en un subgrupo de 108 transectos. Para la misma, se colocaron catorce estacas de álamo (conocido en inglés como *aspen*), pesadas y etiquetadas, en tres ubicaciones a lo largo de cada transecto: fuera, en la zona de transición y en el interior. Las estacas se colectaron en intervalos de 6 a 9 meses y se midió la pérdida de masa y los cambios en composición química. Adicionalmente, se extrajeron todos los insectos de las muestras de estacas colectadas y se investigó la relación que el clima y los insectos tienen en la descomposición leñosa y cómo estos afectan las zonas de transición en los fragmentos. Los resultados iniciales sugieren que las tasas de descomposición de madera más altas se encuentran en Puerto Rico, lo que parece estar relacionado tanto con el clima como con la actividad insectívora.

#### **4. Propiedades de Ecosistemas, Fauna y Microbios del Suelo a través de Gradientes Climáticos y de Elevación en el Área Este de Puerto Rico**

**Investigadora Principal:** Grizelle González, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**Status:** *En curso*

Investigación sobre los efectos de los organismos del suelo en los procesos de los ecosistemas de suelo en lugares con diferencias en clima, medidas por precipitación y temperatura a través de gradientes de elevación. La meta de esta investigación es desarrollar un modelo de biología de suelo que estime las contribuciones de los organismos del suelo en el funcionamiento de los diferentes tipos de ecosistemas dentro de la isla de Puerto Rico. Mediante la investigación, se cuantifican una serie de parámetros biológicos del suelo, que incluyen la abundancia relativa y funcionalidad de grupos de fauna del suelo, la medida de la biomasa de los microorganismos del suelo (hongos y bacterias), y las capacidades metabólicas y respiratorias de los microorganismos. También se evalúan las propiedades químicas y físicas del suelo para caracterizar las condiciones en que los organismos funcionan en cada tipo de bosque dentro del gradiente de elevación/climático. Se espera que las propiedades químicas y físicas del suelo tendrán una variación en función de la diferencia en los patrones de precipitación y temperatura a través de los tipos de ecosistemas en los diferentes gradientes de elevación. Análisis preliminares han detectado que la biodiversidad de animales del suelo en el bosque seco de Punta Puerca es mucho mayor que la que se encuentra en los distintos tipos de bosque en El Yunque.



## 5. La Importancia del Manglar de la Estación Naval Roosevelt Roads para las Aves Migratorias Neotropicales:

**Investigadores Principales:** Joseph Smith y Peter Marra del *Smithsonian Environmental Research Center* y Len Reitsma del *New England Institute for Landscape Ecology*.

**Status:** *En curso*

Durante 2002-2004 se estudiaron los patrones de uso del espacio de la pizpita de mangle (*Seiurus noveboracensis*), un ave migratoria neotropical que se observa en los terrenos de la antigua base naval, para determinar la calidad relativa de los hábitats usados por esta especie. Esta especie tiene presencia en el Caribe entre los meses de octubre a abril.

El estudio se realizó en cuatro hábitats: mangle blanco, mangle negro, mangle rojo y bosque seco. Se utilizó el conteo de puntos, redes de niebla y radio teledetección para muestrear tanto atributos individuales, así como para evaluar el uso del espacio. Se midió el cambio estacional dentro de los hábitats durante el invierno (estación seca), monitoreando niveles de humedad, abscisión foliar y cobertura de dosel.

El uso del espacio diurno vario por hábitat. Las aves que habitaban las áreas con menor cambio durante la estación seca (el mangle rojo y el mangle blanco) tuvieron mayor densidad, menor rango hogareño y tendieron a ser machos. Por el contrario, aquellas aves en las zonas que presentaban bosques secos y áreas de mangles que se secaban durante la estación seca (mangle negro en su mayoría) se avistaron en densidades bajas, tuvieron grandes rangos hogareños, que por lo general comprendían múltiples hábitats y eran hembras en su mayoría.

Se encontró que el 90% de los individuos usaban el mangle rojo como dormitorio sin importar el hábitat utilizado durante el día. El recorrido a los dormitorios fue, en promedio, de 600 metros, con un máximo de distancia reportada de 1.5 km. Los individuos fueron consistentes en sus sitios de dormitorio dentro de la misma base.

Estos resultados indican que estos diversos hábitats proveen de distintos recursos, y debido a que los individuos de la pizpita de mangle hacen uso de múltiples hábitats de manera diaria y/o estacional, se enfatiza la necesidad de mantener este mosaico de vegetación en la antigua base. Los datos de captura en redes de niebla, incidentes a nuestro trabajo, nos hace creer que un número importante de otras especies migratorias y residentes también dependen del mangle rojo como hábitat de dormitorio y que incluye al pitirre (*Tyrannus dominicensis*), el chango o mozambique (*Quiscalus niger*), la paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*), la

reinita galena (*Dendroica discolor*), la reinita pechidorada (*Parula americana*) y la reinita anaranjada (*Protonotaria citrea*). Además, aquellas áreas de cobertura continua de bosque que conecta los sitios de dormitorio (en la costa) con las áreas de uso diurno (dentro del manglar y en las zonas altas), parecen ser un importante componente de este mosaico. Aunado a esto, encontramos que las estrechas áreas de vegetación que se encuentran en las intersecciones de caminos y dentro de largas áreas de manglar muerto, son usadas activamente por múltiples especies en su ruta hacia y desde el mangle rojo, durante los periodos atardecer y amanecer.

#### **6. Censo Navideño Anual de Aves del *National Audubon Society*:**

**Investigadores Principales:** Joseph Wunderle, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**Status:** *En curso*

Los científicos y técnicos del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) del Servicio Forestal Federal organizan anualmente las actividades de censo de aves en Puerto Rico, como parte del *National Audubon Society Christmas Bird Count* que se celebra durante los meses de diciembre y enero de cada año. El objetivo de este censo anual es monitorear el status y la distribución de poblaciones de aves utilizando las observaciones de cientos de voluntarios.

El censo de aves en Puerto Rico inició en el año 1991 y desde entonces, cubre regiones de Cabo Rojo, el Estuario de la Bahía de San Juan, Fajardo, los terrenos de la ABNRR y Humacao. En la región de Fajardo y la ABNRR, se han documentado el mayor número de especies de aves en Puerto Rico, con 106 especies durante el censo de 2002-2003. Los lugares inventariados en la antigua base naval son un componente de mucho valor para el censo anual de aves de todo Puerto Rico y se recomienda continuar estos censos en el futuro. El utilizar las aves como especies indicadoras, los análisis a largo plazo de los censos de aves navideños en Puerto Rico pueden proveer información sobre cómo los hábitats insulares están cambiando o desapareciendo, al igual que un mayor conocimiento sobre los cambios en los patrones climáticos.

## 7. Análisis de Cobertura y Usos de Suelo

**Investigadores Principales:** Dr. Ariel Lugo, Dra. Eileen Helmer y Dr. William Gould, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**Status:** *En curso*

El Servicio Forestal Federal ha llevado a cabo una serie de análisis sobre cobertura y usos de suelo en Puerto Rico, especialmente enfocados en los municipios que rodean al Bosque Nacional El Yunque. Estos análisis incluyen evaluaciones sobre el tipo de cobertura de suelo, la edad de los bosques, las dinámicas de la cobertura de suelo y los niveles de urbanización, entre otros. Se planifica que las evaluaciones futuras a nivel isla sobre cobertura y usos de suelo, incluyendo la relación entre usos de suelo y los servicios ambientales de ecosistemas, también incluyan al área natural protegida. Por consiguiente, el ANPMMD será un área valiosa para poder evaluar estos impactos.

## 8. Abundancia y Tamaños del Juey Común (*Cardisoma guanhumí*) en la Base Naval Roosevelt Roads

**Investigadores Principales:** Concepción Rodríguez Fourquet y Alberto Sabat, Universidad de Puerto Rico – Recinto de Río Piedras

**Status:** *Completado 2004*

Dentro de las áreas de humedales y manglares de la estación naval Roosevelt Roads habita el juey común (*Cardisoma guanhumí*). Mediante estudios de marcaje y recaptura se estudio la abundancia y otros aspectos demográficos de la especie en dos áreas de la base: Los Machos y la Comisaria (una área de humedales cercana al centro comercial, antiguamente la comisaria de la base naval). Los resultados obtenidos muestran que durante el periodo de actividad alta estacional (abril a octubre), la abundancia media de los jueyes adultos se encuentra en un rango de 45 a 75 individuos en la Comisaría y Los Machos, respectivamente. Comparado a otras regiones de Puerto Rico, Los Machos muestran una alta abundancia de individuos de jueyes. De igual forma, se encontró que los individuos encontrados en la base tienen tallas del caparazón más grandes que las registradas para el resto de Puerto Rico (72 mm en La Comisaria y 75.1 mm en Los Machos). Vale la pena mencionar que durante el periodo de estudio, Los Machos mostraron un alto número de hembras fértiles mayor al registrado en otros sitios.

En resumen, la conservación del bosque de mangle es importante porque este hábitat sostiene una gran abundancia de individuos de jueyes, los cuales son de gran tamaño, además de proveer de hábitat adecuado para la reproducción de esta importante especie comercial, la cual se encuentran sobreexplotada actualmente.

## 9. Estado, Distribución y Análisis de Poblaciones del Manatí antillano en la Estación Naval Roosevelt Roads y Vieques

**Investigadores Principales:** Carlos A. Díaz, Susan M. Rice, Pablo Torres, Dennis Corales, Fernando Gilbes, Vance P. Vicente y Maritza Barreto, Departamento del Interior de los EUA, Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, Oficina del Caribe.

**Status:** *Completado 1992*

Las estaciones navales en Ceiba y la isla de Vieques contienen algunos de las mejores representaciones de hábitats marinos en Puerto Rico. Su diversidad favorece la presencia de múltiples especies que dependen de la protección de estos hábitats para su sobrevivencia. Para ambas zonas, la Marina llevó a cabo numerosas investigaciones sobre el estado, la distribución y el análisis de las poblaciones del Manatí antillano con el objetivo de desarrollar estrategias de manejo que ayuden en la protección y mejoramiento de estas especies en peligro de extinción.

Los datos de la evaluación de hábitat y los muestreos aéreos, señalaron que la Bahía Cascajo y la parte noreste de la Ensenada Honda son las áreas más importantes para la presencia de manatíes dentro de la base Roosevelt Roads. Algunas investigaciones recomendaban que en Ensenada Honda se cerrara al tráfico de lanchas pequeñas y que se instalaran señales en las boyas a la entrada que la identifiquen como un santuario para manatíes. La bahía podría permanecer abierta para actividades de bajo impacto, como el snorkeling. También recomendaban que la estación de anclaje en la zona sureste debía dejar de ser usada para reducir el impacto de las anclas en las praderas de yerbas marinas. A su vez, recomendaba proteger la parte noreste de Ensenada Honda del tráfico marítimo y designarse también como santuario de manatí. Por último, también sugería la designación de una zona de baja velocidad a lo largo de la Base y hasta una distancia de 800 metros de la línea de costa, en particular al sur de la Ensenada Honda.

## 10. Distribución de Manatíes y Tortugas Marinas en Puerto Rico, con un Énfasis en la Base Naval Roosevelt Roads:

**Investigadores Principales:** Galen B. Rathbun, Thomas Carr, Nicole Carr, y Charles A. Woods, *Florida State Museum, University of Florida, Gainesville, Florida*

**Status:** *Completado en 1985*

Esta investigación se enfocó en realizar por un año una serie de inventarios aéreos mensuales a través de las costas de Puerto Rico e inventarios aéreos semanales alrededor del la base naval Roosevelt Roads para identificar la distribución del manatí antillano (*Trichechus manatus*), el tinglar (*Dermochelys coriacea*), la tortuga

verde o peje blanco (*Chelonia mydas*), el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*), la cabezona (*Caretta caretta*) y la parlama o golfina (*Lepidochelys olivacea*). Dentro del área de la base Roosevelt Roads, los avistamientos del manatí antillano fueron más prevalecientes cerca de la planta de tratamiento de aguas sanitarias del área residencial de *Capehart*, la Bahía Cascajo, Ensenada Honda y la costa noroeste de la Isla de Vieques. Las tortugas marinas se distribuían a través de todo el litoral costero de la base naval, pero eran más comunes en la parte oriental de la Bahía Cascado y Ensenada Honda, en la costa norte de Isla Piñeros y toda el área oeste de la Isla de Vieques.

Se debe tomar cuidado especial a los efectos adversos sobre poblaciones de manatí y tortugas marinas debido a la modificación de hábitats que contienen praderas de yerbas marinas, ensenadas protegidas y fuentes de agua dulce. También se debe tomar en consideración en la planificación de cualquier tipo de desarrollo que aumente el tráfico marítimo en las áreas que se congregan los manatíes, debido al alto riesgo de daños y mortandad por golpes de embarcaciones a estos animales.

#### **11. Efecto de la Construcción de Caminos en el Ecosistema de Manglar:**

**Investigadora Principal:** Carol Patterson-Zucca, Universidad de Puerto Rico – Recinto de Río Piedras

**Status:** *Completado en 1978*

Los manglares proveen de servicios ecológicos tales como el almacenaje de agua, la prevención de erosión costera y el mantenimiento de complejas redes tróficas, todo esto necesario para los humanos. Estos sistemas están adaptados a suelos inundables y a la alta salinidad. Las alteraciones en los patrones de marea en los sistemas de mangle pueden afectar la estructura y composición de estas comunidades. En este estudio, se evaluaron los factores causales, originados por la construcción de caminos y que influyen en el crecimiento y supervivencia de los manglares que se encuentran en el estuario del Río Daguao al sur de la antigua base naval.

Los resultados indicaron que la construcción de una planta de tratamiento de aguas sanitarias y, así como su camino de acceso, cortaban el flujo mareal en el sistema. Al alterar el drenaje y los patrones de flujo de agua a los cuales estaban adaptados estos manglares, el bosque sufrió alteraciones fuertes. Se registró una alta mortandad de aquellas especies más susceptible a la disminución en marea cerca a las zonas de construcción. Los resultados de este estudio mostraron la necesidad

de mejorar el entendimiento (en particular de los tomadores de decisiones) sobre la estructura y funcionalidad de los manglares.

**12. Estudio de los Bosques de Mangle en Roosevelt Roads y la Cuenca del Rio Daguao:**

**Investigadores Principales:** Peter Weaver, Luis O. Nieves, y Thomas R. Crow, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**Status:** *Completado en 1976*

Los manglares son sistemas abiertos que dependen de aquellos ecosistemas que se encuentran río arriba para su sobrevivencia. El flujo riverense, así como el movimiento de la marea, ayuda al crecimiento del manglar ya que ventila las raíces de este y concentra los nutrientes al momento de asimilarlos. Las alteraciones a la dinámica de inundación de los bosques de mangle puede tener profundas consecuencias para estos sistemas. Este estudio: (1) resumió la importancia de la funcionalidad de los ecosistemas de manglar, (2) evaluó el estado del mangle que se encontraba en la base naval Roosevelt Roads y, (3) analizó la propuesta de canalización del Rio Daguao.

La investigación concluyó que los manglares del Rio Daguao se encontraban en buen estado de conservación, además de ser de mayor altura en comparación con aquellos del área de Los Machos. Se especificaba que modificar los canales del Rio Daguao alteraría el flujo de nutrientes al manglar, así como la exportación de material orgánico a las zonas costeras aledañas. A largo plazo, la modificación se vería reflejada en una reducción en la altura del manglar; a corto plazo probablemente en la muerte de tallos de mangle. La modificación de los canales ribereños se justifica en zonas altamente pobladas donde se dependa del recurso; sin embargo, la zona de estudio no representa un sitio con dichas características.

### 2.3.7 VALOR PAISAJÍSTICO

El valor del ANPMMD se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas costeros como las praderas de yerbas marinas que se extienden desde Ceiba y Naguabo hasta la isla de Vieques, las cuales albergan una de las dos poblaciones más grandes de Puerto Rico del manatí antillano (*US Fish and Wildlife Service*, 2009) y aquellos presentes en las condiciones montañosas correspondientes al Bosque Nacional El Yunque. La conexión entre el bosque seco subtropical de las Áreas de Conservación del ANPMMD y el bosque pluvial montano bajo en las partes más altas de El Yunque permite tener representados en una región relativamente pequeña, las seis zonas de vidas identificadas en Puerto Rico.

Encontrar tal diversidad de ecosistemas en un espacio tan reducido es un fenómeno natural de extrema singularidad y constituye un atractivo único para toda esta región. Por consiguiente, es importante proteger el valor paisajístico de esta área natural protegida en lo que podríamos denominar la “cuenca paisajística” desde El Yunque hasta los terrenos de la antigua base naval.

El valor de paisajes naturales se puede medir en beneficios económicos, sociales y ambientales. En términos económicos, aumentan el valor económico de las propiedades residenciales y comerciales cercanas. En términos sociales, hace de las comunidades lugares más atractivos para vivir y trabajar. Además, provee espacios para la contemplación y el estímulo intelectual y espiritual. A su vez, ayuda al relajamiento y al bienestar como beneficio terapéutico. En términos ambientales, desarrolla la sensibilidad hacia el entorno natural y el respeto a la vida que promueve la conservación del ambiente (CPN y CEDES, 2005).

Además, la proximidad de esta área natural protegida con el Bosque Nacional El Yunque, le añade valor a ambas áreas protegidas el aumentar la conectividad de espacios abiertos en la región noreste de Puerto Rico, una región que experimenta una alta presión de desarrollo.

El ANPMMD tiene un número considerable de vistas paisajísticas dentro y fuera de los límites del área protegida. De importancia particular, se encuentran los relativamente extensos paisajes naturales con poca, o ningún tipo de infraestructura. Esto constituye un valor singular dado su rareza en Puerto Rico y el interés público de experimentar estas vistas paisajísticas. Algunas de las vistas paisajísticas más importantes dentro de esta zona incluyen:

- La vista de todo el litoral costero desde Playa Los Machos, en particular desde el muelle de pesca de la Asociación de Pescadores de Los Machos.

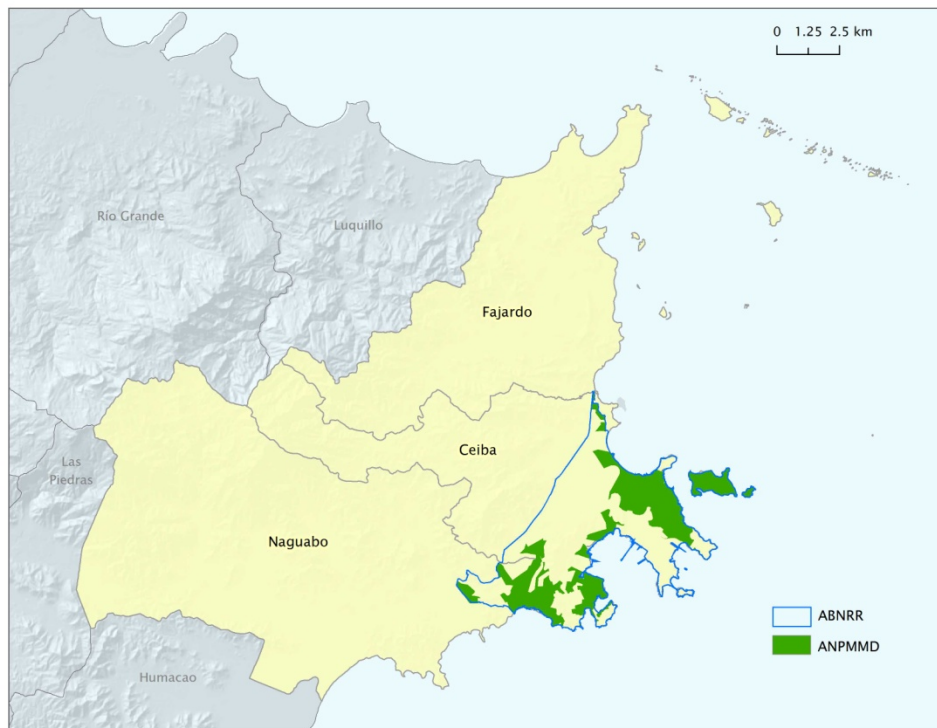
- Las vistas desde el punto más alto de Punta Puerca, particularmente hacia El Yunque y el extenso bosque de mangle de Los Machos al oeste y hacia Vieques al este;
- Las vistas desde Punta Medio Mundo y sus playas adyacentes hacia Isla Piñeros y Vieques, al igual que hacia El Yunque;
- Las vistas de los canales que conectan todo el sistema de mangles de Los Machos;
- Las vistas de Ensenada Honda desde varios puntos como el centro de la bahía y desde Punta Cascajo;
- Las vistas desde la torre de observación de manatíes en *Manatee Bay* hacía Bahía Algodones;
- Las vistas hacia el Río Daguao desde distintos puntos, tales como las facilidades del gobierno federal para el *U.S. Department of Homeland Security* y las partes altas del barrio Daguao en el Municipio de Naguabo.
- Las vistas de todo el litoral costero desde el muelle de pesca al lado de la Villa Pesquera, que actualmente se encuentra inoperante en la playa El Corcho en el barrio Daguao del Municipio de Naguabo.



## 2.4 CONTEXTO REGIONAL

La planificación regional constituye un nivel intermedio entre la gestión central y la gestión a nivel municipal. Ambos niveles de gestión influyen sobre los usos de terrenos y el manejo dentro y fuera de las áreas naturales protegidas. Por esta razón, es importante que el Plan de Manejo del ANPMMD tome en consideración la realidad ecológica, social, económica y reglamentaria de su contexto regional. La enorme complejidad del sistema insular requiere de análisis e instrumentos que faciliten el diagnóstico de problemas, similitudes, oportunidades y potencialidades que lleven a la consecución de metas y estrategias comunes y funcionales entre el gobierno central, los municipios y las áreas naturales protegidas.

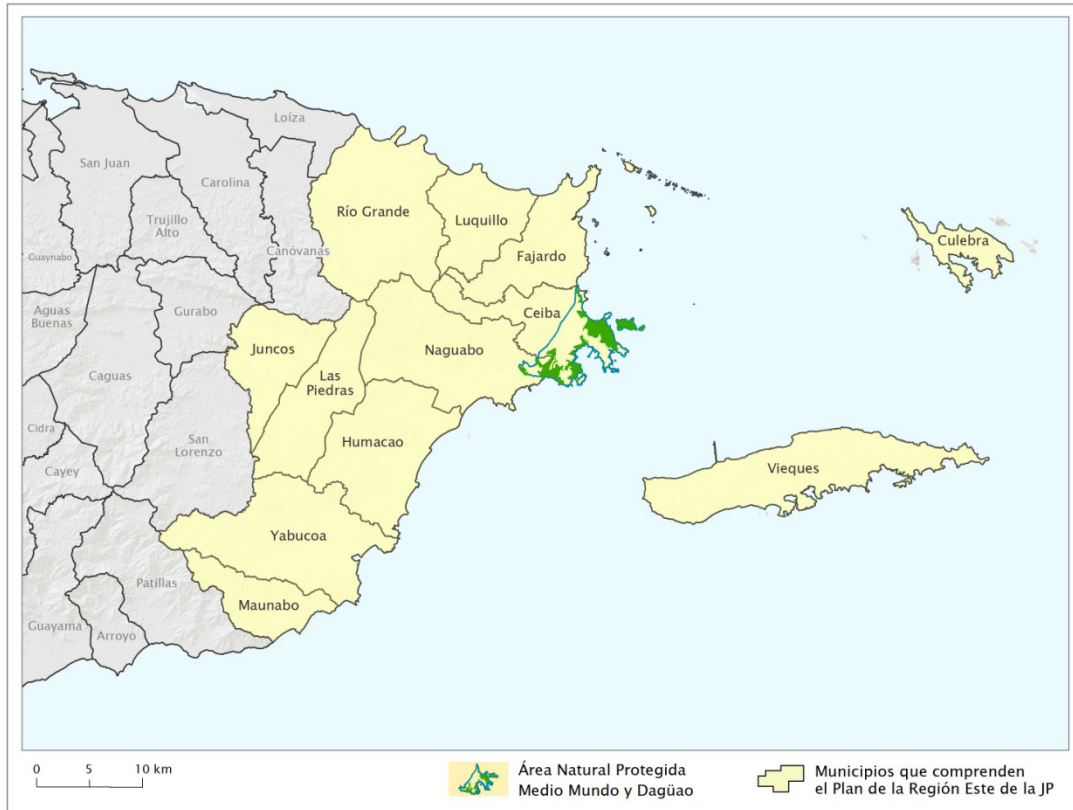
**FIGURA 2.22**  
**CONTEXTO REGIONAL Y EL ANPMMD**



Para efectos de la elaboración de este Plan de Manejo, el análisis sobre el contexto regional se enmarcará principalmente en los municipios de Fajardo, Ceiba y Naguabo, pues son los que mantienen una relación más estrecha con esta área en términos ambientales, socioeconómicos y funcionales, por lo que cualquier desarrollo en dicha región tendrá un impacto sobre el área natural protegida (Figura 2.22). Sin embargo, este análisis de contexto regional también utilizará como marco de referencia la Región Este establecida por la JP (Figura 2.23) para la consideración de algunos factores. La “Región Este de la JP” está definida por 13 municipios, que incluyen a Río Grande,

Luquillo, Fajardo, Ceiba, Naguabo, Humacao, Yabucoa, Maunabo, Patillas, Juncos, Las Piedras, Culebra y Vieques (JP, 2000).

**FIGURA 2.23**  
**MUNICIPIOS QUE COMPONEN LA REGIÓN ESTE**  
**DE LA JUNTA DE PLANIFICACIÓN**



La Tabla 2.18 presenta un resumen del área de terreno, el área de agua y el área total de los municipios que componen la Región Este de la JP y de Puerto Rico para efectos de comparación. El municipio con más área de terreno en millas cuadradas en la Región Este es Río Grande, seguido de Yabucoa y Naguabo. El ANPMMD representa el 1.1% del área de terreno total de la Región Este de la JP.

**TABLA 2.18**  
**DISTRIBUCIÓN DE ÁREA DE LOS MUNICIPIOS DE**  
**ENFOQUE DE LA REGIÓN ESTE**

(Fuente: JP, 2006)

Municipio	Área de Terreno (en millas <sup>2</sup> )	Cuerpos de Agua (en millas <sup>2</sup> )	Área Total (en millas <sup>2</sup> )
Fajardo	29.87	75.45	105.32
Ceiba	29.04	129.78	158.82
Naguabo	51.69	20.57	72.26
<b>Región Este de la JP</b>	<b>487.70</b>	<b>746.27</b>	<b>1,233.97</b>
<b>Puerto Rico</b>	<b>3,424.56</b>	<b>1,899.94</b>	<b>5,324.50</b>

### **2.4.1 Características Ambientales**

Los municipios de la Región Este cuentan con un gran litoral costero con abundancia de playas y balnearios, zonas para deportes acuáticos, ríos, manglares, humedales, reservas naturales, bosques, sierras, bahías y lagunas (dos de éstas bioluminiscentes), entre otros atractivos naturales y de carácter cultural. Desde Río Grande hasta Punta Percha en Luquillo, la topografía en la costa es predominantemente llana. Al este de esta punta, las prolongaciones de la Sierra de Luquillo que bajan al litoral, tales como las que se encuentran en el ANPMMD, crean montes y valles costeros.

Esta región incluye algunos de los sistemas de manglares más extensos de Puerto Rico (tales como los del Río Herrera, el Río Espíritu Santo y Punta Picúa en Río Grande y los de Puerto Medio Mundo y Río Daguao en Ceiba y Naguabo). También cuenta con varias lagunas costaneras que son importantes criaderos para la pesca comercial y deportiva (Laguna Grande y Laguna Aguas Prietas en Fajardo). La ancha plataforma insular hacia el lado este, favorece la proliferación de arrecifes de coral que culminan en una cadena de pequeñas islas (Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera). Los arrecifes rocosos y coralinos protegen estas costas originando aguas tranquilas y creando condiciones favorables para la formación de playas arenosas. La extensa plataforma insular y la presencia de arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas y manglares sostienen un ambiente marino y terrestre ideal para actividades recreativas y turísticas (DRNA, 2008).

En el interior, encontramos la Sierra de Luquillo y en ésta, el Bosque Nacional El Yunque. El Yunque es el área natural protegida más grande de todo Puerto Rico, la cual contiene los remanentes más extensos de bosque primario en la Isla (Lugo, 1994). El Yunque provee a la Región Este de la Isla diferentes servicios, tanto ecológicos como económicos. En el área nacen nueve de los ríos principales de Puerto Rico, los cuales producen sobre 50 millones de galones diarios de agua para el consumo de aproximadamente 20 por ciento de la población de la Isla (Naumann, 1994). El Yunque es una de las atracciones turísticas más importantes de Puerto Rico y provee recreación para miles de personas.

#### **A. Playas y Balnearios**

Los tres municipios de enfoque de la Región Este cuentan con instalaciones deportivas, recreativas y vacacionales de primer orden. La Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico administra áreas de acampar y de bañistas en el Balneario *Seven Seas* en Fajardo. Este balneario pertenece al Programa Internacional de Certificación Bandera

Azul. La certificación Bandera Azul es un distintivo internacional con el que se identifican aquellas playas que poseen o proveen seguridad, servicios de infraestructura (baños, duchas, fuentes de agua, etc.), programas para el reciclaje de los desperdicios sólidos y educación ambiental y además, cumplen con estándares de calidad del agua, entre otros criterios.<sup>1</sup> El Balneario *Seven Seas* en Fajardo cuenta con áreas para casas remolques y para acampar, tres canchas de baloncesto y un amplio estacionamiento.

La Playa de Los Machos en Ceiba es administrada por el Municipio de Ceiba y cuenta con varios gazebos, terrenos para estacionamientos, una villa pesquera y un muelle de pesca.

## **B. Áreas Naturales Protegidas**

En Puerto Rico actualmente existen 41 reservas naturales; 30 establecidas mediante el procedimiento administrativo articulado a través del Programa de Manejo de la Zona Costanera<sup>2</sup> (dos de éstas, Ciénaga Las Cucharillas y el Corredor Ecológico del Noreste, encomendadas mediante órdenes ejecutivas) y once establecidas mediante estatutos de ley. Como principio fundamental del Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico, aquellas áreas con recursos costeros de importancia y que están sujetas a serios conflictos de uso, son designadas como reservas naturales para procurar su conservación, preservación o restauración a su condición natural. Sin embargo, el término reserva natural también ha sido utilizado por la Legislatura para designar aquellas áreas que por sus características físicas, ecológicas, geográficas o por el valor de los recursos naturales existentes en ellas ameriten ser conservadas, preservadas o restauradas a su condición natural; independientemente de si existen o no recursos costeros.

---

<sup>1</sup> *Blue Flag Programme - Beach Criteria*. Obtenido el 3 de abril de 2008 en <http://www.blueflag.org/criteria/beaches>

<sup>2</sup> Este procedimiento administrativo vincula funciones del DRNA y de la JP.

**FIGURA 2.24**  
**CONTEXTO REGIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**



Por otra parte, en Puerto Rico existen 19 bosques estatales y uno federal. La política pública forestal del ELAPR establece que los bosques son un recurso natural y único por su capacidad para conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente. La responsabilidad de mantener, conservar, proteger y expandir los bosques para lograr su pleno aprovechamiento y el disfrute por esta generación y para que sean legado para las generaciones futuras fue delegada al DRNA, mediante la Ley de Bosques de Puerto Rico (Ley Núm. 133 del 1 de junio de 1975, según enmendada). Los bosques pueden ser declarados mediante proclamas, órdenes ejecutivas y legislación.

Aparte del área natural protegida por designarse (Medio Mundo y Dagüao), en los tres municipios de enfoque de la Región Este existen tres reservas naturales (Seven Seas/Corredor Ecológico del Noreste, Las Cabezas de San Juan y La Cordillera), un bosque nacional (El Yunque) y un bosque estatal (Ceiba con segmentos en Fajardo, Ceiba y Naguabo).

El Bosque Nacional El Yunque es el único bosque subtropical en el Sistema Nacional de Bosques de los Estados Unidos. El bosque comprende terrenos de los municipios de Canóvanas, Juncos, Luquillo, Río Grande, Naguabo, Fajardo, Ceiba, y Las Piedras. Este ocupa unas 28,830 cuerdas de la Sierra de Luquillo y su punto más alto (Pico El Toro) tiene más de 3,500 pies (1,067 m) sobre el nivel del mar. En las altas laderas de sus principales picos se observa el bosque enano, de inusual fisionomía achaparrada. La precipitación pluvial anual es significativa; en sus puntos más altos la lluvia anual alcanza unas 250 pulgadas (6350 mm). El Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos administra esta área natural protegida proclamada en el 1903, como el Bosque Forestal de Luquillo.

El Yunque se puede subdividir en cuatro tipos de asociaciones florísticas principales: el Bosque de Tabonuco (Bosque pluvial o de Bajura), el Bosque de Palo Colorado, el Bosque de Palma de Sierra y el Bosque Enano (Bosque de Nubes). Se han observado 240 especies de árboles nativos de los cuales 26 son endémicos, 47 son introducidos y 88 son especies de árboles raros; asimismo, se han identificado 50 especies de orquídeas nativas y sobre 150 especies de helechos. Además, esta área natural se considera como uno de los últimos remanentes del hábitat de la cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), en donde aún reside esta especie endémica. Entre los ríos que nacen en esta área natural encontramos a los ríos Grande de Loíza, Espíritu Santo, Mameyes, Sabana, Pitahaya, Fajardo y Blanco.

Por sus características biofísicas únicas, el Bosque Nacional El Yunque se convirtió en 1976 en la primera Reserva Internacional de la Biósfera en Puerto Rico; designación

que es otorgada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) bajo el Programa el Hombre y la Biósfera. Otro factor interesante es que sectores de este Bosque Nacional han estado bajo protección oficial desde el 1876, lo que hace de El Yunque una de las áreas naturales protegidas más antiguas del hemisferio occidental (Lugo et al., 2004).

La Reserva Natural de Seven Seas fue designada mediante la Ley Núm. 228 de 12 de agosto de 1999. Comprende 110 cuerdas de terreno de una finca mayor conocida como el Balneario de *Seven Seas*, administrada por la Compañía de Parques Nacionales. La reserva natural cuenta con áreas de manglares, playas arenosas y rocosas, bosque de litoral y bosques secos. También alberga terrenos adyacentes a la Laguna Aguas Prietas, la cual experimenta el fenómeno de la bioluminiscencia durante ciertas épocas del año. Esta reserva natural se encuentra dentro de los terrenos que ahora comprenden el extremo este del Corredor Ecológico del Noreste

La Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste (RNCEN) fue designada por la Junta de Planificación mediante la Resolución Núm. PU-02-2008-24(23) del 6 de febrero de 2008, la cual fue aprobada por el Gobernador mediante una Orden Ejecutiva del 24 de abril de 2008 (Boletín Administrativo Núm. OE-2008-22). No obstante, durante la elaboración de este Plan de Manejo, el Gobernador Luis Fortuño emitió una Orden Ejecutiva el 30 de octubre de 2009 ordenando la eliminación de la designación de Reserva Natural al Corredor Ecológico y ordenando la nueva designación de la zona como un Área de Planificación Especial (Boletín Administrativo Núm. OE-2009-042).

Aunque el futuro del Corredor como un área natural protegida es incierto, incluimos una descripción de sus atributos naturales debido a su extraordinario valor ecológico a nivel regional. El Corredor tiene una superficie aproximada de 3,057 cuerdas de terreno a lo largo de la zona costanera de los municipios de Luquillo y Fajardo, y al norte de la carretera PR-3. En el Corredor se encuentran la mayoría de los tipos de humedales costeros clasificados en Puerto Rico, tales como manglares, ciénagas, charcas, pantanos de *Pterocarpus*, además de una laguna bioluminiscente, así como otras asociaciones florísticas típicas del paisaje costero previo al periodo colonial español. Justo al norte del Corredor también se pueden observar áreas comprendidas por playas arenosas, playas rocosas, arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas.

La diversidad de ecosistemas presentes en el Corredor alberga una gran riqueza biológica la cual incluye sobre 50 especies raras, endémicas, vulnerables o en peligro de extinción. Este grupo de especies se consideran elementos críticos, que dependen de la integridad natural del Corredor Ecológico para subsistir. De hecho, las playas de la Reserva son consideradas una de las más importantes para el anidaje del tinglar (*Dermochelys coriacea*) en el Caribe nororiental, al igual que en la jurisdicción de los



Estados Unidos. El tinglar es la tortuga marina más grande del mundo y se encuentra designada en peligro de extinción por leyes federales y estatales.

La Reserva Natural de Las Cabezas de San Juan (El Faro), de 447.22 cuerdas de extensión, fue adquirida en 1975 por el FCPR para evitar su destrucción por una propuesta de desarrollo residencial-turístico. La reserva recibe su nombre por la forma de los tres promontorios que se extienden hacia el Océano Atlántico. En ella podemos observar diversos sistemas ecológicos entre los que se encuentran las playas arenosas, lagunas, bosques de mangle, praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral. Esta reserva cuenta con una laguna bioluminiscente, conocida como Laguna Grande, considerada uno de los tres cuerpos de agua que exhiben el fenómeno de la bioluminiscencia durante todo el año (JP, 1986).

El segundo faro más antiguo de Puerto Rico se encuentra ubicado en los terrenos de esta reserva natural. Fue construido en 1880, por el gobierno español con un estilo neoclásico y su principal propósito fue orientar el tráfico marítimo a través de los pasajes de Vieques y Culebra. Éste comenzó operaciones en 1882 y en 1898, con el cambio de soberanía, pasó a la jurisdicción del Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos. El FCPR inició la restauración del faro en 1989, proceso mediante el cual se garantizó la autenticidad de todos los elementos históricos de la estructura, y abrió esta estructura histórica al público en 1991. En abril del año 2007, el Secretario del Departamento del Interior de los Estados Unidos le transfirió al FCPR la titularidad y administración del Faro de Fajardo bajo el amparo de la Ley Nacional para la Preservación de Faros Históricos del 2000.

La Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera es una cadena de cayos, islas y arrecifes conocidos como La Cordillera. Esta zona comprende las siguientes formaciones: Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratones, Cayo Diablo, Cayo la Banquilla, Cayo Cucarachas, Arrecifes Hermanos, Arrecifes Barriles, Isla Palominitos, Palominos y Cayo Lobos (siendo las últimas dos de tenencia privada, con excepción de sus franjas de zona marítimo-terrestre). La Cordillera brinda protección a la costa este de Puerto Rico del fuerte oleaje del Océano Atlántico, permitiendo un ambiente de aguas transparentes y de poco movimiento, características que crean condiciones favorables para la formación de playas.

La Cordillera posee características de gran singularidad como lo son: sus aguas tranquilas y claras, sus arrecifes de impresionante desarrollo y una gran diversidad de vida silvestre y marina. Mucha de la flora y la fauna presente en esta reserva natural está adaptada a las condiciones particulares del área, lo que le permite su reproducción y supervivencia. En los cayos e islas de La Cordillera se pueden encontrar arboledas



densas de especies características de los litorales marinos. Algunas de estas especies son: el almácigo (*Bursera simaruba*), la uva de playa (*Coccoloba uvifera*) y el jagüey blanco (*Ficus citrifolia*). También podemos observar los icacos (*Chrysobalanus icaco*), que son arbustos típicos de costas arenosas, los cuales son especialmente abundantes en el Cayo Icacos.

En el área se observan unas de las pocas colonias de palometa (*Sterna dougallii*) que hay en Puerto Rico; además de reptiles como la iguana verde (*Iguana iguana*), salamandrita común (*Sphaerodactylus sp.*), lagartijos (*Anolis cristatellus*, *A. stratulus*, *A. pulchellus* y *Mabuya mabouya*) y el carey (*Eretmochelys imbricata*).

Actualmente, en los cayos de La Cordillera existe una gran actividad de carácter recreativo particularmente por sus playas en donde se realizan pasadías. El acceso a estas islas es a través del mar, por lo tanto, resulta indispensable la adquisición o renta de un bote para poder disfrutar a plenitud de este ambiente tan apacible y natural. En estas formaciones no existe ningún tipo de facilidades sanitarias, de agua potable ni cabañas que faciliten la actividad turística y recreativa, que ofrece el área.

El Bosque Estatal de Ceiba consta de aproximadamente 568 cuerdas segmentadas entre los municipios de Fajardo, Ceiba y Naguabo. Aunque este bosque es reconocido por sus extensos manglares también pueden observarse otros sistemas ecológicos importantes, tales como: playas arenosas, salitrales, matorrales de playa, praderas de yerbas marinas y arrecifes coralinos.

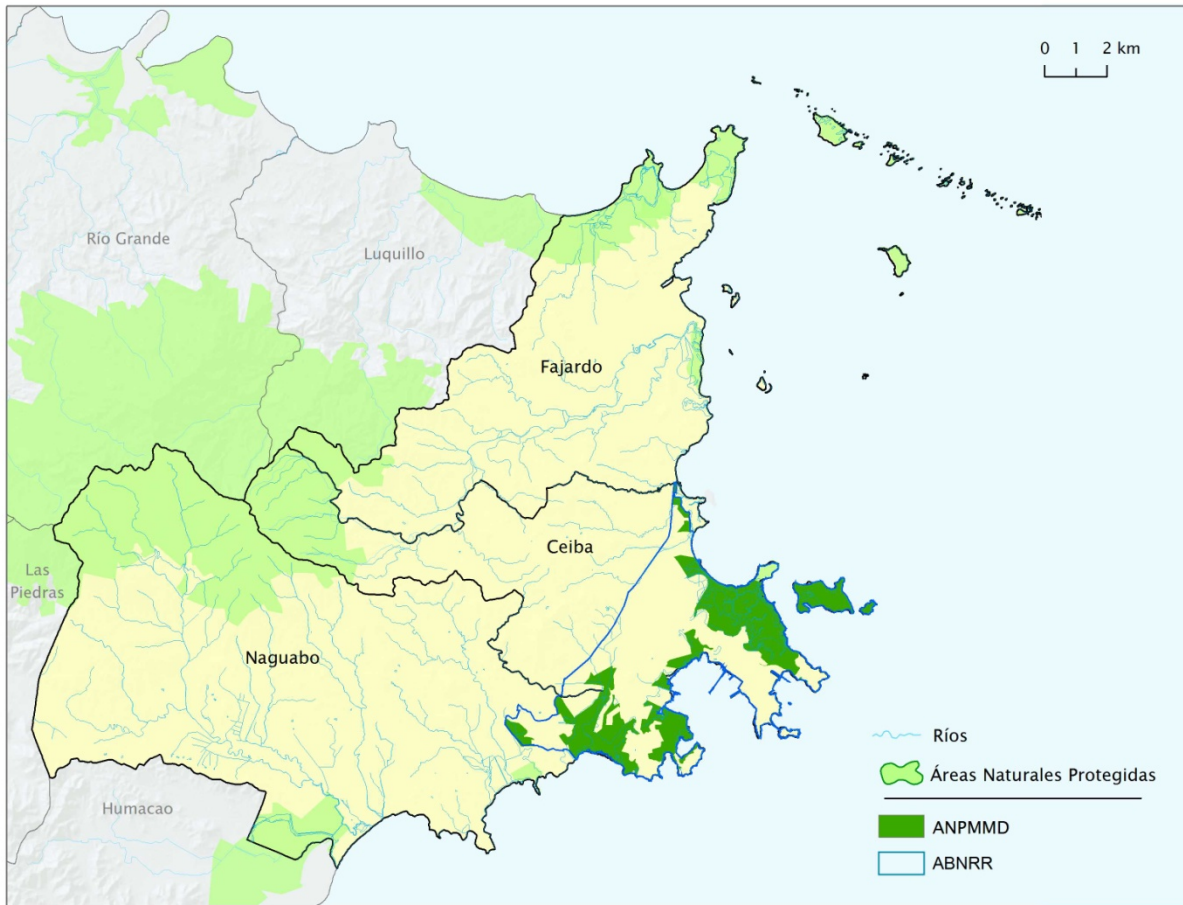
### **C. Cuencas Hidrográficas**

En términos hidrológicos, el ANPMMD está vinculada con todas aquellas decisiones y actividades que se realizan en las cuencas hidrográficas de los tres municipios de enfoque de la Región Este. Por tal razón, para llevar a cabo la planificación adecuada de esta área natural protegida se hará indispensable la integración de todos los elementos que, de alguna manera, inciden en el territorio de la región. “De ahí la importancia de incluir las cuencas hidrográficas como unidad de planificación dentro de los sectores que comprenden el territorio costanero” (DRNA, 2004b).

Una cuenca hidrográfica incluye el área superficial de una zona o región donde la topografía controla la escorrentía, generalmente hacia un solo punto. Esta área se denomina como el área de captación o drenaje, ya que los cambios en elevación en el terreno que controlan la dirección de la escorrentía, generalmente permiten definirla con precisión. Las cuencas son definidas por el área aguas arriba de su punto de descarga a otro río principal, embalse, lago o al mar. Todas las cuencas de

importancia se componen de sub-cuencas más pequeñas que a su vez se alimentan de quebradas, riachuelos o ríos tributarios (JP, 2007). La Figura detalla las cuencas mayores y áreas costeras que se encuentran dentro de los municipios que componen esta región.

**FIGURA 2.25**  
**MAPA HIDROGRÁFICO DEL CONTEXTO REGIONAL**



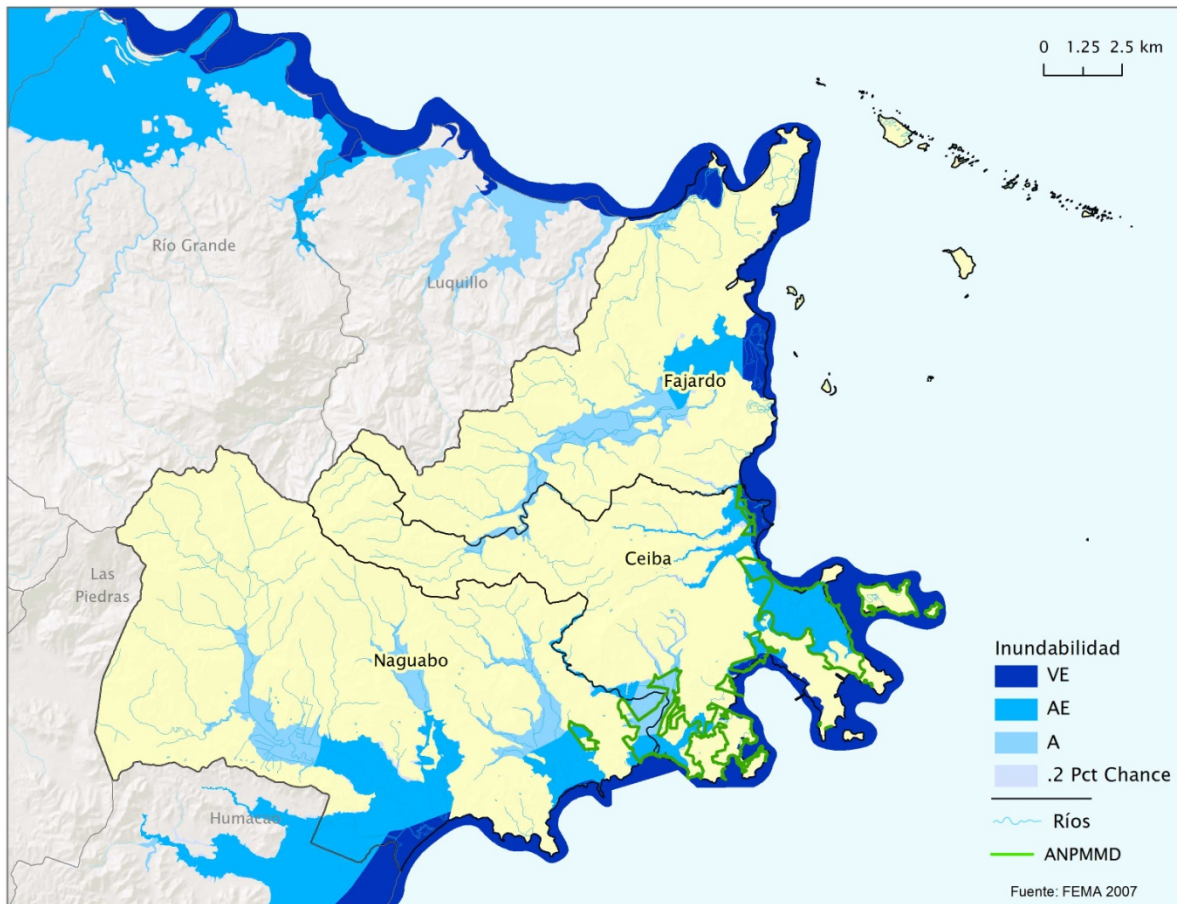
#### **D. Susceptibilidad a Inundaciones**

Los terrenos inundables abundan en los municipios de Fajardo, Ceiba y Naguabo. La susceptibilidad a inundaciones de los terrenos en la costa de la Región Este limitan la cantidad de terrenos disponibles para desarrollo residencial, comercial, industrial o turístico.

El Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación (*Flood Insurance Rate Maps*, FIRM, por sus siglas en inglés) es el mapa oficial preparado y aprobado por FEMA que adopta la JP y que identifica las áreas especiales de riesgo a inundación. Los datos del Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación de FEMA para los municipios de la Región Este

son los que la Junta de Planificación utiliza en la toma de decisiones sobre uso de suelo. Recientemente, FEMA adoptó unos nuevos mapas digitales de seguros contra inundaciones con el fin de actualizar y mejorar los mapas publicados en el pasado, los cuales están vigentes desde el 18 de noviembre de 2009 (Ver Figura 2.26).

**FIGURA 2.26**  
**ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES EN EL CONTEXTO REGIONAL**



**Datos sobre Leyenda del Mapa:** (1) VE es una zona de inundación costera con peligro de velocidad (acción del oleaje/marejada) y con la elevación de la inundación base determinada; (2) AE es una zona de inundación con la elevación de la inundación base determinada; (3) A es una zona de inundación con la elevación de la inundación base sin determinar; y (4) 0.2 PCT es un área con una probabilidad de ser inundada 0.2% al año.

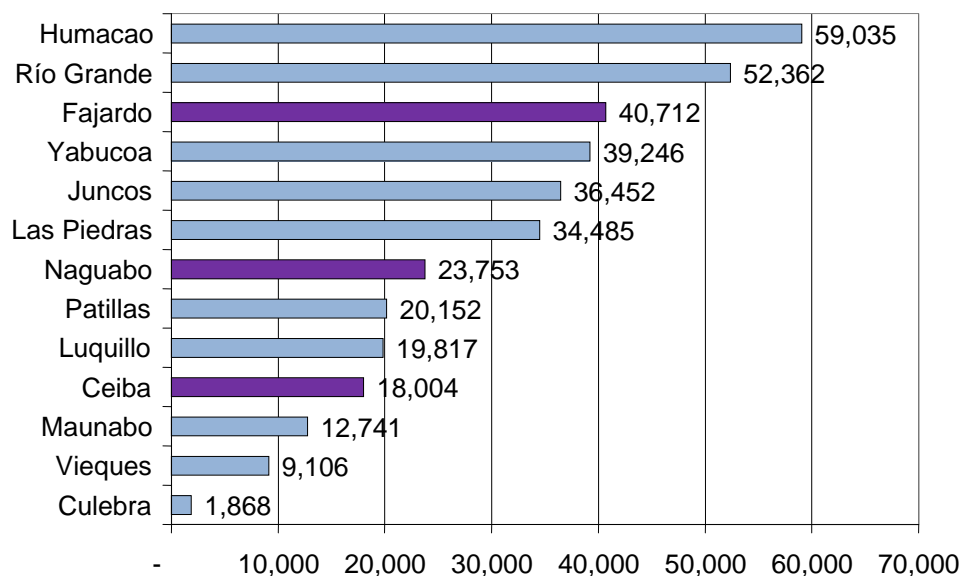
## 2.4.2 Características Socioeconómicas

Esta sección provee un análisis de las principales variables demográficas y socioeconómicas de los municipios de enfoque de la Región Este, según definida para propósitos de este Plan.

## A. Población

Según datos del Censo de Población y Vivienda del 2000, los municipios de enfoque de la Región Este estaban compuestos por 82,469 habitantes, distribuidos entre Fajardo (40,712), Ceiba (18,004) y Naguabo (23,753). Estos 82,469 habitantes representan un 22% del total de habitantes en la Región Este de la JP (367,733) y un 2% de la población total de Puerto Rico (3,808,610).

**TABLA 2.19**  
**POBLACIÓN POR MUNICIPIO DE LA REGIÓN ESTE DE LA JP**  
(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



Durante la década de 1990 a 2000, los municipios de enfoque de la Región Este registraron un crecimiento poblacional de 7.6%, un porcentaje más bajo que el crecimiento registrado para toda la Región Este de la JP que fue de un 10.5% y el total para Puerto Rico que fue de un 8.1%. Esto se debe a que el crecimiento poblacional más acelerado de la Región Este se registró en el municipio de Río Grande (14.7%), seguido por Fajardo (10.4%). Tanto el Municipio de Ceiba como el Municipio de Naguabo registraron un crecimiento poblacional entre los años 1990 y 2000 de 5%.

El Negociado del Censo Federal desarrolla estimados anuales de los cambios de población por municipio, el más reciente es para el 1 de julio de 2008. Con estos datos, se estima que los municipios de enfoque de la Región Este tenían 84,414 habitantes en el año 2008, correspondiente a 42,270 en Fajardo, 17,802 en Ceiba y

24,342 en Naguabo.<sup>3</sup> Esto representa un aumento porcentual de 2.4% en la población de los municipios de enfoque con respecto al año 2000, específicamente un aumento porcentual de 3.8% en Fajardo y 2.5% en Naguabo y una reducción de 1.1% en Ceiba. El Municipio de Ceiba registró una reducción en su población como resultado directo del cierre de la Base Roosevelt Roads en el año 2004, lo que dejó una población resultante mayormente envejecida y con unos ingresos muy bajos (Cardona, 2009, p. 4).

Estos estimados reflejan un aumento en población para la mayoría de los municipios de la Región Este, excepto para los municipios de Ceiba, Maunabo y Patillas, aunque el crecimiento no es tan marcado como el crecimiento poblacional que se generó durante la década de 1990.

## **B. Densidad Poblacional**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2000, Fajardo era el municipio con mayor densidad poblacional de los municipios de enfoque de la Región Este (con 1,362.9 habitantes por milla cuadrada (mi<sup>2</sup>)), seguido por Ceiba (con 619.9 habitantes por mi<sup>2</sup>) y Naguabo (con 459.4 habitantes por mi<sup>2</sup>). Estas cifras comparan con las densidades poblacionales promedio registradas para toda la Región Este de la JP (con 754 habitantes por mi<sup>2</sup>) y para todo Puerto Rico (1,112 habitantes por mi<sup>2</sup>).

## **C. Tasa de Desempleo**

Para el año 2000, el Municipio de Fajardo registro una tasa de desempleo de 18.6%, el Municipio de Ceiba registró una tasa de desempleo de 18.4% y el Municipio de Naguabo registro una tasa de desempleo de 21.5%. El Municipio de Naguabo sobrepasó la tasa promedio de desempleo para todo Puerto Rico, de 19.2%. Entre los años 1990 y 2000, la tasa de desempleo se redujo para todos los municipios de enfoque de la Región Este, aunque las mismas no fueron muy marcadas.

## **D. Ingreso Familiar y Familias Bajo el Nivel de Pobreza**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2000, la mediana de ingreso familiar de la Región Este de la JP fue de \$15,772. Dentro de los municipios de enfoque, el

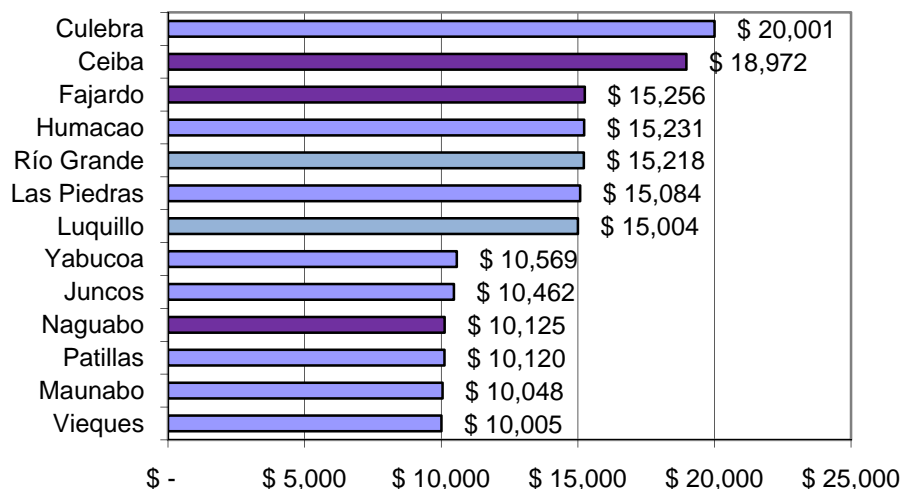
---

<sup>3</sup> Obtenido el 15 de septiembre de 2009 de la siguiente dirección:  
<http://www.gobierno.pr/Censo/EstimacionPoblacion/EstimacionesNegociado/>

Municipio de Ceiba presentó la mediana de ingreso familiar más alta con \$18,972, seguido de Fajardo (\$15,256) y Naguabo (\$10,125). Cabe señalar que el perfil del Municipio de Ceiba durante el Censo del 2000 es influenciado significativamente por la población militar que entonces residía en la antigua base naval. Por ejemplo, el ingreso mediano de familias de la ABNRR fue de \$30,746, un 63.1% mayor que del Municipio de Ceiba.

**TABLA 2.20**  
**MEDIANA DE INGRESO FAMILIAR (2000)**

(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



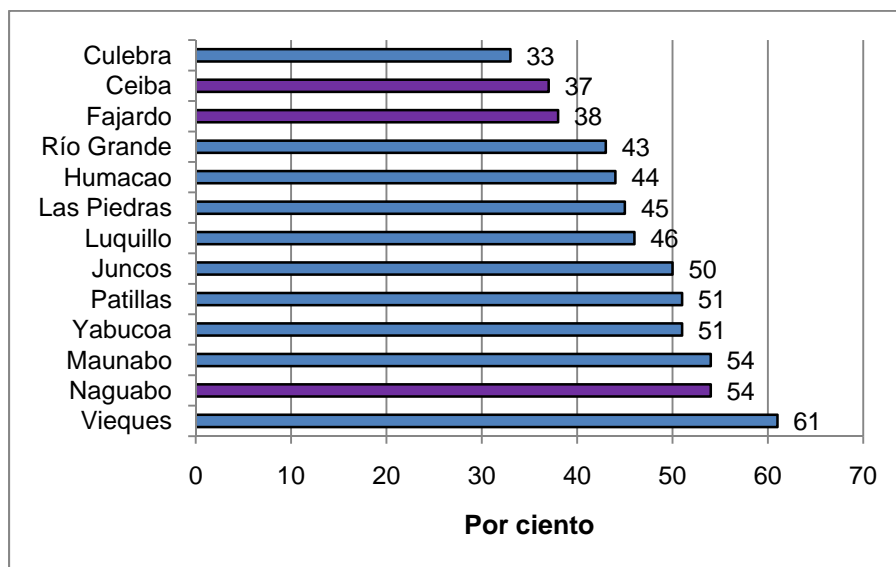
De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2000, los municipios de enfoque tenían un total de 9,249 familias bajo el nivel de pobreza. Dos de los municipios presentaron niveles de pobreza inferiores a los de Puerto Rico (44.6%); específicamente Fajardo con 38.1% y Ceiba con 37%. El Municipio de Naguabo presentó un nivel de pobreza (54.1%) superior al de la Isla.

### **E. Empleos e Ingresos Por Sector Industrial**

Durante el año fiscal 2005, los sectores industriales que en promedio generaron más empleos en la Región Este de la JP fueron: servicios (29.76%), administración pública (21.62%), manufactura (18.80%) y comercio (12.68%). El sector de servicios fue el sector industrial más importante en generación de empleos para los municipios de Fajardo (40.45%) y Ceiba (50.12%). Para el municipio de Naguabo, la construcción (31.48%) fue el sector industrial más importante en generación de empleos (JP, 2007). Según el Perfil Regional del Este de realizado por la JP:

**TABLA 2.21**  
**FAMILIAS BAJO EL NIVEL DE POBREZA (2000)**

(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



- En Fajardo, el segundo sector en importancia en cuanto a la creación de empleos es el comercio, seguido por la administración pública y la manufactura;
- En Ceiba, el segundo sector en importancia en cuando la creación de empleos es la administración pública, seguido por la construcción y la manufactura; y
- En Naguabo, el segundo sector en importancia en cuanto la creación de empleos es la administración pública, seguido por la manufactura, los servicios y el comercio (JP, 2007).

Los sectores de agricultura, construcción, transportación y almacenamiento, finanzas, seguros y bienes raíces también aportaron en menor escala a la creación de empleos en la región.

La actividad manufacturera es la principal generadora de ingresos en la Región Este de la JP (36.9%). El segundo generador de ingreso fue el sector de los servicios (17.6%), seguido de la administración pública (14.4%) y el comercio (10.1%). En Fajardo el ingreso principal se concentra en los servicios, en Ceiba en la agricultura y la administración pública y en Naguabo en la manufactura y la administración pública.

La antigua base naval generaba aproximadamente \$300 millones en actividad económica. El cierre de la ABNRR, el cual se llevó a cabo en seis meses, a diferencia de otras bases en los Estados Unidos cuyo cierre puede tomar años, ha resultado en la pérdida de actividad económica en la región, un aumento en el desempleo y, en el



mejor escenario, pérdidas a corto plazo en la inversión y el potencial desarrollo en la vecindad de la ABNRR (CB Richard Ellis, 2004).

## **F. Unidades de Vivienda**

Según el Censo de Población y Vivienda de 2000, los municipios de enfoque de la Región Este tienen 32,723 unidades de vivienda, lo que representa un 2.3 por ciento de las unidades en todo Puerto Rico y un 23% de las unidades en la Región Este. La distribución de las unidades de vivienda se relaciona con la población, por lo que en Fajardo (17,136) se concentra la mayoría de las viviendas. Las unidades restantes se ubican en Ceiba (6,742) y Naguabo (8,875). De todas estas, la mayoría son unidades unifamiliares.

Según el Censo del 2000, la Región Este cuenta con una gran cantidad de unidades de vivienda desocupadas (21,309). La proporción de viviendas desocupadas en esta Región (15.1%) es superior a la proporción calculada para todo Puerto Rico (11.0%). De éstas, 37.9% se utilizan para uso estacional, recreativo u ocasional, lo que se conoce como segundas viviendas. El comportamiento observado en este indicador de oferta de vivienda indica una preferencia de los dueños por propiedades para uso estacional, u ocasional (segundas viviendas). La región es líder en términos relativos de viviendas reservadas para usos estacionales, recreativos y ocasionales.

Fajardo tiene 2,960 viviendas vacantes, lo que representa un 17.3% del total de viviendas del municipio, con un 49.1% que se utiliza como segundas viviendas. Ceiba tiene 992 viviendas vacantes, lo que representa 14.8% del total de viviendas del municipio. Naguabo tiene 1,003 viviendas vacantes, lo que representa 11.3% del total de viviendas del municipio. En términos del uso de segundas viviendas en los municipios de Ceiba y Naguabo, se registró un uso de 10.7% y 12.3%, respectivamente; los cuales representan de los porcentajes más bajos para toda la región de viviendas para uso estacional, recreativo u ocasional.

### **2.4.3 Infraestructura**

La Región Este cuenta con una amplia red de infraestructura, que incluye carreteras, aeropuertos, puertos, embalses y sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, manejo de desperdicios sólidos, energía eléctrica, comunicaciones y facilidades de salud (Figura 2.27). En el análisis sobre infraestructura nos enfocaremos



particularmente en la distribución, usos propuestos y demandas futuras de los desarrollos vislumbrados para los terrenos dentro de la antigua base naval.

### A. Carreteras, Aeropuertos y Puertos

La carretera PR-3 es en la actualidad la principal vía de acceso a la región desde el Área Metropolitana de San Juan. Se encuentra en construcción la extensión de la autopista PR-66 a Río Grande, la cual conectará la PR-3 vía expreso desde Río Grande hasta la Zona Metropolitana. La PR-53 conecta la región con los municipios del Sureste, principalmente con Humacao como polo de actividad económica.

Dentro de la antigua base, discurren unas seis carreteras principales de 2 carriles, que proveen acceso a casi todas las áreas. Según la Declaración de Impacto Ambiental del

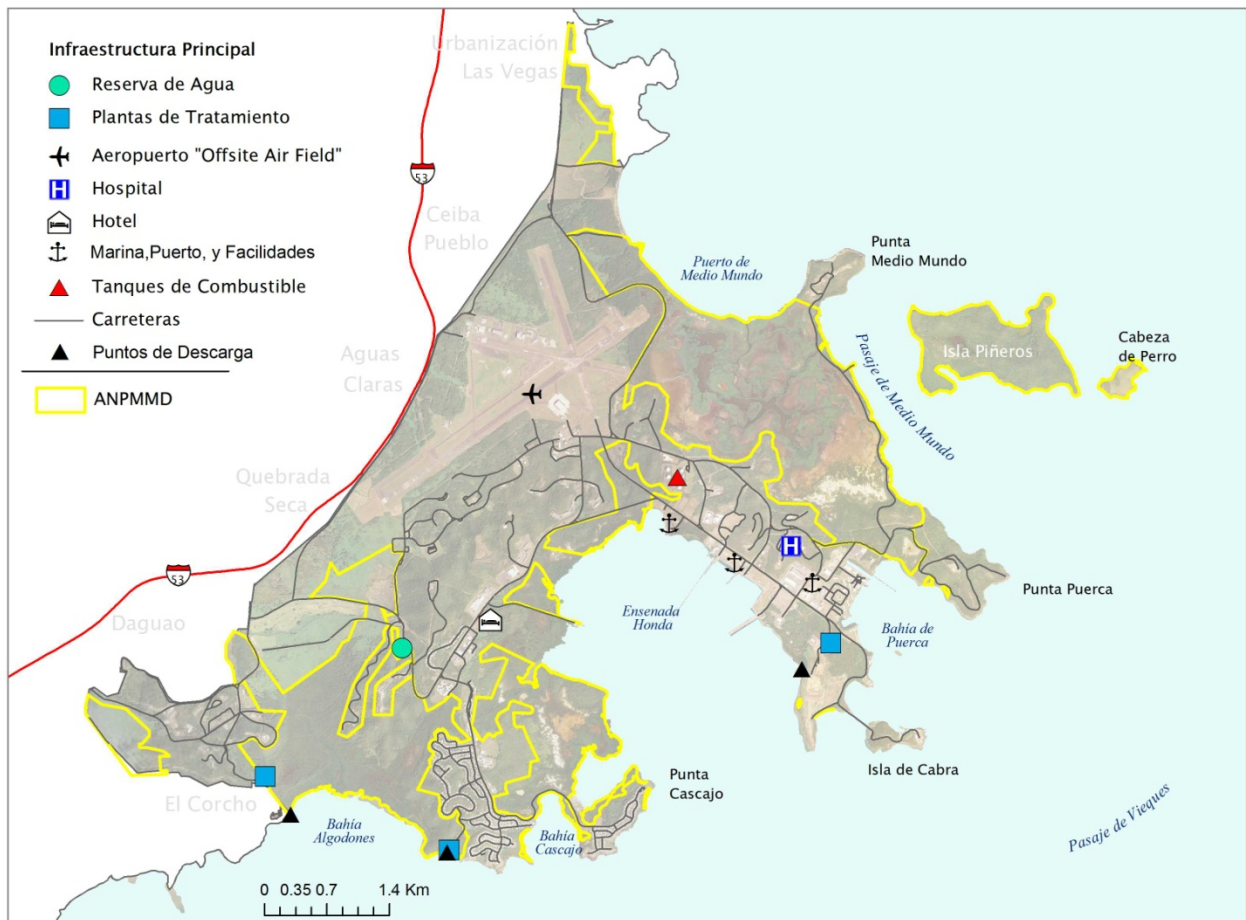
**FIGURA 2.27**  
**INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DEL CONTEXTO REGIONAL**



Plan Especial para el Portal del Futuro, el re-desarrollo de la antigua base naval aumentará el tránsito tanto dentro de la ABNRR, como en las carreteras estatales PR-3 y PR-53. No obstante, este aumento será uno paulatino (CSA Group, Inc., 2008).

A estos efectos, el Plan Especial propone mejoras al sistema vial que minimicen el potencial de congestión de las carreteras que entrarían a la antigua base naval. Las mejoras planificadas a las carreteras incluyen la construcción de una nueva intersección a desnivel para tener acceso a la PR-53 (norte) desde el aeropuerto; la construcción de un “Boulevard del Aeropuerto” de seis (6) carriles, de aproximadamente 850 metros de largo desde la nueva intersección; y la expansión de *Langley Drive* y *Tarawa Road* de dos (2) a seis (6) carriles, ambas. (Los carriles se dividirían en cuatro, 4, para rodaje y dos, 2, para transporte colectivo.) Además se propone mejorar la intersección existente con la PR-53 (sur). También se proveerán sistemas alternos de movilidad, como ciclo vías y rutas peatonales, además de los carriles para transporte colectivo (CSA Group, Inc., 2008).

**FIGURA 2.28**  
**INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DENTRO DE LA ABNRR**



La Región Este también cuenta con un aeropuerto regional re-desarrollado en los terrenos del aeropuerto militar de la antigua base naval (*Ofstie Field*), el cual ofrece viajes diarios hacia Vieques, Culebra, St. Thomas y Santa Cruz. Este aeropuerto absorbió las operaciones del aeropuerto Diego Jiménez Torres de Fajardo, luego de su cierre a partir del año 2008. Con este aeropuerto, también se propone consolidar las operaciones del aeropuerto de Humacao.

El aeropuerto de Ceiba inició un proceso de transformación y crecimiento de mejoras capitales de una unidad militar a una unidad civil. La Autoridad de Puertos proyecta un crecimiento anual promedio de aproximadamente 12 por ciento con el total de las operaciones aumentando en más de 400 por ciento, de 25,889 en su año de inicio a 111,966 para el año 2025 (PBS&J Caribe Engineering CSP, 2007). Gran parte de este crecimiento significativo está proyectado para las operaciones de líneas aéreas de pasajeros y de carga, con un aumento moderado en las actividades generales de aviación privada. El aumento en el tráfico aéreo tiene varias implicaciones de manejo del ANPMMD, tal como manejo del ruido, manejo de aves, manejo de derrames de combustible, manejo de las aguas de escorrentía, y aumento en la infraestructura, entre otros (Ver Capítulo 3 – Diagnóstico).

En los municipios de la Región Este existen varios puertos principales, Fajardo, Ceiba, Yabucoa, Vieques y Culebra. El puerto de Fajardo tiene 5 marinas recreativas y el puerto de Ceiba tiene una marina recreativa. El puerto de Fajardo es el de mayor movimiento de pasajeros en la Región, el cual cuenta con servicios diarios de transportación marítima con las islas de Vieques y Culebra.

## **B. Agua Potable**

La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) es la corporación pública encargada de suministrar agua potable a la inmensa mayoría de la población en la Región Este. Los municipios de enfoque pertenecen en su mayoría al Área Operativa de Fajardo (AOF) de la AAA, comprendida por los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, y por el Área Operativa de Humacao, a la que pertenece Ceiba, junto a los municipios de Naguabo, Humacao, Las Piedras, Juncos, Yabucoa, Vieques y Culebra (DRNA, 2007).

El agua potable que se utiliza en la antigua base naval proviene del cauce del Río Blanco, la cual es traída a la Base a través de un tubo de concreto armado de 27 pulgadas de diámetro y es administrada por la Marina de los EUA. Esta agua se almacena en un tanque de reserva de 43 millones de galones ubicado en los terrenos

de la antigua base naval y de allí entra a la planta de filtración donde se potabiliza. La capacidad máxima de la planta de filtración es de 4.0 millones de galones diarios (MGD). El agua tratada en la planta, es utilizada para consumo humano y protección contra incendios. El sistema de distribución de agua potable incluye aproximadamente 68 millas de líneas de distribución, 7 estaciones de bombeo y 5 tanques de almacenamiento con un volumen combinado de almacenamiento de 2.6 millones de galones (DON, 2005b).

Según la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Plan Especial para el Portal del Futuro, el re-desarrollo de la antigua base naval requerirá de una demanda de 2.43 MGD de agua potable; por lo que la infraestructura de producción de agua potable de la ABNRR sería adecuada. Para poder servir a los futuros desarrollos en la antigua base naval, se requerirá de la modificación y la ampliación de la red de transmisión y distribución de agua potable dentro de la ABNRR (CSA Group Inc., 2008).

La entidad gubernamental que tome la responsabilidad de operar y mantener la Planta de Filtración de la ABNRR deberá realizar las mejoras necesarias para que ésta cumpla con los requisitos de la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) para agua potable.

De no designarse una entidad gubernamental para operar la Planta de Filtración de la ABNRR, ésta se podría cerrar conforme a la Orden §7003 de la EPA. La AAA asumiría entonces la responsabilidad por el suministro de agua potable al Portal del Futuro (DON, 2005b).

De acuerdo a la DIA del Plan Especial para el Portal del Futuro, la Región Este de la Isla está afectada por deficiencias en la infraestructura de agua. Las plantas de filtración de agua potable funcionan en o sobre su capacidad (Planta de El Duque, Naguabo) o no poseen abastos seguros (Planta Río Blanco, Naguabo). A estos efectos, la AAA tiene planificado y en construcción varios proyectos de infraestructura en esta región (CSA Group Inc., 2008). Algunos proyectos particulares que beneficiarán a estos municipios se enumeran a continuación:

- Acueducto del Sector La Mina en el Barrio Maizales en el Municipio de Naguabo  
– Incluye: Fase IA Tubería y Tanques de Distribución, Fase II Tanque de Distribución y Estación de Bombas, la Planta Modular de Cubuy (0.5 MGD) y la rehabilitación de la Toma en el Río Cubuy y Tubería de Aguas Crudas. Estos proyectos se encuentran en etapa de construcción. Estos proyectos beneficiarán a aproximadamente 5,000 habitantes de los Barrios Río Blanco y Maizales (CSA Group Inc., 2008).

- Planta de Filtración Regional Fajardo y Embalse – La construcción de esta planta de filtración, de una capacidad de 12 MGD, con posibilidad de expansión a 18 MGD fue completada. Este proyecto sirve total o parcialmente los siguientes barrios de Ceiba: Machos, Saco, Río Abajo, Chupacallos, Quebrada Seca, Pueblo y Daguao. El sistema de distribución (Tramo 1N) que llega a Ceiba ya fue construido. Con este proyecto se eliminaría la actual Planta El Paraíso (seis, 6 MGD) (CSA Group Inc., 2008).
- Embalse Río Blanco y Planta de Filtración Río Blanco – Al presente la planta de filtración de Río Blanco se ve obligada a reducir su producción a la mitad durante los periodos secos ya que su toma es una superficial. A estos efectos, se diseñó un embalse fuera del cauce del río y una toma para la Planta de Filtración del Río Blanco. La construcción del embalse de Río Blanco ya fue comenzada. De acuerdo al Memorando de Diseño de este proyecto, la planta de filtración puede producir 12 MGD, pero su producción se reduce a 6 MGD en periodos secos lo que resulta en interrupciones del servicio a sus abonados. Su diseño contempló espacio para ampliación a unos 18 MGD. El proyecto beneficiará a los siguientes barrios de Naguabo: Daguao, Duque, Húcares, Maizales, Naguabo Pueblo, Peña Pobre, Río Blanco, Santiago, Lima y Antón Ruiz (CSA Group Inc., 2008).

### C. Aguas Usadas

De acuerdo a la DIA del Plan Especial de Usos de Terrenos del Portal del Futuro, el sistema de recolección de aguas usadas en la ABNRR consiste de aproximadamente 32.5 millas de líneas por gravedad, 9.5 millas de tubería por bombeo (*force mains*), aproximadamente 906 registros (*manholes*), 28 estaciones de bombeo, seis (6) estaciones de trituración (*grinder*) y tres (3) plantas de tratamiento (CSA Group Inc., 2008). El sistema de recolección original fue construido en la década del 1940 y durante la década del 1990 se realizaron mejoras al sistema (CB Richard Ellis, 2004).

Las tres plantas de tratamiento de aguas usadas ofrecen un tratamiento de nivel terciario, son administradas por la Marina de los EUA y están distribuidas de la siguiente manera:

- *Bundy* – Capacidad permitida 0.65 MGD
- *Capehart* – 1.13 MGD
- *Forestal* – 1.01 MGD

La capacidad total del sistema de alcantarillado dentro de la base es de 2.79 MGD (CSA Group Inc, 2008).

El Plan de Reuso de la Antigua Base Naval identificaba aquellas mejoras necesarias a las troncales sanitarias y a los componentes complementarios del sistema de tratamiento de aguas usadas por zonas de planificación (CB Richard Ellis, 2004). Utilizando el Plan de Reuso como referencia de las áreas de ocupación y las propuestas de usos designados, la DIA del Plan Especial de Usos de Terrenos del Portal del Futuro proyectó la demanda futura de tratamiento de aguas usadas en 2.28 MGD (CSA Group Inc., 2008). Según esta proyección, la infraestructura de tratamiento de aguas usadas actual de la antigua base naval sería adecuada.

No obstante, el desarrollo de los terrenos de la ABNRR requerirá que se modifiquen, amplíen o construyan troncales sanitarias y laterales para transportar las aguas usadas que generen los futuros desarrollos de la zona. Las descargas de aguas usadas de las áreas industriales de la antigua base naval podrían requerir que se realicen mejoras a la planta de tratamiento que maneje estas descargas, o podrían requerirle pre-tratamiento a las industrias que vayan a descargar en las plantas de tratamiento (CSA Group Inc., 2008).

Al igual que para la planta de filtración de agua potable, de no designarse una entidad gubernamental que opere las plantas de tratamiento de aguas usadas del antigua base naval, éstas se podrían cerrar conforme a la Orden por Consentimiento §7003. La AAA asumiría entonces la responsabilidad por el tratamiento de aguas usadas del Portal del Futuro (DON, 2005b)

#### **D. Energía Eléctrica**

Según el Plan de Reuso de la ABNRR, existen dos líneas principales de 38 kV que proveen energía eléctrica a los terrenos de la antigua base del sistema de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE). Una de ellas sirve al aeropuerto y la otra, en Daguao, sirve once (11) subestaciones ubicadas por toda la ABNRR que reducen el voltaje de las líneas principales y distribuyen energía eléctrica a los correspondientes voltajes requeridos; 13.2 kV, 4.16kV ó 480 V. La Marina de los EUA no informó deficiencias con el sistema de distribución de energía eléctrica dentro de la antigua base (CB Richard Ellis, 2004)

El Plan de Reuso también establece cuáles son las mejoras necesarias al sistema existente, como subestaciones y líneas de distribución asociadas. Utilizando el Plan de Reuso como referencia de las áreas de ocupación y las propuestas de usos designados, al igual que los factores de demanda establecidos por la AEE y el *National*

*Electrical Code*, la DIA del Plan Especial de Usos de Terrenos del Portal del Futuro proyectó la demanda futura de energía para los desarrollos que se planifican en la ABNRR. Esta demanda fue estimada en aproximadamente 100 MVA.

Según esta DIA, la infraestructura eléctrica de la ABNRR deberá ser mejorada y ampliada para satisfacer la demanda de los desarrollos futuros. Se anticipa que la AEE tome control del sistema eléctrico de la antigua base naval. Cada desarrollo futuro deberá informar a la AEE la carga en KVA que requerirá, realizar las aportaciones para las mejoras necesarias y coordinar con esta agencia el punto de conexión (CSA Group Inc., 2008). Actualmente, la AEE no tiene un Plan de Mejoras Capitales para la infraestructura eléctrica dentro de la antigua base.<sup>4</sup>

### **E. Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos**

De acuerdo a la DIA del Plan Especial de Usos de Terrenos del Portal del Futuro, los desperdicios sólidos que se generen en los terrenos de la antigua base naval serán recogidos y transportados a los rellenos sanitarios de la Región Este (especialmente el de Fajardo) por entidades públicas y privadas.

Según la Autoridad de Desperdicios Sólidos, el Sistema de Relleno Sanitario (SRS) de Fajardo recibe en promedio unas 987.7 toneladas de desperdicios diarios (JP, 2006), principalmente de los municipios de Loíza, Río Grande, Luquillo, Fajardo, Ceiba, Naguabo, Las Piedras y Canóvanas, al igual que de compañías privadas y agencias de gobierno. Al compararse con todos los SRS en Puerto Rico, Fajardo es el quinto SRS que más recibe desperdicios en la Isla, después de los SRS de Humacao, Toa Baja, Ponce y Arecibo.

Algunos municipios de la Región Este también utilizan una planta de recuperación de materiales ubicada en el municipio de Humacao. Esta planta procesa materiales reciclables limpios (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006).

De acuerdo a estudios de la Marina de los EUA, el SRS de Fajardo recibe los desperdicios sólidos municipales de una población de aproximadamente 187,185 personas (DON, 2005b). Se proyecta, que los desarrollos futuros dentro de la antigua base naval aumenten la población de la región por 6,257. Esto representa un 3% de la población a la cual se le da servicio actualmente (CSA Group Inc., 2008).

---

<sup>4</sup> Comunicación personal (2009). Representantes de la Autoridad de Energía Eléctrica. Taller de consulta a agencias estatales. 19 de febrero de 2009.

Basado en el crecimiento poblacional que se proyecta de 6,257 personas y una tasa de generación de desperdicios de 0.7 toneladas/año/cápita, lo cual promedia todos los desperdicios sólidos residenciales, comerciales e industriales no peligrosos de un municipio, se generaría un estimado de 4,380 toneladas de desperdicios sólidos anualmente (CSA Group Inc., 2008). Esto añadiría aproximadamente 2% a los desperdicios sólidos municipales que actualmente maneja en el SRS de Fajardo. Por consiguiente, no se proyecta que los futuros desarrollos de la antigua base naval impacten significativamente las instalaciones de manejo de desperdicios sólidos.

La vida útil o capacidad del SRS de Fajardo se estima concluirá entre los años 2012 al 2013. El Municipio de Fajardo está proponiendo, como consecuencia, expandir el SRS de Fajardo a un área aledaña consistente de 60.8 cuerdas. Se estima que dicha expansión proporcionará una capacidad adicional de aproximadamente 4,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el año 2044. La expansión ha sido planificada para llevarse a cabo por etapas mediante la construcción de celdas de disposición. Se espera que esta expansión comience operaciones a partir del año 2013 (Autoridad de Desperdicios Sólidos, 2008; Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006).

Por otro lado, durante el desarrollo futuro de los proyectos dentro de la antigua base naval, se velará por el cumplimiento de la Ley Núm. 70 de 18 de septiembre de 1992, conocida como "Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico", según enmendada y la Ley Num. 61 de 10 de mayo de 2002, conocida como la "Ley para Crear las Áreas de Recuperación de Material Reciclable en los Complejos de Viviendas".

#### **2.4.4 Tendencias de Desarrollo Urbano y Turístico**

El potencial turístico y la continua demanda de viviendas privadas en Región Este de Puerto Rico han generado grandes presiones para la construcción de complejos turísticos y otras zonas residenciales en la zona costanera. La alta densidad poblacional, la concentración de actividades económicas y el sistemático crecimiento del Área Metropolitana de San Juan continúan generando la mayor demanda por las tierras llanas de esta área comprometiendo la integridad y calidad de los sistemas ecológicos de la Región (DRNA, 2008).

Según datos del documento de revisión y actualización del Programa de Manejo de Zona Costanera, tanto la zona nordeste de Puerto Rico (definida desde Boca de Cangrejos en Carolina hasta el Río Demajagua en Ceiba) como la zona sudeste de

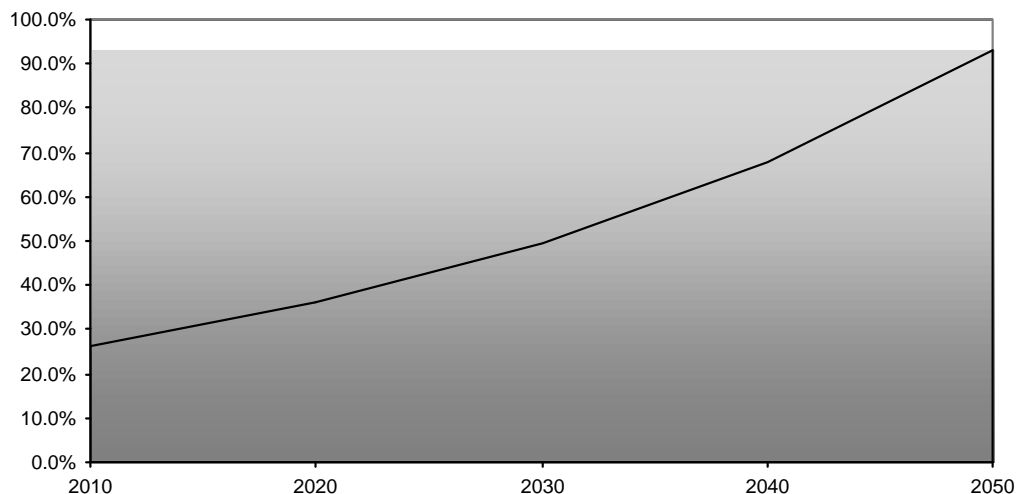


Puerto Rico (definida desde el Río Demajagüa en Ceiba hasta el Río Grande en Patillas) presenta un incremento sustancial en la urbanización del territorio.

En el caso de la zona nordeste de Puerto Rico, “durante un periodo de 22 años, de 1977 a 1999, el área de suelo urbano se duplicó (de 9.4% a 18.7%). La tasa de cambio para este periodo fue de 99.5 por ciento. Si esta razón de crecimiento promedio anual prevalece (3.2%), se espera que casi la totalidad del territorio (93%) se haya urbanizado para el año 2050” (DRNA, 2004c, p. 36).

La zona sudeste de Puerto Rico “presenta una razón de crecimiento anual promedio sustancial (2.1%). Hasta el año 1977, se había urbanizado 9.3% del territorio. Ya para el año 1999, se había urbanizado el 14.8%. Se proyecta que, de continuar el patrón de urbanización actual en el área, para el año 2050 el 43% del sector ya esté urbanizado” (*Ibid*, p. 36).

**FIGURA 2.29**  
**PROYECCIÓN DE CAMBIO EN SUELO URBANO EN LA**  
**ZONA COSTANERA DE LA ZONA NORDESTE DE PUERTO RICO**  
**SEGÚN EL PROGRAMA DE MANEJO DE LA ZONA COSTANERA**  
(Fuente: Estudios Técnicos, DRNA, 2004d)



### **A. Desarrollos Turísticos**

La Región Este posee numerosos atractivos de alto valor natural e históricos, características sobresalientes y diversas amenidades recreativas que convierten al área en una de gran potencial para el desarrollo turístico. A su vez, presentan gran potencial para el desarrollo de instalaciones y actividades de turismo de naturaleza y



Río Grande-Fajardo, en lo que se reconoce como el destino de complejos vacacionales hoteleros (“resort destination”) más importante de todo Puerto Rico.

Los municipios de enfoque cuentan con 7 establecimientos turísticos endosados por la Compañía de Turismo, entre “resorts” (1), hoteles (1), condo-hoteles (1) y casas de huéspedes o “guest-houses” (4) con diversas amenidades, incluyendo 2 campos de golf.

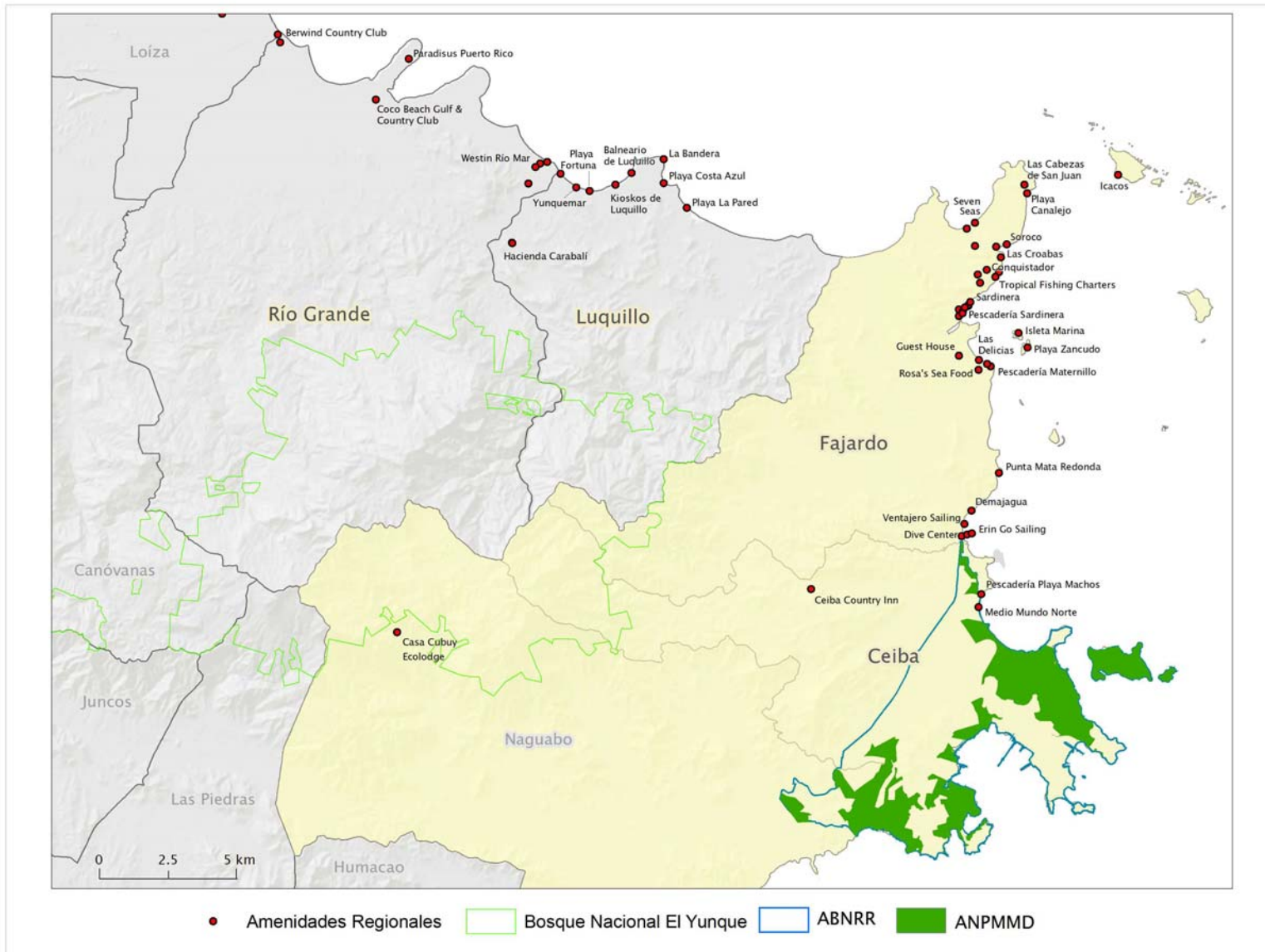
En la Región Este también hay más de 1,000 habitaciones hoteleras y cuatro campos de golf en construcción o planificación. Estas nuevas instalaciones de alojamiento se proponen, en su mayoría, para los municipios de Río Grande y Fajardo. En construcción, se encuentran el St. Regis Bahia Beach Plantation (150 habitaciones) en Río Grande y el Cayo Largo Resort (314 habitaciones) y el Hotel Conquistador Estates (100 habitaciones) en Fajardo, al igual que la expansión del condo-hotel Las Casitas en Fajardo. En la fase de planificación y en distintos niveles del proceso de adquisición de permisos, se encuentran el Le Meridien Hotel (antes Fairmourt Resort con 400 habitaciones), el King’s Palace Resort, Spa & Casino (110 habitaciones), el Paraná Tourist Complex (330 habitaciones) y un hotel eco-turístico (24 habitaciones) en Río Grande. En Naguabo, se proponen dos complejos residenciales-turísticos; uno el Cotton Bay Resort (adyacente a las Áreas de Conservación del ANPMMD en el Barrio Dagüao, con 360 habitaciones de hotel distribuidas en un edificio con 100 habitaciones y 13 edificios tipo “walk-up” con 260 habitaciones) y Portofino Resort (propuesto en el área de Punta Lima, con 50 habitaciones de hotel, 240 habitaciones de condo-hotel y 287 villas residenciales).

**TABLA 2.22**  
**INVENTARIO DE HABITACIONES EN LOS MUNICIPIOS DE ENFOQUE**  
**ENDOSADAS POR LA COMPAÑÍA DE TURISMO DE PUERTO RICO**

Nombre	Categoría	Unidades	Municipio
El Conquistador Resort & Spa	Resort	750	Fajardo
Las Casitas	Condo-Hotel	162	Fajardo
Fajardo Inn	Hotel	97	Fajardo
Scenic Inn	Guest House	14	Fajardo
Passion Fruit	Guest House	12	Fajardo
Ceiba Country Inn	Guest House	9	Ceiba
Cubuy Ecolodge	Guest House	10	Naguabo
<b>TOTAL</b>		<b>1,054</b>	

La Compañía de Turismo, al igual que otras agencias gubernamentales, tiene otras iniciativas de desarrollo turístico más amplias en etapas de planificación. Estas incluyen la implantación del Plan de Re-uso de los terrenos de la antigua base naval con un énfasis en el desarrollo turístico a través de la ejecución de diversos proyectos, tales como el desarrollo de la ruta marítima corta entre las islas de Vieques y Culebra, el re-desarrollo del puerto y el frente marítimo para fortalecer el turismo náutico y la expansión de las operaciones del aeropuerto para su uso a una escala internacional.

**FIGURA 2.31**  
**HOTELES Y ATRACTIVOS PRINCIPALES DEL CONTEXTO REGIONAL**



## 2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS

El uso de los terrenos, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, y la protección de la calidad del medio ambiente en el ANPMMD están regidos por múltiples políticas públicas. Estas son tanto de aplicación general, regional como específica para esta área, sujetas a la jurisdicción del ELAPR, y en menor medida, a la del gobierno federal. A continuación, se resumen aquellas políticas públicas que tienen mayor injerencia y que por lo tanto, guiaron la formulación de las propuestas sobre el manejo del ANPMMD:

### **Políticas Públicas del ELAPR**

- **Artículo VI, Sección 19, de la Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico** – Establece que: “será política pública del ELAPR la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad; la conservación y mantenimiento de los edificios y lugares que sean declarados de valor histórico o artístico por la Asamblea Legislativa”.
- **Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Ley Núm. 23 de 20 de junio de 1972, según enmendada** – Ordena a esta agencia a implantar la fase operacional del mandato constitucional sobre la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y la política pública ambiental de Puerto Rico.
- **Ley Orgánica de la Junta de Planificación, Ley Núm. 75 de 24 de junio de 1975, según enmendada** – Esta ley, aparte de crear la JP, establece de forma general los criterios que deberá seguir la planificación de los usos del suelo en la Isla. Según dispone, la JP deberá “guiar el desarrollo integral de Puerto Rico de modo coordinado, adecuado, económico, el cual, de acuerdo con las actuales y futuras necesidades sociales y los recursos humanos, ambientales, físicos y económicos, hubiere de fomentar en la mejor forma la salud, la seguridad, el orden, la convivencia, la prosperidad, la defensa, la cultura, la solidez económica y el bienestar general de los actuales y futuros habitantes, y aquella eficiencia, economía y bienestar social en el proceso de desarrollo, en la distribución de población, en el uso de las tierras y otros recursos naturales, y en las mejoras públicas que tiendan a crear condiciones favorables para que la sociedad pueda desarrollarse integralmente”. Además, establece que la JP “podrá hacer determinaciones sobre usos de terrenos dentro de los límites territoriales del ELAPR, con sujeción a las normas y requisitos consignados en esa ley, o en

cualquier otra ley aplicable, para tales casos”. También, autoriza a la JP “a preparar y adoptar planes de uso de terreno. Éstos podrán ser, entre otros, regionales o para un sector en particular y podrán estar destinados a la conservación y protección de recursos naturales.”

- **Ley de Bosques de Puerto Rico, Ley Núm. 133 de 1 de julio de 1975, según enmendada** – Declara como política pública forestal que “los bosques son un recurso natural y único por su capacidad para conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente; conservan el suelo, el agua, la flora y la fauna; proveen productos madereros; proporcionan un ambiente sano para la recreación al aire libre y para la inspiración y expansión espiritual del hombre; y el manejo forestal provee una fuente de empleo rural. Los bosques constituyen, por lo tanto, una herencia esencial, por lo que se mantendrán, conservarán, protegerán, y expandirán para lograr su pleno aprovechamiento y disfrute por esta generación, así como legado para las generaciones futuras.”
- **Ley para la Conservación, el Desarrollo y Uso de los Recursos de Agua de Puerto Rico, Ley Núm. 136 del 3 de junio de 1976, según enmendada** - Establece que todas las aguas y cuerpos de agua en la Isla se declaran prioridad y riqueza del Pueblo de Puerto Rico, por lo que el Gobierno del ELAPR administrará y protegerá este patrimonio a nombre y en beneficio de la población puertorriqueña.
- **Ley del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico, Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988** – Dispone que el Gobernador del ELAPR podrá, mediante orden ejecutiva, ordenar el traspaso de aquellas áreas de valor natural que actualmente son propiedad del ELAPR, de sus agencias o de sus instrumentalidades al DRNA, o disponer el manejo de las mismas por esta agencia.
- **Ley de Municipios Autónomos, Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1991, según enmendada** - Otorga a los municipios la capacidad para asumir nuevas funciones que le delegue el Gobierno Central, entre ellas, la ordenación territorial. Esta ley establece como política pública “propiciar un uso juicioso y un aprovechamiento óptimo del territorio para asegurar el bienestar de las generaciones actuales y futuras, promoviendo un proceso de desarrollo ordenado, racional e integral de los mismos”. El proceso de ordenación del territorio, cuando se desarrolle a nivel del municipio según lo dispuesto en esta ley, se realizará mediante Planes de Ordenación que contendrán las estrategias y disposiciones para el manejo del suelo urbano; la transformación del suelo

urbanizable en suelo urbano de forma funcional, estética y compacta; y la conservación, protección, y utilización -de forma no urbana- del suelo rústico.

- **Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico (OPPUT) de 1995** – Este documento preparado por la JP, se ha establecido para servir de guía a las agencias e instrumentalidades públicas en la formulación de políticas, planes y programas y en la toma de decisiones y acciones sobre proyectos públicos y privados, así como en el proceso de zonificación y de otros instrumentos de planificación de usos de terrenos, y para otros fines de interés público.
- **Ley de Arena, Grava y Piedra, Ley Núm. 132 de 25 de junio de 1968, según enmendada** – Establece la política pública con respecto a las actividades de extracción, remoción y dragado de los componentes de la corteza terrestre en terrenos públicos y privados. El artículo 5, inciso d-2 de esta ley dispone que no se expedirán permisos para excavar, extraer, remover o dragar componentes de la corteza terrestre cuando "... el lugar donde se desarrollaría la actividad fuera un área de pesca o un área recreativa, o un balneario, o un arrecife, o un área de reserva de recursos naturales, o vida silvestre, o cuando dicho lugar estuviese localizado en los alrededores de cualquiera de las áreas mencionadas y la labor de excavación, extracción, remoción o dragado pudiese afectar las actividades de pesca y recreación o la integridad de los sistemas naturales, arrecifes o del área de reserva."
- **Ley para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico, Ley 112 del 20 de julio de 1998, según enmendada** – Crea el Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico dentro del Instituto de Cultura Puertorriqueña, como organismo gubernamental responsable de proteger y custodiar los recursos arqueológicos terrestres y a la vez, fomentar el inventario científico y estudio de estos valores arqueológicos en armonía con la política pública del ELAPR. Además, regula todo lo concerniente a los endosos y permisos a proyectos de construcción y desarrollo. A su vez, establece que cualquier determinación sobre materiales arqueológicos debe ser consultada con el Consejo.
- **Ley de Pesquerías de Puerto Rico, Ley Núm. 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada** – Declara de dominio público todos los organismos acuáticos y semiacuáticos que se encuentren en cuerpos de agua que no sean dominio privado, incluyendo aquellos hallados también en el mar territorial; estableciendo a su vez que dichos mecanismos podrán ser pescados,



aprovechados, y comerciados libremente, con sujeción a las disposiciones de esta Ley y los reglamentos promulgados a su amparo. El DRNA deberá promover el mejor uso, la conservación y el manejo de los recursos pesqueros de acuerdo a las necesidades del Pueblo de Puerto Rico.

- **Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico, Ley Núm. 314 de 24 de diciembre de 1998, según enmendada** – Declara como política pública del ELAPR, la protección de los humedales, entre ellos los pantanos y las ciénagas, por lo que se promueve su preservación, conservación, restauración y manejo.
- **Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico, Ley Núm. 147 del 15 de julio de 1999** – Declara y reitera que es política pública del ELAPR “la protección, preservación y conservación de los arrecifes de coral en las aguas territoriales de Puerto Rico, para el beneficio y disfrute de esta y futuras generaciones. Se declara además, que el interés público urge evitar y prevenir el daño continuo e irreparable de los arrecifes de coral y de la vida marina asociada al mismo. El DRNA promoverá el desarrollo de planes de manejo sostenible para los arrecifes de coral de Puerto Rico.”
- **Ley de Vida Silvestre, Ley Núm. 241 de 15 de agosto de 1999, según enmendada** – Instituye como política pública la protección de la vida silvestre y, en particular, el hábitat de estas especies.
- **Ley de Navegación y Seguridad Acuática de Puerto Rico, Ley Núm. 430 del 21 de diciembre de 2000, según enmendada** - Declara como política pública del ELAPR “el propiciar y garantizar la seguridad a la ciudadanía, en las prácticas recreativas marítimas y acuáticas y deportes relacionados y en el disfrute de las playas, lagos, lagunas y cuerpos de agua de Puerto Rico, así como el proteger la fauna, la flora y otros recursos naturales y ambientales que puedan afectarse por las actividades recreativas o de otra índole que se desarrollen allí. Con el propósito de cumplir con la responsabilidad de velar por el bienestar y la seguridad de los ciudadanos en sus actividades recreativas y de solaz y de propiciar que se mantengan condiciones bajo las cuales el ser humano y la naturaleza puedan coexistir en armonía, se provee para que se tomen las medidas de protección y seguridad necesarias, tanto para los ciudadanos que disfrutan de estas áreas, como para los recursos naturales y ambientales existentes en las mismas. La Ley deberá propiciar el uso ordenado del recurso de forma que estimule su uso comercial y recreativo, facilitando el acceso y la navegabilidad de las aguas.”

- **Ley para Establecer la Política Pública sobre la Prevención de Inundaciones y Conservación de Ríos y Quebradas, Ley Núm. 49 de 4 de enero de 2003, según enmendada** – Declara como política pública del Gobierno del ELAPR preservar los ríos y quebradas como ecosistemas que proveen múltiples beneficios.
- **Ley del Fondo para la Adquisición y Conservación de Terrenos de Puerto Rico, Ley Núm. 268 de 5 de septiembre de 2003** - Declara y reitera que “es política pública del ELAPR el fomentar el desarrollo sustentable asegurando la conservación de terrenos de alto valor ecológico. De esta forma, reconocemos la importancia de proteger los recursos naturales que contribuyen a mejorar la calidad de vida de nuestros ciudadanos. Como parte de los terrenos de alto valor ecológico, se reconocen los terrenos que sirven para proteger los recursos de agua, aire y tierra.” Esta ley crea a su vez un fondo, administrado por el DRNA, con el fin de financiar e incentivar la adquisición, mejoramiento, conservación y mantenimiento de terrenos que, por su naturaleza, sean de alto valor ecológico.
- **Ley sobre Política Pública de Desarrollo Sostenible, Ley Núm. 267 de 10 de septiembre de 2004** – Declara como política continua del Gobierno del ELAPR, incluyendo sus municipios, la utilización de todos los medios y medidas prácticas, para alentar y promover el desarrollo sostenible de Puerto Rico. El ELAPR, por lo tanto, debe encaminarse a lograr una sociedad basada en una economía sostenible y un desarrollo balanceado, en el que se armonice el desarrollo económico con la restauración y protección del ambiente y los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de los puertorriqueños; y donde sus metas económicas, sociales y ambientales estén unificadas dentro del contexto del desarrollo sostenible y su condición de pequeño estado insular.
- **Ley de Política Pública Ambiental, Ley Núm. 416 de 22 de septiembre de 2004** – Dispone que es política continua del Gobierno del ELAPR, incluyendo sus municipios, utilizar todos los medios y medidas prácticas con el propósito de alentar y promover el bienestar general y asegurar que los sistemas naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica, en el marco de una cultura de sustentabilidad, para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualesquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños. En armonía con este

enunciado y reconociendo la importancia y relación entre los factores sociales, económicos y ambientales, esta ley establece que el ELAPR procurará lograr su desarrollo sustentable basándose en los siguientes cuatro amplios objetivos: (1) la más efectiva protección del ambiente y los recursos naturales; (2) el uso más prudente y eficiente de los recursos naturales para beneficio de toda la ciudadanía; (3) un progreso social que reconozca las necesidades de todos; y, (4) el logro y mantenimiento de altos y estables niveles de crecimiento económico y empleos.

- **Ley de Política Pública para el Desarrollo Sostenible del Turismo en Puerto Rico, Ley Núm. 254 de 30 de noviembre de 2006** – Establece la política pública para propiciar el desarrollo sostenible del turismo como un instrumento de educación y concienciación para conservar, apreciar y experimentar, tanto los recursos naturales como los recursos ambientales, culturales e históricos valiosos en áreas naturales públicas y privadas con la participación activa de las comunidades para el disfrute y bienestar económico de presentes y futuras generaciones.
- **Código Civil de Puerto Rico, Artículos 254 y 341** - Dispone que el mar y sus riberas son ejemplos de cosas comunes cuya propiedad no pertenece a nadie en particular y en las cuales todos los hombres tienen libre uso. A su vez, dispone que son de dominio público los ríos y sus cauces naturales, incluyendo las aguas continuas o discontinuas de manantiales o arroyos que corran por sus cauces naturales y estos mismos cauces.

### **Políticas Públicas del Gobierno Federal**

- **Ley de Manejo de la Zona Costanera de 1972 (U.S. Coastal Zone Management Act), 16 USC 1451 et seq.** – Esta ley tiene el fin de armonizar la preservación y conservación de los recursos naturales con las actividades sociales y económicas en la costa, mediante el desarrollo y adopción de políticas públicas, planes de manejo y otros instrumentos de planificación. En virtud de esta ley se crea el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico, administrado por el DRNA y la JP, bajo el cual se adoptó el Plan de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico en el año 1978. Este Plan es considerado como el elemento costero del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico. A partir del año 2003, el Programa de Manejo de la Zona Costanera incorporó como políticas públicas del Plan de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico aquellas establecidas por la Junta de Planificación en el documento sobre Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico.

- **Ley de Agua Limpia (*U.S. Clean Water Act*), 33 USC 1251 et seq.** – Se crea con el fin de restaurar y mantener la integridad química, física y biológica de las aguas de los Estados Unidos.
- **Ley de Especies en Peligro de Extinción (*U.S. Endangered Species Act*), 16 U.S.C.A. §§ 1531-1544** – Esta ley protege a las especies vulnerables o en peligro de extinción. Para lograr esto, la ley se hace extensiva a la protección de las áreas de anidaje o refugio de estas especies.

La sección 9 a.1.a de esta ley establece que es ilegal para cualquier persona sujeta a la jurisdicción de los Estados Unidos coger cualquier especie de pez o vida silvestre en peligro de extinción en los Estados Unidos o en sus aguas territoriales. El término “coger” (*take*) se define como molestar, dañar, perseguir, cazar, disparar, herir, matar, atrapar, capturar o coleccionar, o intentar cometer cualesquiera de estos actos.

La sección 9 a.2.b de esta ley dispone además que es ilegal para cualquier persona sujeta a la jurisdicción de los Estados Unidos, remover o adueñarse de cualquier especie de planta en peligro de extinción en áreas bajo jurisdicción federal; dañar maliciosamente o destruir cualquiera de estas especies en cualquiera de estas áreas; o remover, cortar, desenterrar, dañar o destruir cualquiera de estas especies en cualquier otra área con conocimiento de que se esté violando cualquier ley o reglamento de cualquier estado.

- **Ley de Especies de Aves Migratorias (*U.S. Migratory Bird Treaty Act*), 16 USC 701-711** – Prohíbe la captura de aves migratorias protegidas por tratados firmados con Inglaterra, México y Japón.
- **Ley de Protección de Mamíferos Marinos (*U.S. Marine Mammal Protection Act*), 16 USC 1361 et seq.** – Esta ley tiene el propósito de proteger todas las especies de mamíferos marinos.

Tal como se mencionó en el Capítulo 1, el DRNA firmó un acuerdo con el Programa de Terrenos Federales a Parques (*Federal Lands to Parks Program*) del Servicio Nacional de Parques (*National Park Service*) el 5 de marzo del 2007 para establecer su interés y compromiso de convertirse en el titular de todas las Áreas de Conservación identificadas en el Plan de Reuso de la antigua base naval. Entre los términos y condiciones más importantes de este acuerdo, el DRNA también se comprometió en cumplir con las siguientes políticas públicas federales:

- Las provisiones de la Ley Federal de Protección contra Desastres de 1973 (*Federal Disaster Protection Act of 1973 (87 Stat. 975)*);
- La Orden Ejecutiva 11988 sobre la evaluación de riesgos de inundación (*Executive Order 11988 relating to the evaluation of flood hazards*);
- La Orden Ejecutiva 11288 sobre la prevención, control y mitigación de contaminación de agua (*Executive Order 11288 relating to the prevention, control, and abatement of water pollution*);
- La Orden Ejecutiva 11990 sobre la protección de humedales (*Executive Order 11990 relating to the protection of wetlands*);
- La Sección 504 de la Ley de Rehabilitación de 1973, según enmendada, la cual prohíbe la discriminación por razón de necesidades especiales (*Section 504 of the Rehabilitation Act of 1973, as amended (29 USC S794), which prohibits discrimination on the basis of handicap*);
- Ley de Barreras Arquitectónicas de 1968, según enmendada, la cual requiere que cualquier estructura tenga accesos adecuado para personas con necesidades físicas especiales (*Architectural Barriers Act of 1968, as amended (82 Stat. 718), which requires facilities located on the property to be accessible to the physically handicapped*);
- Ley sobre Estadounidenses con Discapacidades de 1990, la cual prohíbe la discriminación por razones de discapacidad en el empleo y en la participación o el disfrute de los beneficios de cualquier programa o actividad que reciba asistencia del gobierno Federal (*American with Disabilities Act of 1990 (104 Stat. 337), which requires that no otherwise qualified handicapped individual shall, solely by reason of his handicapped, be exclude from the participation in, be denied benefits of or be subject to discrimination under any program or activity receiving Federal Assistance*);
- Ley Nacional de Preservación Histórica de 1966, según enmendada, la cual requiere consultar al Oficial de Conservación Histórica para identificar y evaluar lugares y recursos en la propiedad que estén listados o sean elegibles a nominación al Registro Nacional de Lugares Históricos, notificar al Servicio Nacional de Parques de los EUA sobre la identificación de cualquier lugar o recurso histórico nuevo y cumplir con los requisitos de esta ley para evitar o mitigar daños a estos lugares y recursos históricos (*National Historic and Preservation Act of 1966, as amended (16 USC S470) by a consulting the Historic Preservation Officer and conducting investigations as necessary to identify sites and resources on the property listed on or eligible for nomination to the National Register of Historic Places, notifying the NPS an disposal agency of the existence of any such sites and resources, and complying with the requirements of 36 CFR Part 800, as established under the National Historic and*

*Preservation Act of 1966, as amended, to avoid or mitigate adverse effects on such sites and resources).*

## **2.6 PLANES Y REGLAMENTOS VIGENTES Y PROPUESTOS**

El uso de terrenos, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales dentro y adyacentes al ANPMMD están regidos principalmente por los siguientes planes y reglamentos vigentes y propuestos:

- Programa de Manejo de la Zona Costanera (12 de julio de 1978);
- Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17) (31 de marzo de 1983);
- Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (31 de marzo de 1983),
- Zona de Interés Turístico (4 de noviembre de 1993);
- Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) (31 de diciembre de 2005);
- Plan para la Región Este de Puerto Rico, Borrador Preliminar (2007);
- Plan de Reuso para los Terrenos de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (2004), Plan Especial y Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana (2008) y Futuros Ejercicios de Planificación (*Riviera del Caribe*); y
- Planes de Ordenación de los Municipios de Ceiba y Naguabo.

### **2.6.1 Programa de Manejo de la Zona Costanera (12 de julio de 1978)**

El Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico fue desarrollado en virtud de la Ley Federal de Manejo de Zonas Costeras de 1972, según enmendada (P.L. 92-583). El Programa fue adoptado por la JP como el elemento costero del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico, mediante la Resolución PU-002 del 12 de julio de 1978.

El Programa define a la zona costanera como “la franja de terreno costero mil metros lineales (1,000 m) tierra adentro medidos a partir de la línea de costa, así como distancias adicionales necesarias para incluir sistemas naturales claves de la costa. Incluye, además, las aguas territoriales de Puerto Rico y el suelo oceánico o marino bajo éstas (tres leguas marinas, 9 millas náuticas o 10.35 millas terrestres), las islas de Vieques, Culebra, Mona, Monito, Desecheo, Caja de Muertos y todos los cayos e islotes dentro de ellas” (DRNA, 2008).

Tal como mencionamos en la Sección 1.2 del Plan de Manejo, todas las Áreas de Conservación de la antigua base naval están constituidas en lo que se ha denominado como el Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao (ANPMMD). Se utiliza el término “área natural protegida” debido a que esta zona todavía no cuenta con una designación oficial de “Reserva Natural” por parte del DRNA y la JP. Este Plan de Manejo recomienda que el ANPMMD se designe como una “Reserva Natural”, según definida por el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico.

El Programa define el concepto “reserva natural” como las “áreas importantes de recursos costeros, sujetas a serios conflictos de uso presentes o potenciales, que deben preservarse en lo que sustancialmente es su condición actual, o donde sea practicable, restaurarlas a su condición natural previa”. En el referido Programa, la designación de un área como reserva natural acarrea dos consecuencias importantes. Primero, las áreas así designadas se especifican como merecedoras de prioridad en la asignación de los escasos recursos públicos disponibles para tareas de inventario, planificación, reglamentación, vigilancia y provisión de instalaciones y servicios públicos, de manera consecuente con los usos planeados. Segundo, se orienta la política pública dominante en dichas áreas hacia la preservación, la conservación y la restauración de los recursos costeros, por lo que se excluyen aquellos usos o actividades no compatibles con dicha política pública.

La agencia líder para la implantación del Programa es el DRNA a través de la Unidad de Zona Costanera, mientras que la JP es responsable de administrar el proceso de Certificación de la Compatibilidad Federal con el Programa. La JCA y ARPE, entre otras, son agencias con injerencia directa y responsabilidades fundamentales asociadas a la promoción de un desarrollo ambiental y ecológicamente sostenible de la zona costanera.

La Zona Costanera es uno de los recursos más preciados, por su incalculable valor ecológico, histórico y paisajístico con que cuenta el ANPMMD y su región.

### **2.6.2 Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17) (31 de marzo de 1983)**

Este Reglamento se establece para “guiar y controlar el uso y desarrollo de terrenos y cuerpos de agua en la zona costanera de Puerto Rico, sus costas y sus playas y para requerir, fomentar o prohibir, basado en el bienestar general, los accesos a las playas de Puerto Rico” (JP, 1983).

Este reglamento tiene el propósito de lograr el acceso adecuado a la costa y a las playas de Puerto Rico y el uso óptimo de las mismas. Igualmente, requiere que todo nuevo proyecto de desarrollo con frente a la zona marítimo terrestre, provea nuevos accesos a las costas y playas de Puerto Rico. Además, protege los recursos naturales y las reservas naturales al no permitir nuevas lotificaciones o desarrollos que puedan deteriorarlos o destruirlos.

En la Sección 1.08 del Reglamento se indica que la “Junta de Planificación podrá adoptar reglamentos especiales para las Áreas de Reservas Naturales y de Planificación Especial del Programa de Manejo de la Zona Costanera y para otros sectores que por sus características esencialmente diferentes y particulares ameritan que se alteren algunas de las normas de este Reglamento. La reglamentación especial, dentro de la Zona Costanera de Puerto Rico, se considerará como parte de este Reglamento y en aquellas playas y costas que estén cubiertas por la reglamentación especial, las disposiciones de este Reglamento serán de carácter supletorio, en tanto no conflijan con las normas especiales” (JP, 1983).

### **2.6.3 Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (31 de marzo de 1983)**

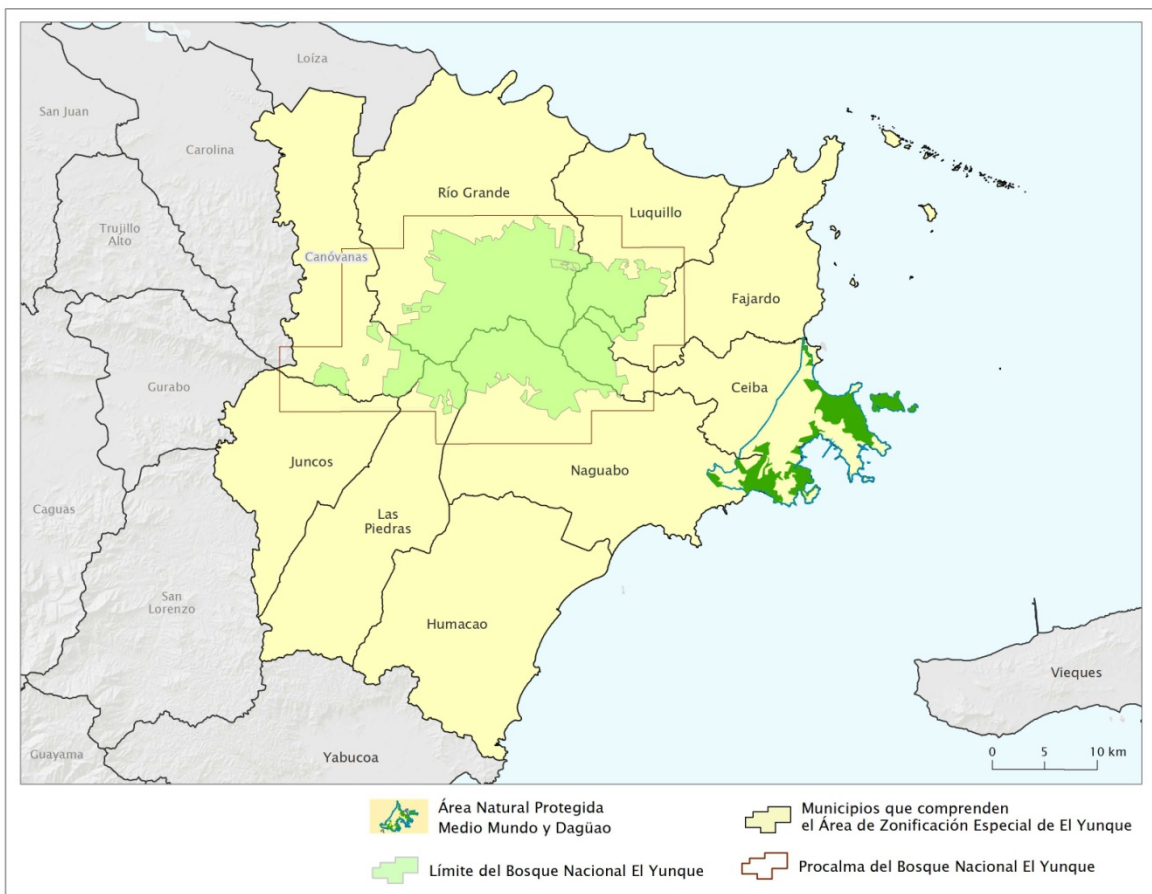
La preocupación sobre el posible efecto de la expansión urbana tanto dentro como fuera de los terrenos del Bosque Nacional El Yunque motivó el desarrollo y la adopción del Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (en adelante el Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque) por la JP el 31 de marzo de 1983 con el propósito de utilizar la zonificación como herramienta de conservación de los terrenos en la periferia del bosque. La región de zonificación especial para la periferia de El Yunque consta de aproximadamente 190,840 cds (75,000 ha) en los municipios de Canóvanas, Ceiba, Fajardo, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Naguabo y Río Grande, las cuales han sido clasificadas de acuerdo a 21 distritos de zonificación. El Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque se incluye como un suplemento al Reglamento de Zonificación de Puerto Rico de la JP (Reglamento Núm. 4), por lo que no incluye disposiciones de carácter general contenidas en este último.

La intención principal del Reglamento de El Yunque se recoge en la siguiente cita del memorial que acompañó al reglamento en 1983:



“Durante los últimos años la periferia de El Yunque ha estado sujeta a una presión de desarrollo de naturaleza desarticulada que ha puesto en peligro la integridad ecológica del bosque. Tanto la fauna como la flora, así como los cuerpos de agua y los suelos propios para el cultivo agrícola en toda la región, se han visto amenazados. Dicho desarrollo se manifiesta, principalmente, como una expansión de las áreas urbanas con usos residenciales y comerciales. Como resultado existe la necesidad, cada vez mayor, de establecer un mecanismo regulador que guíe adecuadamente los usos de terrenos de la región” (JP, 1983).

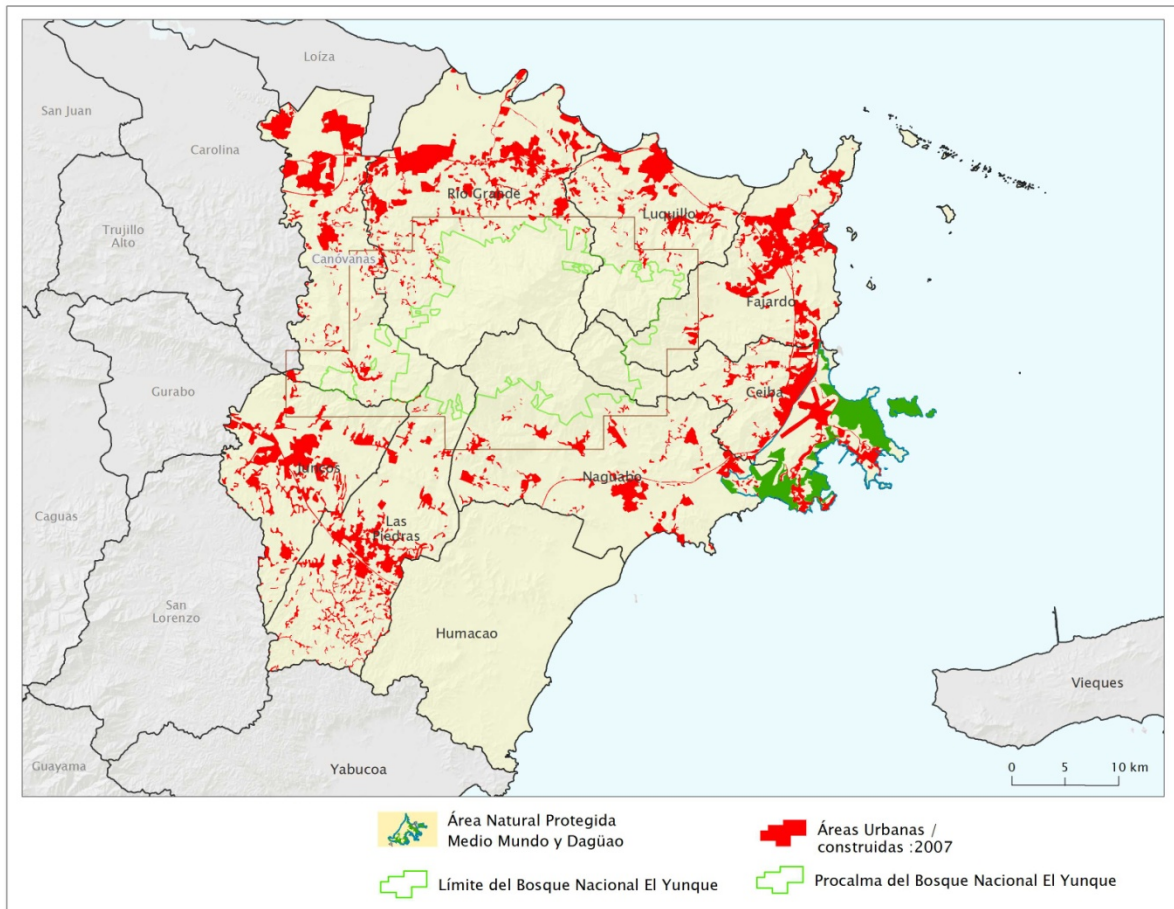
**FIGURA 2.32**  
**ÁREA DE ZONIFICACIÓN ESPECIAL DEL YUNQUE**



Como resultado de ciertas enmiendas al Reglamento en 1991 y 1994, se ha observado que los usos intensivos y urbanos en la periferia de El Yunque continúan en aumento. Esto ha despertado la preocupación de varios sectores gubernamentales y sociales (López et al., 2006). En el año 2004, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos llevo a

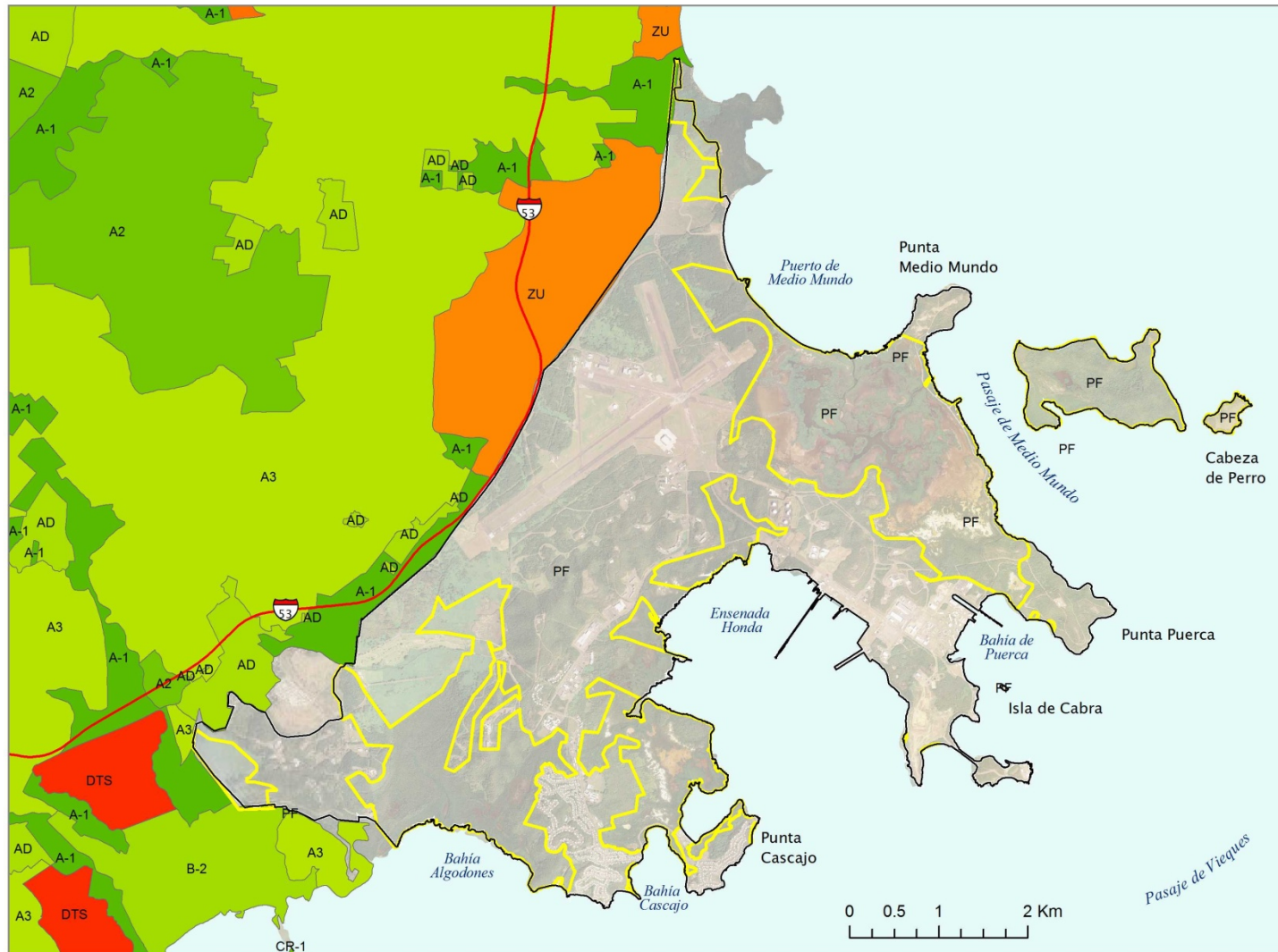
cabo un estudio titulado *Urbanización de los terrenos en la periferia de El Yunque*. El propósito de este estudio fue evaluar los cambios en la cobertura de terrenos en la periferia del Bosque Nacional El Yunque y la eficacia del Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque. El estudio determinó que un 86% de las áreas urbanas nuevas construidas entre los años 1985 a 2001 en el área de zonificación especial no cumplían con los distritos de zonificación del Reglamento (López et al., 2006; Lugo et al., 2004). Según el estudio, la urbanización de los distritos de zonificación agrícolas y de conservación de bosques que ocurrió entre el 1985 y 1995 contradice la intención original del Reglamento y pone en peligro la conservación de El Yunque. El estudio concluyó que el Reglamento no protege adecuadamente la periferia de El Yunque y que es urgente diseñar nuevas estrategias para conservar esta región, tales como reformular una nueva zona de protección en la periferia de El Yunque, proveerle la fuerza de ley a la nueva zona protectora y mejorar la capacidad técnica de las agencias responsables por la planificación y regulación de los terrenos en Puerto Rico (Lugo et al., 2004).

**FIGURA 2.33**  
**COBERTURA URBANA EN EL ÁREA DE**  
**ZONIFICACIÓN ESPECIAL DE EL YUNQUE**



La futura designación del ANPMMD como Reserva Natural ayudará a mitigar las consecuencias negativas de la fragmentación de bosques y paisajes y del acercamiento de zonas urbanas a las naturales en la periferia de El Yunque. Sin embargo, la experiencia del crecimiento de cobertura urbana en terrenos zonificados como agrícolas o bosques en el área de zonificación especial de El Yunque debe ser motivo de preocupación para el futuro manejo del área natural protegida. En especial, en los terrenos ubicados al oeste de la carretera PR-3 y la PR-53 en Ceiba y Naguabo, los cuales han experimentado un aumento en la cobertura de suelo urbano. Por esta razón, el uso de terreno y el manejo futuro del ANPMMD debe conceptualizarse utilizando como unidad de planificación a las cuencas hidrográficas de los ríos y quebradas que fluyen desde la Sierra de Luquillo hasta el área natural protegida. Actualmente, el Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque se utiliza como referencia para todos los distritos rurales de zonificación que existen en los terrenos fuera de la antigua base naval, excepto para el distrito de zonificación de Desarrollo Turístico Selectivo (DTS) que incorporan las Zonas de Interés Turístico (ZIT), como la ZIT de Naguabo-Humacao (Ver Sección 2.6.4). Algunos de estos distritos de zonificación están adyacentes a las Áreas de Conservación del ANPMMD.

**FIGURA 2.34**  
**ZONIFICACIÓN ESPECIAL EN LOS TERRENOS ADYACENTES**  
**AL ANPMMD Y LA ABNRR**



#### **2.6.4 Zona de Interés Turístico Naguabo-Humacao (28 de noviembre de 2000)**

La Ley de Zonas Antiguas o Históricas y Zonas de Interés Turístico (Ley 374 del 14 de mayo de 1949, según enmendada) tiene entre sus propósitos el preservar los valores históricos de Puerto Rico y desarrollar el turismo mediante la conservación y protección de lugares y estructuras especiales, a través de la planificación armoniosa en estas zonas. Originalmente, esta ley sólo cobijaba a las zonas antiguas o históricas de Puerto Rico. Por esta razón, la Ley 374 fue enmendada en 1972 para incluir dentro su alcance la designación de Zonas de Interés Turístico (ZIT) (Ley Núm. 8 del 8 de junio de 1972, según enmendada, conocida como “Ley de Zonas de Interés Turístico”).

Una ZIT se define como cualquier área de Puerto Rico que disponga como parte integrante de su ubicación geográfica o dentro de las inmediaciones de su localización una serie de atractivos naturales y artificiales que estén actualmente desarrollados o que tengan un potencial turístico tales como: playas, lagos, bahías, lugares históricos, edificaciones o ambientes de valor histórico-arquitectónico y parajes de gran belleza natural y otros elementos que son de básica y vital importancia para el desarrollo del turismo en Puerto Rico.

La Ley de ZIT establece un mecanismo mediante el cual la JP en consulta con la Compañía de Turismo de Puerto Rico establece la demarcación de las ZIT, así como la reglamentación especial que existe dentro de las mismas. Así mismo, requiere el informe favorable de la Compañía de Turismo para la aprobación de proyectos ubicados en dichas zonas, tanto de los sometidos a la JP, a la ARPE y a las Oficinas Municipales de Permisos.<sup>5</sup>

Las ZIT deben ser designadas mediante resolución por la JP, conforme a las leyes aplicables. La ZIT de los Municipios de Naguabo-Humacao fue adoptada a través de la Resolución 2000-012-JP-ZIT del 28 de noviembre de 2000. El mapa de zonificación de la ZIT Naguabo-Humacao fue enmendado el 21 de agosto de 2002 y aprobado el 5 de abril de 2003. La enmienda más reciente de este mapa de zonificación también representa enmiendas en las zonas de ordenamiento y desarrollo turístico para los municipios de Naguabo y Humacao bajo el Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque (Ver Figura 2.32).

---

<sup>5</sup> Ley Núm. 270 del 4 de septiembre de 2004. Para adicionar un párrafo 5 al Artículo 17 de la Ley Núm. 76 de 24 de junio de 1975, según enmendada, conocida como la “Ley Orgánica de la Administración de Reglamentos y Permisos” a fin de incluir que dicha administración, antes de la aprobación de la construcción de un hotel, parador u otro proyecto o atracción turística requiera un informe favorable vía certificación de la Compañía de Turismo de Puerto Rico.

### 2.6.5 Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) (31 de diciembre de 2005)

El Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento Núm. 13) de la JP controla el desarrollo de los terrenos y edificaciones en áreas declaradas como de riesgo a inundación. El Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación es el mapa oficial preparado y aprobado por FEMA que adopta la JP y que identifica las áreas especiales de riesgo a inundación de acuerdo a las siguientes zonas:

- **Zona A** - Área especial de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años; determinada por métodos aproximados y para la cual no se ha determinado la elevación de la inundación base.
- **Zona AE** - Área especial de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años, determinada por métodos específicos y para la cual se indican las elevaciones de la inundación base. Según el alcance del estudio, puede incluir la determinación del Cauce Mayor.
- **Zona AO** - Área especial de riesgo a inundación poco profunda con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual la profundidad de la inundación base fluctúa entre 0.30 metros (un pie) y 0.91 metros (tres pies). Las profundidades promedio de la inundación se derivan de un análisis hidráulico detallado.
- **Zona D** - Área donde el riesgo de inundación está sin determinar pero es posible.
- **Zona V** - Área costanera de alto peligro a inundación por marejadas con periodo de recurrencias de 100 años para la cual no se han determinado las elevaciones de la inundación base.
- **Zona VE** - Área costanera de alto peligro a inundación con periodo de recurrencia de 100 años con velocidad y energía (marejada ciclónica) para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base.
- **Zona X (con puntos negros)** - Área de inundación con 0.2% de probabilidad de ocurrir cada año, área para inundación de 100 años con profundidad del agua menor de 0.3 metros o con áreas de drenaje menor de 2.6 kilómetros cuadrados y áreas protegidas por diques contra la inundación de 100 años.
- **Zona X (no oscurecida)** - Área determinada fuera de la inundación de la tormenta de 500 años.

Los nuevos datos del Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación de FEMA de noviembre de 2009 son los que la Junta de Planificación debe utilizar actualmente en la toma de decisiones sobre uso de suelo para esta zona (Ver Figura 2.26).



## **2.6.6 Plan para la Región Este de Puerto Rico, Borrador Preliminar (2007)**

El ANPMMD forma parte de la Región Este de la JP, la cual cuenta con un Plan para la Región Este vigente desde el año 2000 (Ver Figura 2.23). Como parte de la elaboración del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico, la JP sometió a vista pública en febrero de 2006 un Perfil Regional de la Región Este. Esta actualización del Perfil Regional del Plan para la Región Este se realizó para diseñar estrategias de implantación a nivel regional. La JP ha continuado actualizando estos documentos y existe un documento Borrador del Plan de la Región Este de mayo de 2007, que ha sido discutido con los municipios.

Destacamos las recomendaciones y estrategias del Borrador del Plan de la Región Este que están más relacionadas con el ANPMMD:

- Estimular el desarrollo de la actividad turística mediante el aumento y segmentación de la oferta de hospederías tipo resort, villas turísticas, *time-sharing*, condo-hoteles, casa de huéspedes, eco-hospederías y lugares para acampar.
- Colaborar con la Compañía de Turismo para promover los proyectos turísticos que eventualmente puedan ser sustentables aprovechando las fortalezas de la Región como lo son su patrimonio natural y cultural.
- Para lograr este objetivo es imprescindible integrar a las comunidades en las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento de estos proyectos.
- Se debe considerar la alternativa de integración de iniciativas de proyectos cooperativos entre los sectores públicos y privados dirigidos a fomentar las siguientes actividades: turismo de naturaleza, ecoturismo, agroturismo y turismo rural.
- Mantener el impulso del proyecto Portal del Futuro en los terrenos de la antigua base de Roosevelt Roads como un Polo de Crecimiento Económico para la Región con el propósito de diversificar la base económica y fomentar la creación de empleos.
- Es importante desarrollar un sistema alternativo – doméstico para la recolección, almacenaje y uso de agua potable.

## **2.6.7 Plan de Reuso para los Terrenos de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads (2004), Plan Especial y Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana (2008) y Futuros Ejercicios de Planificación (*Riviera del Caribe*)**

Tal como se indicó en la Sección de Trasfondo de este Plan de Manejo (Sección 1.1), varias firmas fueron contratadas por la Autoridad para el Redesarrollo de los Terrenos y

Facilidades de la Estación Naval Roosevelt Roads (actualmente conocida como la Autoridad del Portal del Futuro) para desarrollar el Plan de Reuso de la Base Naval de Roosevelt Roads. Este Plan de Reuso, con vigencia de diciembre de 2004, tiene como meta primordial aminorar los impactos negativos del cierre de la antigua base naval a la región circundante y crear un plan dinámico para promover el desarrollo socioeconómico de esta región y de la Isla (CB Richard Ellis et al., 2004). El Plan de Reuso plantea la visión general del potencial para el redesarrollo de la antigua base naval y la región este de Puerto Rico.

El Plan de Reuso divide los terrenos de la ABNRR en nueve (9) Zonas de Planificación basadas en los usos del suelo existentes, en las áreas desarrolladas y en las características biofísicas de los terrenos que incluyen:

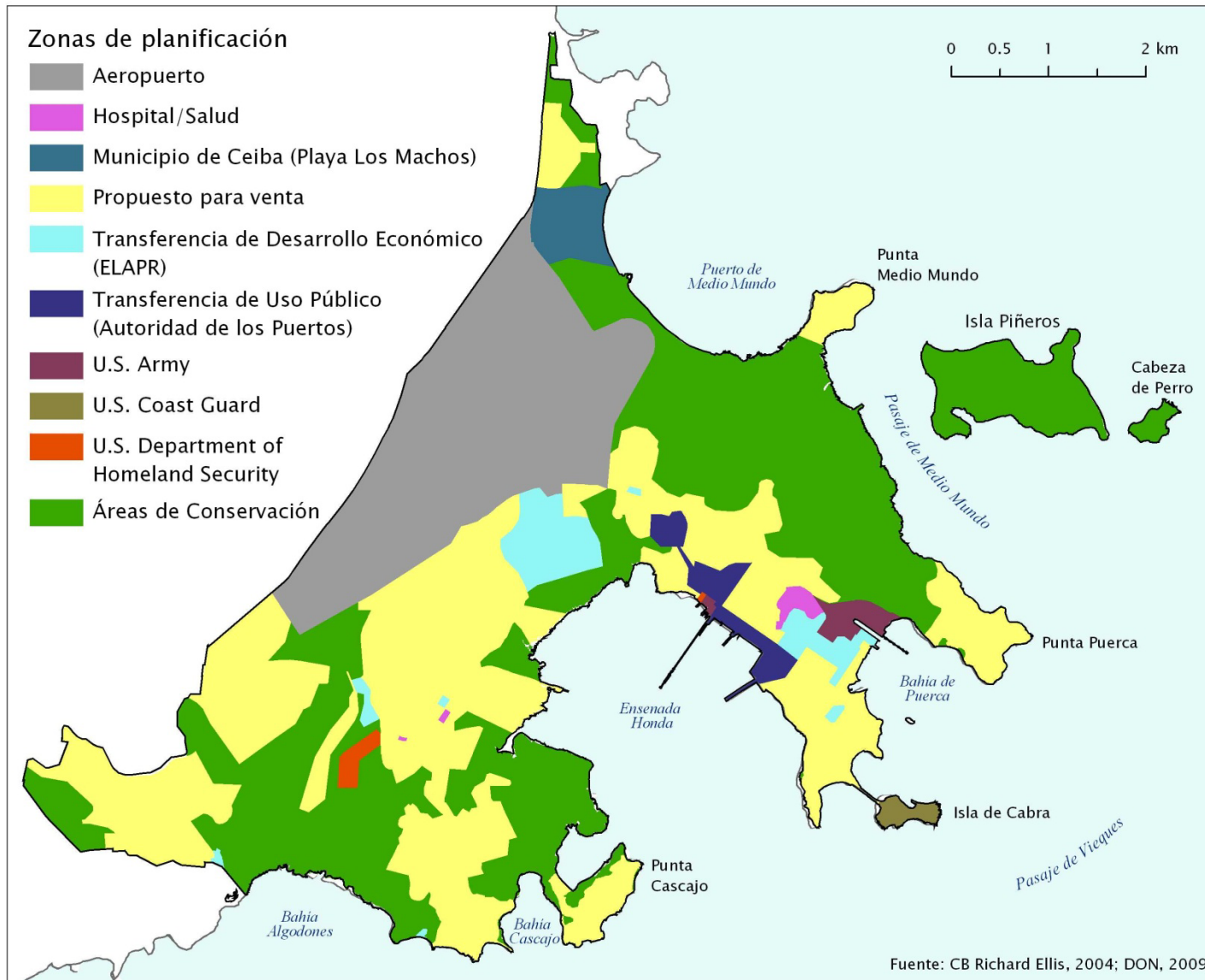
1. Aeropuerto
2. Bundy
3. Campo de Golf
4. Downtown
5. Residencial
6. Puerto
7. Parque Científico
8. Portal Norte
9. Conservación

Dentro de las Zonas de Planificación, el Plan de Reuso identificó unas 17 Áreas de Conservación que integraban terrenos de la ABNRR con presencia significativa de humedales, áreas inundables y ecosistemas de alto valor ecológico, las cuales representaban más de 3,418 cuerdas de terreno.

Una vez se completó el Plan de Reuso, el gobierno de Puerto Rico procedió a convertir dicha visión en un documento de política pública de uso del suelo por medio de la preparación de un Plan Especial para la Antigua Base Naval Roosevelt Roads y un Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana (ROFU). El borrador del Plan Especial tenía como objetivo llevar la visión desarrollada del Plan de Reuso y los objetivos y metas del Proyecto de Integración de los Municipios de Ceiba y Naguabo a un punto de convergencia, donde se traduzcan la visión y los objetivos en un documento regulador de los usos y las intensidades de las actividades deseadas y necesarias del territorio, para ser adoptado por la Junta de Planificación (Cardona, 2009, p. 4).



**FIGURA 2.35**  
**TRANSFERENCIAS DE TERRENOS MEDIANTE EL PLAN DE REUSO DE LA ABNRR**



El Plan Especial y el ROFU ordenaban el territorio a partir de tres tipos de distritos principales: protección, desarrollo y especiales. Tanto el Plan Especial como el ROFU aclaraban y enunciaban las características y los requisitos aplicables para cada uno de estos distritos. Para evitar confusión, interpretaciones diversas y ambigüedades, las características y los requisitos aplicables a cada distrito fueron simplificados e ilustrados, incluyendo opciones y alternativas de uso, ocupación, dedicaciones a espacio público y estructura parcelaria, entre otros (Cardona, 2009, p. 5-6). El Plan Especial y el ROFU fueron presentados ante la Junta de la Autoridad del Portal del Futuro, los municipios de Ceiba y Naguabo y el público en general, mediante reuniones y foros comunitarios entre finales del año 2008 y mediados del año 2009.

El 16 de julio de 2009, la Autoridad del Portal del Futuro anunció un nuevo concepto de redesarrollo para la antigua base naval, conocido como *Riviera del Caribe*. Preliminarmente, el proyecto *Riviera del Caribe* promueve una estrategia de desarrollo económico mediante la construcción y operación de más de 2,500 habitaciones de hotel, un casino de 130,000 pies cuadrados, un puerto para cruceros, un terminal de lanchas rápidas a las islas de Vieques y Culebra y una marina para mega-yates.

Al presente (marzo 2010), los detalles del nuevo concepto de redesarrollo del proyecto *Riviera del Caribe* no han sido presentados públicamente. No obstante, entendemos que la futura visión de este proyecto puede beneficiarse de las propuestas de uso, intensidad y desarrollo de terrenos que fueron contempladas en el Plan Especial y el ROFU, además de los programas y estrategias de manejo propuestas en este Plan de Manejo para el ANPMMD. El Fideicomiso ofrecerá insumo a la Autoridad del Portal del Futuro durante el proceso de planificación y participación pública del nuevo concepto.

### **2.6.8 Planes de Ordenación de los Municipios de Ceiba y Naguabo**

Al momento de desarrollar este Plan de Manejo, los Municipios de Ceiba y Naguabo no habían completado la elaboración y la aprobación de sus respectivos Planes de Ordenación, según dispone el Artículo 13 de la Ley de Municipios Autónomos (Ley 81 del 30 de agosto de 1991). El Municipio de Ceiba se encontraba en la primera etapa del desarrollo del Plan Territorial (*Enunciación de Objetivos y Plan de Trabajo*) y el Municipio de Naguabo se encontraba en la cuarta etapa del desarrollo de su Plan Territorial (*Plan Completo*). Para entrar en vigencia, estos Planes de Ordenación requerirán su eventual aprobación por la Asamblea Municipal, su adopción por la Junta de Planificación y su aprobación por el Gobernador.

El Fideicomiso ofrecerá insumo a los Municipios de Ceiba y Naguabo durante el proceso de desarrollo y participación pública de sus respectivos Planes de Ordenación.

# CAPÍTULO 3

## DIAGNÓSTICO

Como parte del desarrollo del Plan de Manejo del ANPMMD se llevó a cabo un diagnóstico con diversos grupos de interés para identificar los problemas, conflictos de uso, amenazas y limitaciones que pueden afectar el futuro uso del suelo y el manejo de esta área natural protegida. Este ejercicio de diagnóstico también permitió identificar las necesidades, oportunidades y propuestas que pueden ayudar a dirigir el manejo integral del área natural protegida, las cuales están recogidas e integradas dentro de los programas de manejo propuestos en el Capítulo de Manejo (Capítulo 4). El Capítulo de Introducción (Capítulo 1) contiene una descripción detallada del proceso de planificación participativa que se utilizó para desarrollar este diagnóstico.

### 3.1 PROBLEMAS, AMENAZAS Y LIMITACIONES

El análisis de los problemas, amenazas y limitaciones señalado en este diagnóstico nos ayuda a identificar dos elementos esenciales para el futuro manejo del ANPMMD: (1) las presiones o degradaciones sobre los ecosistemas y (2) las fuentes de presión o causas que las provocan.

Una presión es aquel daño, destrucción o degradación que afecta directamente a los atributos ecológicos claves característicos de los objetos de conservación del área natural protegida (ya sean especies, comunidades naturales o sistemas ecológicos). Las presiones amenazan la estructura, el funcionamiento, la viabilidad y los atributos ecológicos claves para que el objeto de conservación perdure adecuadamente. Las fuentes de presión, por otra parte, son las actividades humanas no sostenibles que generan las presiones sobre el objeto de conservación (Granizo, et al., 2006).

Es importante aclarar que las perturbaciones naturales (huracanes, sequías, etc.) son parte de la dinámica de los ecosistemas y, en principio, no constituyen fuentes de presión. Sin embargo, si se combinan con actividades o usos antropogénicos no sostenibles, dichas perturbaciones tienen efectos catastróficos, también podemos considerarlas una fuente de presión.

La identificación de las presiones y las fuentes de presión en el ANPMMD provee una mejor información para entender no sólo los problemas, las amenazas y limitaciones

que afectan a los objetos de conservación del área protegida, sino la razón de ser de los mismos. En fin, la importancia de este tipo de diagnóstico radica en que nos permite identificar dónde son requeridas nuestras acciones de conservación y dónde éstas serán más efectivas (Granizo, et al., 2006).

El ejercicio de diagnóstico para identificar las presiones y las fuentes de presión en el ANPMMD conllevó dos preguntas principales: (1) ¿Qué problemas, conflictos y amenazas se han podido identificar en el ANPMMD? y (2) ¿Quiénes son los actores que generan estos problemas, conflictos o amenazas?

Entre las presiones que se identificaron para los objetivos de conservación del ANPMMD encontramos:

- La pérdida de biodiversidad;
- El disturbio a especies raras, amenazadas o en peligro de extinción;
- La destrucción y degradación del hábitat (desequilibrio, desarticulación o fragmentación);
- Los cambios en composición, cobertura y estructura de ecosistemas; y
- La degradación en la calidad del agua, entre otras.

Las fuentes de estas presiones incluyen elementos de influencia dentro y fuera del área natural protegida, al igual que elementos relacionados con los usos y actividades dentro de ésta y la capacidad institucional del manejo y la administración. A continuación, se presentan todas las fuentes de presión identificadas en los ejercicios de planificación participativa:

### **Fuentes de Presión Dentro del ANPMMD**

- **Fragmentación de ecosistemas y comunidades naturales** - Existen áreas de alto valor ecológico adyacentes a las Áreas de Conservación que deben ser manejadas de forma integrada con las áreas protegidas para asegurar el funcionamiento adecuado de diversos ecosistemas, tales como los bosques secos, los bosques de mangle y humedales.
- **Rellenos y restricciones del flujo hidrológico histórico** – La hidrología es la fuerza motora detrás del ecosistema de bosque de mangle del ANPMMD. Los cambios hidrológicos han sido los factores que han afectado la salud y la estabilidad de estos ecosistemas.

En el año 1996, la Marina comisionó el desarrollo de un plan de restauración ecológica e hidrológica para el sistema de mangles de Los Machos (DON, 1996). El propósito del plan era evaluar los factores que contribuyeron o contribuían al detrimento del sistema de manglares de Los Machos. El Plan analizó fotos aéreas de 1936, 1958, 1972, 1986 y 1993 para reconstruir la historia vegetativa de este manglar e identificar los posibles factores que contribuyeron a esos cambios.

El *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* de 1996 determinó que: (1) el intercambio hidrológico a través del canal bloqueado que antes conectaba con el Pasaje de Medio Mundo se redujo por 95%; (2) la cantidad de mangle vivo había reducido en 154 cuerdas desde el año 1936 (aproximadamente 20%); y que existía una cantidad sustancial de mangle muerto (~109 cuerdas). El Plan además incluía un modelo hidrológico que mostró que los cambios en la hidrología eran los factores más importantes que afectaban la salud y la estabilidad de los manglares en Los Machos. Basado en esta información, la Marina recomendó restaurar la hidrología del canal que conectaba al Pasaje Medio Mundo a sus condiciones antes de la década de 1940 y a su vez, restaurar las funciones ecológicas del sistema de manglar de Los Machos.

Inicialmente, la Marina tuvo dificultades en encontrar fondos federales para esta obra de restauración. Sin embargo, luego de un derrame de *jet fuel* que ocurrió en Ensenada Honda en el año 1999, la Marina recomendó implantar el *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* como parte de las actividades de mitigación de daños. El proyecto de restauración de Los Machos se inició en el año 2006 y se completó en el año 2007. Al presente, la Marina lleva a cabo un programa de monitoreo para evaluar los impactos de este proyecto en la restauración del flujo hidrológico a través de toda esta zona.

Antes del desarrollo de la antigua base naval, Ensenada Honda consistía de un extenso bosque de mangle con una serie de canales e islotes. Sin embargo, el mismo fue reducido a aproximadamente 25% de su área original (con una pérdida de cerca de 41 cuerdas) debido, en gran medida, a actividades de relleno con material de dragado de la bahía durante los años 1963 y 1964 (Weaver, et al., 1976; DON, 2007).

Al presente, vegetación de zona de transición y especies de terrenos firmes han invadido los terrenos más elevados y distantes del agua. En los terrenos más bajos y húmedos, el mangle negro y el mangle blanco han podido regenerarse. No obstante, todavía existen áreas extensas con relleno compactado

fuertemente que no tienen ningún tipo de vegetación, especialmente en la parte sur de Ensenada Honda. Sin duda, la recuperación por sucesión natural de las áreas de bosque de mangle que fueron impactadas por este relleno es sumamente lenta (Weaver, et al., 1976; DON, 1987).

Otra área que fue alterada en la bahía de Ensenada Honda fue la desembocadura de la Quebrada Aguas Claras. Originalmente, esta quebrada fluía en dirección sureste a través de la porción central de la antigua base naval hacia Ensenada Honda, pero la Marina la desvió al momento de construir el campo de aviación *Oftsie* a finales de la década de 1950. La construcción de este aeropuerto militar alteró la cuenca de la quebrada al canalizar sus aguas por todo el norte del aeropuerto y del camino *Boxer Drive* hasta llegar a los mangles de Demajagüa al noreste de la antigua base naval y desembocar en el Puerto Medio Mundo (DON, 2005b).

La obstrucción principal que restringe el flujo del agua del Río Dagüao y contribuye a los problemas históricos de inundación del antiguo campo de golf es un cruce de concreto con cuatro tubos de drenaje de 30 pulgadas, conocido como el *California Crossing*, ubicado en la confluencia del Río Dagüao con la Quebrada Seca. Este cruce actúa como un dique y limita el flujo de agua y nutrientes al bosque de mangle del Río Dagüao.

Durante periodos extremos de lluvia y de inundaciones, el río transcurre al este de esta estructura elevada de concreto y también la rebosa. Cuando los cuatro tubos de drenaje no están ataponados con material vegetativo y basura, son apropiados para manejar el flujo base. Sin embargo, la obstrucción que causa el *California Crossing*, al igual que la porción de camino elevado que lleva al mismo desde el oeste, restringe el flujo del agua y contribuye a los altos niveles de acumulación de aluvión e inundación que experimenta el Río Dagüao aguas arriba del mismo. En sus planes de manejo, la Marina recomendaba que esta estructura de concreto fuera removida para restaurar el flujo hidrológico del Río Dagüao sin impedimentos (DON, 1998).

- **Acumulación de sedimentos e inundaciones** – La sedimentación es un problema considerable las cuencas del ANPMMD, debido a actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al oeste y noroeste de los límites del ANPMMD. Debido a que las pendientes de las colinas y montañas al oeste y noroeste de la antigua base son bastante marcadas y las tasas de erosión son rápidas, el tiempo de inundación es bien corto.

En el caso particular del Río Dagüao y los canales de Quebrada Seca, esta sedimentación ha contribuido a la acumulación de aluvión en secciones aguas abajo. La acumulación de grandes sedimentos ha reducido la capacidad de permitir el flujo de los ríos y quebradas, especialmente cuando se ha establecido vegetación densa en los canales y las orillas de los ríos.

En el pasado, la Marina removía estos sedimentos del canal con una draga y los amontonaba en un banco al suroeste del Río Dagüao. Aunque estas acciones ayudaban a que la capacidad del canal mejorara, esta acumulación de sedimentos terminaba convirtiéndose en un dique, alterando los patrones de flujo durante eventos extremos de lluvia. El restringir las aguas de inundación del valle inundable al sur del río aumentaba los problemas de inundación al lado norte del río (especialmente en el antiguo campo de golf). La Marina recomendaba que este material de dragado fuera disperso en el valle inundable o removido de la zona (DON, 1987 y DON, 1998). Por otra parte, la Marina también recomendaba mejorar el flujo de los canales de la Quebrada Seca para facilitar un drenaje más efectivo y evitar problemas de inundación futuros (DON, 1998).

- **Derrames de petróleo y otros contaminantes** – Durante el tiempo en que estuvo en operación la antigua base naval, ocurrieron varios derrames de productos de petróleo, aceite y lubricantes o sus derivados en las hoy Áreas de Conservación del ANPMMD; aunque debe resaltarse que la documentación en relación a los derrames ocurridos previo al año 1986 es mínima. Los derrames pasados que tuvieron un impacto significativo sobre los ecosistemas del área natural protegida fueron:
  - **Manglar y humedales de Los Machos (1978):** El 19 de diciembre de 1978, una barcaza (*Barge Peck Slip*) derramó entre 440,000 a 460,000 galones de aceite Bunker C a lo largo de 10 km de costa bordeada de mangle al norte de Puerto de Medio Mundo. Tanto el canal que entra al sistema de Los Machos por Puerto de Medio Mundo, como el Pasaje Medio Mundo fueron severamente impactados. Los mangles en las áreas impactadas perdieron 50% de su dosel en 43 días y 90% de su dosel luego de 85 días (Cintrón, 1982). Dentro del área contaminada por el derrame de petróleo, era evidente la destrucción total del dosel del mangle rojo.

Un estudio de campo en el área de Medio Mundo reveló que el derrame de petróleo causó el impacto mayor a las áreas internas del sistema de

Los Machos. La parte de afuera de los mangles recibía el movimiento de las mareas, lo cual redujo los impactos; mientras que la parte interna recibía la acción vigorosa de las mareas y el oleaje. Esto resultó en que el petróleo y sus productos derivados permanecieran dentro del sistema por una mayor duración, resultando una exposición severa e impactante (Getter et al., 1981). Los árboles en el canal de Puerto de Medio Mundo perdieron su follaje después de dos semanas del derrame y permanecieron sin follaje por más de 18 meses. Debido a la falta de dosel, la luz sola llegaba al suelo del bosque, aumentando subsiguientemente las temperaturas y la salinidad. Inicialmente, aparentaban estar germinando grandes cantidades de semillas. No obstante, al examinarlas, estas semillas estaban deformes o tenían un índice de sobrevivencia muy bajo.

Los ecosistemas de mangle son sumamente sensitivos a derrames de petróleo debido al ambiente de crecimiento y fisiología vegetativa. Mangles sin una circulación frecuente de la marea (*tidal flushing*), como los de Los Machos, están más expuestos a impactos significativos que los que tienen una circulación mareal más frecuente (Lugo et al., 1981).

- **Ensenada Honda (1981):** En el año 1981 se derramaron aproximadamente 210,000 galones de combustible diesel en Ensenada Honda, a lo largo de la costa adyacente al Atracadero #3, el pantano de mangle al norte de la playa conocida como *Community Beach* y en el área sur de Punta Cascajo. El derrame de combustible ocurrió cuando el barco-tanque (civil) *Arco Prestige*, confrontó problemas con su sistema de tuberías mientras estaba atracado en el Atracadero #3. Las operaciones de limpieza fueron hechas utilizando una barcaza separadora de aceite y almohadillas absorbentes. Se estima que se recuperaron aproximadamente 110,000 galones de combustible, mientras que el resto del combustible derramado se adentro en el área de manglar de Ensenada Honda o se hundió. No hay documentación de investigaciones o acciones remediativas adicionales.
- **Ensenada Honda (1999):** El 19 de octubre de 1999, en el campo de aviación *Ofstie*, se derramaron 110,000 galones de combustible JP-5 (*jet fuel*) durante la transferencia de combustible del Tanque #381 al Tanque #429 (DON, 2005e). La recolección del combustible derramado fue realizada hasta donde fue posible. La dificultad de acceso a las áreas de mangle limitó los esfuerzos de limpieza en dichas áreas. Se estima que



se recobró entre un 15 a un 20 por ciento del total del producto derramado. El remanente se evaporó o se mantiene no contabilizado (DON, 2005e).

Las evaluaciones obtenidas indican que el combustible derramado entró al sistema de drenaje pluvial del campo de aviación *Ofstie* y contaminó los suelos en cerca de 30 cuerdas de mangle ubicadas en las cercanías de *Towway Drive* y Ensenada Honda. También se reportó una reducción en área densidad de tres especies de mangle (rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Laguncularia racemosa*) y blanco (*Avicennia germinans*)) y diversos impactos secundarios; entre estos, con reducción en el área del manglar y la densidad de las tres (3) especies de mangle. Los impactos secundarios que afectaron las áreas consistieron en pérdida de follaje, muerte de hierba de eneas y helechos, impactos a la estructura del dosel y por consiguiente a las áreas de hábitat de aves, vegetación bajo estrés o muerta, exposición de los árboles y arbustos del sotobosque, y la eventual expansión del área cubierta por las hierbas de eneas (DON, 2002a; DON, 2005e; CSA, Inc., 2008).

Estudios realizados por la Marina indicaron que la alternativa compensatoria de restauración preferida debía efectuarse fuera del área impactada. Por consiguiente, se recomendó implantar el *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* (1996b).

- **Manglar y humedal de Los Machos (varias fechas):** Otra área afectada por derrames en el manglar de Los Machos es la zona alrededor de *Tarawa Drive*, ya que también se han reportado pequeños derrames de petróleo (*oil sheens*) y fuertes olores a gasolina (*fuel fumes*). La fuente de estos productos es probablemente el área de mantenimiento del aeropuerto. Los materiales lavados en el área de mantenimiento del aeropuerto pasan por un separador de aceite y agua y sus residuales son descargados en el alcantarillado que descarga en el mangle (Pace and Vega, n.d.).
- **Disposición incorrecta de desperdicios sólidos y escombros mayores** – En diversas partes del ANPMMD existe un problema de disposición incorrecta y acumulación de desperdicios sólidos, los cuales son arrojados por visitantes y usuarios de las playas cercanas al área natural protegida (tal como la Playa Los Machos) o son transportados por las corrientes marinas o los ríos y quebradas de la zona, tales como la Quebrada Ceiba, la Quebrada Aguas Claras, la

Quebrada Ceiba y el Río Dagüao. Por otra parte, si en el futuro aumenta el tráfico marítimo y el uso de los cuerpos de agua relacionados al ANPMMD por embarcaciones recreativas y pesqueras, existe una posibilidad de aumento en la disposición inadecuada y acumulación de desperdicios sólidos desde embarcaciones.

A su vez, existe un problema de creación de vertederos clandestinos. Tanto la entrada de lo que fue el *Gate 4* de la antigua base naval como algunas secciones del camino que lleva al Sector El Corcho del Barrio Dagüao en el Municipio de Naguabo son utilizadas para el depósito de basura y de escombros mayores, tales como carros, neveras y enseres.

- **Contaminación de agua** - La calidad del agua de los ríos y quebradas que discurren por el ANPMMD, Quebrada Ceiba, Quebrada Aguas Claras, Quebrada Seca y Río Dagüao, se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Además, una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos desperdicios llegan eventualmente al litoral costero del ANPMMD, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas.

La sedimentación también es un problema considerable en los cuerpos de agua dulce del ANPMMD y los ecosistemas marinos donde estos cuerpos descargan sus fuentes de agua. Estos altos niveles de sedimentación se deben a actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al noroeste y oeste de los límites del ANPMMD.

Por consiguiente, el manejo inadecuado de las aguas sanitarias, la sedimentación, los contaminantes con sustancias químicas y los desechos sólidos, entre otras fuentes de contaminación dispersas, afectan la calidad de agua de los ríos y quebradas del ANPMMD.

- **Contaminación de suelo** – Algunas de las parcelas adyacentes a las Áreas de Conservación del ANPMMD tienen secciones que han sido identificadas como Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos (*Solid Waste Management Units* (SWMU, por sus siglas en inglés)) o Áreas de Preocupación (*Areas of Concern* (AOC, por sus siglas en inglés)) sobre posible contaminación según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos

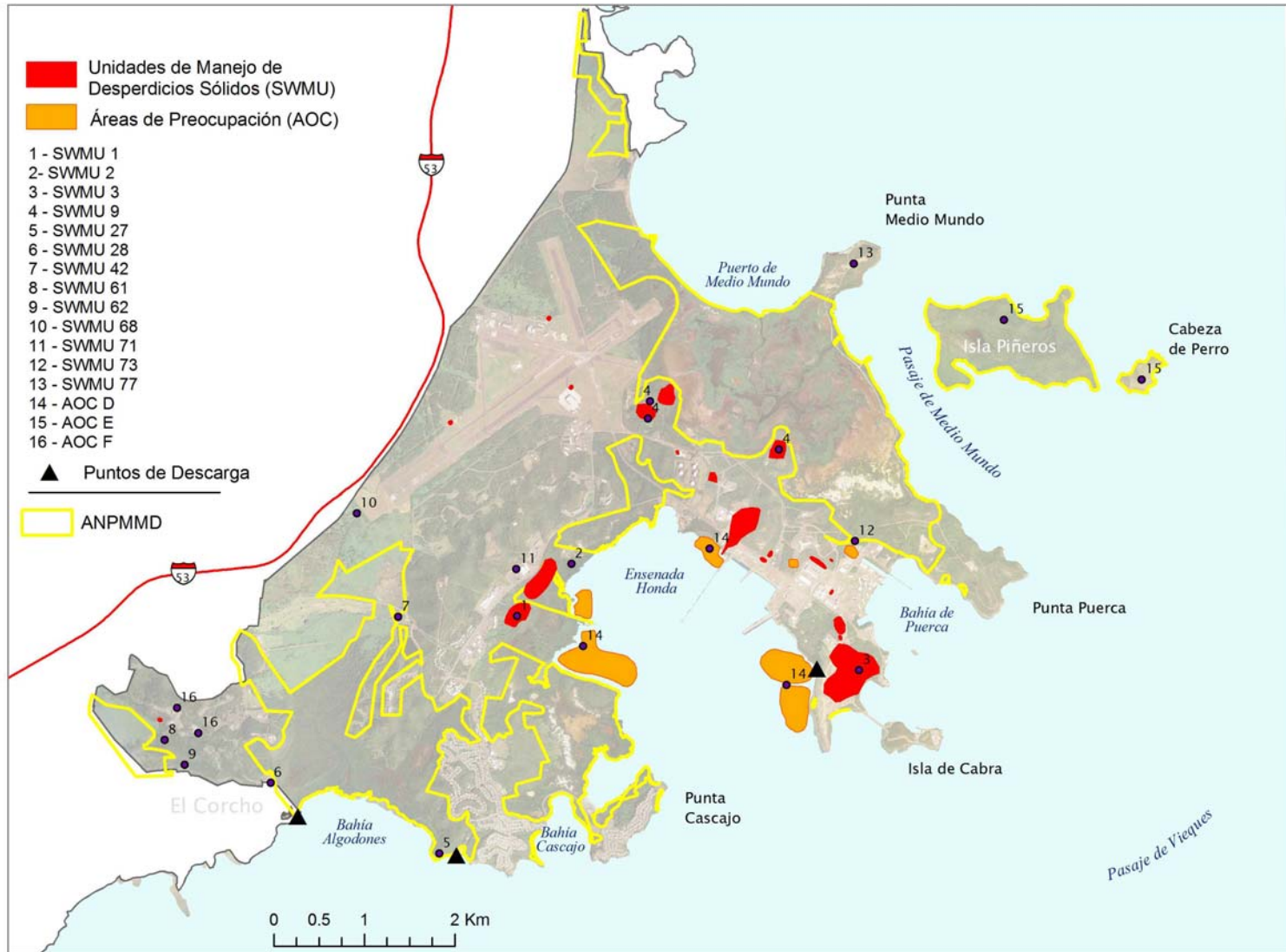
(*Resource Conservation and Recovery Act (RCRA, según sus siglas en inglés)*). Entre éstas, cabe resaltar los siguientes 15 lugares:

- **SWMU 1** – Antiguo Crematorio (*Former Cremator Disposal Site*)
- **SWMU 2** – Sitio de Disposición de *Langley Drive (Langley Drive Disposal Site)*
- **SWMU 3** – Vertedero de la ABNRR (*Base Landfill*)
- **SWMU 9** – Tanques 212-217 para el Entierro de Lodos/Cienos (*Tank 212-217 Sludge Burial Pits*)
- **SWMU 27** – Áreas para secar el lodo (*sludge*) de la planta de tratamiento de aguas sanitarias de *Capehart (Capehart WWTP Sludge Drying Bed)*
- **SWMU 28** – Áreas para secar el lodo (*sludge*) de la planta de tratamiento de aguas sanitarias del Fuerte Bundy (*Bundy WWTP Sludge Drying Bed*)
- **SWMU 42** – Embalses de la planta de filtración de agua (*Water Purification Plant Lagoons*)
- **SWMU 61** – Facilidades de mantenimiento del Fuerte Bundy (*Former Bundy Area Maintenance Facilities*)
- **SWMU 62** – Área de disposición del Fuerte Bundy (*Former Bundy Disposal Area*)
- **SWMU 68** – Área de entrenamiento de fuegos (*Former Southern Fire Training Area*)
- **SWMU 71** – Sitio de Disposición de la Cantera (*Quarry Disposal Site*)
- **SWMU 73** – Área de Reciclaje de Chatarra y Otros Metales Desechados (*DRMO Scrap Metal Recycling Yard*)
- **SWMU 77** – Área de Tiro y Area Abierta de Quema y Detonación (*Small Arms Range and Former Possible Open Burning/Open Detonation Area*)
- **AOC D** – Sedimentos de Ensenada Honda (*Ensenada Honda Sediments*)
- **AOC F** – Sitios Monitoreados de Atenuación Natural 124, 731, 734, 2824E, 1738, 520, 735 y 1995 (*Monitored Natural Attenuation Sites*)

A su vez, Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro también se identificaron como Áreas de Preocupación (AOC) sobre posible contaminación según las especificaciones de la RCRA (AOC-E: *Offshore Islands of Piñeros and Cabeza de Perro*).

Como parte del proceso de cierre y redesarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como estos SWMU y AOC. Por consiguiente, estos lugares tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA.

**FIGURA 3.1**  
**UBICACIÓN DE UNIDADES DE MANEJO DE DESPERDICIOS SÓLIDOS Y ÁREAS DE PREOCUPACIÓN**



Hasta el momento, la Marina se encuentra implantando las diversas etapas del proceso de evaluación y remediación de daños en los diversos SWMU y AOC identificados en la antigua base naval. Tanto el DRNA, como el Fideicomiso, participan en las reuniones de la Junta Consejera de Restauración (*Restoration Advisory Board*, RAB, por sus siglas en inglés) para darle seguimiento a los diversos procesos de limpieza de contaminación de estos terrenos.

- **Municiones sin detonar** – Aunque la Marina de los EUA, entre otras agencias federales, han establecido mediante varias investigaciones e informes que las Áreas de Conservación bajo la titularidad del DRNA no deben tener presencia de municiones sin detonar, siempre existe una posibilidad de que tanto personal del Fideicomiso como del DRNA y usuarios y visitantes encuentren municiones sin detonar en estos terrenos (DON, 2007). Por ejemplo, en marzo del 2007, un contratista de la Marina encontró dos cajas con cartuchos de blancos de municiones en el Área de Conservación 39 cerca del Área de Prácticas de Tiro en Punta Medio Mundo cuando realizaba trabajos relacionados a la restauración del flujo hidrológico de uno de los canales del bosque de mangle Los Machos. Estos cartuchos fueron detonados en mayo del 2007 en la antigua base naval (DON, 2007). Por consiguiente, tanto el Fideicomiso como el DRNA deben establecer un protocolo para manejar municiones sin detonar, de encontrarse, y entrenar a su personal sobre los procesos a seguir para cumplir con este protocolo.
- **Estructuras con pintura de plomo** - Las únicas áreas construidas dentro del ANPMMD consisten de varios caminos de tierra y de asfalto, servidumbres de infraestructura y la sub-estación eléctrica Bundy (Facilidades 645, 2091 y 2354) (DON, 2007). Según un informe de la Marina, las facilidades 645 y 2091 de la sub-estación eléctrica de Bundy pueden tener pintura con base de plomo ya que fueron construidas antes del año 1978, cuando se prohibió el uso y venta de pintura con base de plomo (DON, 2007). La facilidad 2354 (sub-estación *Bennington*) no debe tener pintura con base de plomo ya que la misma fue construida en el año 1993; mucho después del año 1978 (DON, 2007).
- **Erosión y avance de la costa** – En ciertas playas del ANPMMD, en especial la Playa Los Machos, hay evidencia de erosión y avance de la costa. La erosión costera es el movimiento o avance de la línea de costa tierra adentro. Actualmente, no existen estudios que determinen la tasa de erosión de estas playas.

Por otra parte, en la antigua base naval existían varias playas naturales y artificiales designadas por la Marina para propósitos recreativos, algunas de estas conocidas como *Enlisted Men's Beach*, *Chief's Beach*, *Officer's Beach*, *All Hands*, *Teahouse*, *Brookings* y *Community Beach*. Las mismas eran limpiadas y mantenidas por una compañía privada contratada por la Marina para el mantenimiento de las áreas comunes (*grounds maintenance*). Por falta de especificaciones y el equipo adecuado (*front end loaders to collect seaweed*), las actividades de mantenimiento de playas llevaron a una pérdida excesiva de suelo y arena y aumentaron el potencial de erosión en estas playas (DON, 1998). Según la Marina, el problema de erosión costera era particularmente prevalente en las playas conocidas como *Enlisted Men's Beach* y *Chief's Beach* (DON, 1987).

- **Desconocimiento sobre el ANPMMD** – Los propios residentes de los municipios de Ceiba y Naguabo han resaltado que existe un desconocimiento general por parte de los residentes de estos municipios sobre la importancia y el valor ecológico de todas las áreas del ABNRR.
- **Límites no definidos de las Áreas de Conservación** - Para el manejo adecuado del ANPMMD y la ejecución de iniciativas colaborativas con los futuros dueños de terrenos de las propiedades aledañas al área natural protegida, es necesario definir claramente cuáles son los límites de cada propiedad. El Municipio de Ceiba (Parcela #35), por ejemplo, ha indicado que interesa aclarar cuáles son los lindes oficiales de las Áreas de Conservación que colindan con su parcela. Al igual que con otros futuros dueños de terrenos, es necesario definir claramente cuáles son los límites de cada propiedad.
- **Especies invasoras** – En el ANPMMD se han identificado especies exóticas e invasoras que pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde, la mangosta y las plantas invasivas. Se desconoce el nivel de impacto que puedan estar teniendo las mismas sobre los ecosistemas y las especies críticas del área natural protegida.
- **Animales realengos y abandonados** – Existen en el ANPMMD, en especial en la Playa Los Machos en Ceiba, la presencia de animales realengos y abandonados. En su mayoría son perros que provienen de las áreas urbanas circundantes.
- **Impactos a yacimientos arqueológicos** – Los estudios arqueológicos de la Marina de los EUA en la antigua base naval identificaron 31 yacimientos

arqueológicos, de los cuales 19 fueron clasificados como elegibles y 3 fueron clasificados como potencialmente elegibles para incluirse en el Registro Nacional de Lugares Históricos, según los criterios de la Ley Nacional de Conservación Histórica (*National Historic Preservation Act*) (CSA, 2008). Estas investigaciones también determinaron que el resto de los yacimientos (9) no eran elegibles para incluirse en el Registro Nacional.

Existen 12 de los predios arqueológicos elegibles al Registro Nacional de Lugares Históricos que se ubican dentro de las Áreas de Conservación del ANPMMD (Ver sección 2.3.2 para más información). Los materiales recuperados en estos sitios arqueológicos por la Marina o sus consultores se encuentran en Maryland o en Florida.

Los yacimientos arqueológicos en las Áreas de Conservación están expuestos a la amenaza de perturbaciones naturales o antropogénicas (incluyendo el saqueo), las cuales podrían afectar adversamente la integridad o la investigación potencial de estos sitios arqueológicos. Sin un monitoreo y la posible intervención o mitigación, la erosión y el abandono podrían afectar la integridad de las características de estos depósitos.

- **Insuficiencia de datos** – La insuficiencia de datos sobre la localización y cobertura de ciertos ecosistemas, tales como el bosque de mangle enano en el manglar de Los Machos y el pantano de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) en la cuenca del Río Dagüao, conllevó a no poder representarlos en el mapa de ecosistemas y cobertura de suelos de este Plan de Manejo. Se recomienda delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras.

En cuanto a los Usos Históricos y Pasadas Prácticas Militares, es necesario contar un estudio histórico exhaustivo sobre los usos y las prácticas militares efectuadas por la Marina en toda el ANPMMD.

- **Cambio climático** – El cambio climático puede ser considerado una fuente de presión en la medida en que las estrategias de manejo no consideren estudiar y afrontar los impactos que ocasionarán los cambios en la cantidad de precipitación anual, los aumentos en temperatura, los aumentos en la extensión o desplazamiento de las temporadas del año, los aumentos en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes y los aumentos en el nivel del mar sobre los recursos naturales actuales y futuros, la infraestructura y los servicios de los ecosistemas del ANPMMD.

## **Fuentes de Presión por Usos y Actividades**

- **Futuro aumento en la cantidad de visitantes** - Los terrenos aledaños a las Áreas de Conservación del ANPMMD serán redesarrollados por diversas entidades públicas y privadas, lo que aumentará la cantidad de personas interesadas en tener acceso a las Áreas de Conservación sin todavía conocer la capacidad de carga de toda esta zona. Estos visitantes utilizarán los principales caminos, carreteras y accesos que transcurren por las Áreas de Conservación y que, en algunas partes, representan el límite de algunas secciones de las mismas.

Durante la época de verano y durante días festivos, entra una cantidad sustancial de vehículos y personas hasta la Playa Los Machos y se adentran hacia las playas arenosas al noroeste de todo el humedal de Los Machos, los cuales pueden estar excediendo la capacidad de carga de esta zona. Un aumento significativo en el uso de las playas, puede significar un aumento en la generación de basura, disposición inadecuada de desperdicios sólidos y otros impactos al ecosistema. Los desperdicios sólidos atraen ratas, perros y gatos realengos y otros animales que pueden ser indeseables en áreas de anidaje de tortugas marinas y de alto valor ecológico.

Aunque en el presente no se han identificado como una amenaza, ya que el acceso a la antigua base naval es bastante restringido, si en el futuro se utilizan los caminos a través de las Áreas de Conservación para el ciclismo de montaña, estos podrían causar erosión en los caminos y entrar en conflicto con otros usos recreativos, tal como las caminatas. También existe la preocupación que aumente la cantidad de paseos en kayaks por el bosque de mangle de Los Machos y del Río Dagüao, sin un debido control de la cantidad de visitantes que pueden utilizar el área, tal como ocurrió en el pasado en la Laguna Grande dentro de la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan. En el área natural protegida, pueden promoverse usos compatibles con los objetivos de manejo, tales como las caminatas, el uso de la playa, el ciclismo de montaña, la pesca recreativa y los paseos en kayaks, entre otros; siempre y cuando estén adecuadamente manejados y alejados de áreas sensitivas.

- **Acceso de personas y embarcaciones a áreas controladas y/o contaminadas** - Aunque la Marina de los EUA ha ubicado letreros indicando el peligro de utilizar el litoral costero de algunas zonas de la antigua base naval, tales como Punta Medio Mundo, Isla Piñeros y Cabeza de Perro, debido a la posible presencia de armamentos sin detonar, en los fines de semana y días



feriados visitantes en embarcaciones recreativas (lanchas, motoras acuáticas, kayaks, etc.) entran y anclan en las playas y el litoral costero de estas islas, particularmente al noroeste de Isla Piñeros y al oeste de Punta Medio Mundo.

- **Tránsito vehicular no controlado** – Actualmente, existen diversas entradas a las Áreas de Conservación del ANPMMD. Aunque el acceso a la antigua base naval actualmente es bastante restringido, esto podría cambiar en los próximos años, lo que podría aumentar el flujo vehicular a través del ANPMMD. Las Áreas de Conservación se encuentran fragmentadas y/o delimitadas por caminos, carreteras y/o servidumbres de paso para los cuales el DRNA ni el Fideicomiso tienen control.
- **Manejo y mantenimiento de servidumbres de paso** - La escritura de transferencia de titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (febrero 2008) establece que el Servicio Nacional de Parques (*National Park Service*) del Departamento del Interior se reserva a perpetuidad todas las posibles servidumbres de paso que proveen acceso a diversas partes de la antigua base naval a través de las Áreas de Conservación con el propósito de poder construir, reparar, reemplazar, mantener y operar estas carreteras de dos carriles. A su vez, el *National Park Service* se compromete en coordinar con el DRNA cualquier actividad de construcción, instalación, mantenimiento, reemplazo o remoción que se proponga realizar en estas servidumbres de paso. Además, establece que estas servidumbres de paso no se podrán utilizar en formas que interfieran irrazonablemente con los propósitos para los cuales se le transfirió la titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (específicamente, para fines recreativos y como parque público a perpetuidad).

Es necesario establecer un protocolo de uso de estas servidumbres de paso con el *National Park Service* y la Marina o con sus futuros dueños. Otro componente importante en el manejo y mantenimiento de estos caminos y carreteras es el control de las fuentes dispersas de contaminación que puedan llegar a los ecosistemas y cuerpos de agua del ANPMMD por medio de las tuberías de drenaje relacionadas a las servidumbres de paso.

- **Tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas, comerciales y pesqueras** – El Plan de Reuso, el borrador del Plan Especial de la ABNRR y la propuesta del proyecto *Riviera del Caribe* establecen que la antigua base naval se desarrollará como un destino importante para el turismo náutico (cruceros, *ferry*, marinas recreativas, etc.). Por consiguiente, toda esta zona experimentará un aumento significativo en el tránsito de embarcaciones turísticas, recreativas,

comerciales y pesqueras en el futuro. Este futuro aumento en la cantidad, la velocidad y el uso intensivo de embarcaciones podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos del ANPMMD y sus ecosistemas marinos adyacentes, tales como las praderas de yerbas marinas que sirven de fuente de alimentación para especies en peligro de extinción como el manatí antillano y diversas tortugas marinas.

La Compañía de Turismo de Puerto Rico también ha recalcado que uno de los mercados que enfocará el turismo de la región este de la Isla es el turismo náutico. Aunque manejado adecuadamente, se pueden reducir los impactos del turismo náutico; el mismo puede impactar los recursos naturales de la zona, mediante el sobreuso, los derrames de aceite o gasolina, y basura.

Por otra parte, en los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD, se ha reportado el tránsito de embarcaciones a alta velocidad cerca de las áreas de pesca, de los sistemas de praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral y de las áreas de bañistas (por embarcaciones recreativas y motoras acuáticas (*jet skis*)). Esto constituye un riesgo a la seguridad pública y a las especies marinas que habitan en los ecosistemas marinos adyacentes al área natural protegida, tales como los manatíes y las tortugas marinas.

- **Prácticas incompatibles de pesca** – Durante el proceso de planificación participativa, se identificaron una serie de prácticas incompatibles de pesca por algunos usuarios en el ANPMMD. Específicamente, identificaron la pesca de jueyes y cangrejos, la colección de langostas pequeñas y la captura de huevos de tortugas marinas. Por otra parte, el Reglamento de Pesca del DRNA prohíbe la captura de jueyes y cangrejos dentro de terrenos designados como reserva natural. Con la futura designación de la zona como Reserva Natural, será importante orientar a las personas que capturan jueyes y cangrejos sobre esta prohibición y considerar la posibilidad de establecer iniciativas colaborativas e innovadoras con los pescadores de la zona. Por otra parte, las leyes locales y federales sobre especies en peligro de extinción contienen sanciones por daños a estas especies, incluyendo las tortugas marinas que utilizan las playas del ANPMMD.
- **Prácticas no sostenibles de ganadería** – La Marina de los EUA subarrienda varias parcelas al norte de la antigua base naval (aledañas al Área de Conservación #36) para el pastoreo de ganado. Esta práctica ha tenido impactos sobre el bosque de mangle perteneciente al Bosque Estatal de Ceiba (Bahía Demajagua). Al punto, que la Marina de EUA exigió en su contrato de

arrendamiento que se construyera una verja para evitar la entrada de ganado al área de bosque de mangle. En el pasado, los terrenos del Área de Conservación #1 también fueron utilizados para el pastoreo de ganado. A su vez, los terrenos al suroeste de esta parcela, fuera de los límites oficiales de la antigua base naval, todavía son utilizados para el pastoreo de ganado. La práctica de la ganadería ha tenido impactos sobre la compactación y la erosión de los suelos y la sedimentación y la contaminación de los cuerpos de agua adyacentes a estas Áreas de Conservación.

### **Fuentes de Presión por Capacidad Institucional**

- **Falta de vigilancia, control y regulación de actividades** – Actualmente, no existe una entidad que ejerza vigilancia, control y regulación (diurno y nocturno) de las diversas actividades y usos compatibles e incompatibles en el ANPMMD. Esto lleva a que cierto número de actividades incompatibles puedan tener una presión sobre los recursos naturales de la zona.

Por ejemplo, en el verano del 2009, la compañía productora de la película *The Rum Diaries*, con el actor Johnny Depp, estuvo utilizando como locación las servidumbres de paso y los terrenos aledaños al bosque de mangle de Los Machos y Punta Medio Mundo (Área de Conservación #39). Es importante que se establezca un protocolo entre la Marina, el DRNA y el Fideicomiso para administrar los permisos de este tipo de actividad, entre otras.

- **Falta de mantenimiento de caminos** – En el ANPMMD existe una amplia red de caminos tanto en tierra como asfaltados. Algunos de estos tienen graves problemas de erosión, los cuales causan problemas de sedimentación a los cuerpos de agua. El Plan Integral de los Recursos Naturales de la antigua base naval desarrollado por la Marina de los EUA en el año 1998, recomendaba el mantenimiento continuo de los caminos y las calles de la base para reducir los impactos de erosión y sedimentación y evitar la entrada de fuentes dispersas de contaminación hacia las áreas naturales (DON, 1998). Según el documento, la erosión y la acumulación de agua (*water ponding/pooling*) a través de las servidumbres de paso se debían a las prácticas de mantenimiento y corte de grama (*mowing*) y el estacionamiento o tránsito de vehículos y equipo pesado por los paseos de estas servidumbres. Los problemas más prevalecientes de erosión se documentaban alrededor de los siguientes caminos:

- *Tarawa Drive* (al sur de *Gate 1* y al este de la pista de aterrizaje);

- *Forrestal Drive* (cerca de la estación de bomberos);
- *Antietam Road* (cerca del hospital);
- *Langley Drive* (sección oeste en intersección con *Towway Road*);
- *Roosevelt Drive* (en el área residencial de *Capemhart*)
- *Bennington Road*; y
- En algunas calles dentro del área residencial del Fuerte Bundy.

Por consiguiente, el documento recomendaba que se evitara el corte de la grama muy corta o el uso de equipo o vehículos pesados en las áreas adyacentes a los caminos (paseos/*shoulders*).

- **Falta de mantenimiento a las tuberías de drenaje (*culverts*)** – En sus planes de manejo, la Marina de los EUA recomendaba darle mantenimiento a las tuberías de drenaje que transcurren por las servidumbres de paso dentro y fuera de las Áreas de Conservación para ayudar a restablecer la conexión hidrológica de estos terrenos y evitar problemas de inundaciones (DON, 1987 y DON, 1998). Este problema es particularmente evidente en las zonas donde los caminos cruzan a través de ríos y quebradas al punto de afectar el flujo natural de su curso, tal como ha sido el caso del cruce del camino *California Crossing* en la unión de la Quebrada Seca con el Río Dagüao. El cruce de este camino ha creado un dique natural, por lo que en eventos extremos de lluvia el agua del río y la quebrada no puede pasar por la tubería de drenaje y se acumula inundando más el valle inundable del Río Dagüao, el cual incluye lo que en un momento fue el campo de golf de 9 hoyos de la antigua base naval.

Para resolver este problema, la Marina de los EUA recomendaba en sus planes de manejo efectuar limpiezas periódicas de sedimentación, escombros y basura en todas las tuberías de drenaje, especialmente luego de eventos extremos de lluvia (DON, 1987 y DON, 1998). Es necesario evaluar, para ciertos casos específicos (tales como *Tarawa Drive*, *Towway Drive*, *Lake Chamberlain Road*, *Langley Drive*, *Boxer Drive* y *California Crossing*, entre otros), los impactos y los beneficios a los ecosistemas que forman parte del ANPMMD que podrían generar futuras actividades de limpieza y mantenimiento de sus tuberías de drenaje.

- **Mantenimiento de las servidumbres de infraestructura** – Según documentos de la Marina de los EUA, en el pasado, las servidumbres de infraestructura se llenaban de árboles y arbustos hasta el punto que eran inmanejables e impenetrables y el crecimiento vegetativo amenazaba la integridad de las líneas de las utilidades. Una vez llegaba esta situación, se utilizaban tractores para

limpiar las áreas de acceso y se llevaban a cabo limpiezas a mano para aclarar las áreas más remotas. El uso de estos tractores resultaba en altos costos de mantenimiento, la erosión del suelo y la pérdida de hábitat para la vida silvestre. Por esta razón, la Marina recomendaba el mantenimiento continuo de las líneas de utilidades, mediante cortes programados en momentos en donde no se afecten los procesos de la vida silvestre y la siembra de gramas perennes. A su vez, recomendaba que en las áreas con suelos propensos a deslizamientos y con altos declives, la vegetación fuera removida tan solo con equipo manual (por ejemplo, machetes, podadoras o sierras de cadena) y no con equipo pesado (DON, 1987; DON, 1998).

- **Control de Plagas** - Anteriormente la base naval contaba con un Plan de Control de Plagas (DON, 1998) para rociar y/o atrapar plagas, tales como ratas, ratones, mangostas, mosquitos y cucarachas. Los problemas de manejo de mosquitos han sido identificados en el pasado a través de la base, principalmente en las áreas donde el agua se empoza o acumula. El rociar o dispersar elementos químicos o tóxicos para controlar plagas puede representar un problema de manejo de fuentes de contaminación dispersas hacia las Áreas de Conservación en el futuro.

### **Fuentes de Presión Fuera del ANPMMD**

- **Futuro uso del suelo incierto en terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación** - Actualmente se desconoce cuáles serán los usos futuros del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación. Por consiguiente, se requiere de un manejo adaptativo y proactivo de todas las zonas de amortiguamiento y conectividad identificadas.

Tanto agencias gubernamentales, como los residentes de Ceiba y Naguabo, que participaron en los ejercicios de planificación participativa resaltaron la importancia de que los terrenos de la antigua base naval cuenten con un Plan Especial de Usos de Terrenos aprobado antes de iniciar las propuestas de desarrollo en la antigua base. Específicamente, sugirieron que este Plan de Usos de Terrenos debería estar aprobado antes de que la Marina iniciara las subastas de sus parcelas para la venta.

La siguiente cita recoge el sentir de muchos de los participantes sobre este tema: “Reconociendo que los terrenos que componen la ABNRR son propiedad de la Marina de los EUA y se encuentran en proceso de ser subastados al mejor

postor, es importante que el Estado asuma su responsabilidad de dictar la política pública en torno a la ordenación y ocupación de los terrenos. También se debe propiciar el desarrollo balanceado de comunidades de uso e ingreso mixtos, con una amplia gama de oportunidades y recursos, e impedir el desarrollo de bolsillos monofuncionales, urbanizaciones cerradas, o que impidan o limiten el libre acceso a la costa y la playa, así como garantizar la protección de un hábitat de especies nativas, humedales y otros recursos naturales de gran valor y carácter singular. No cumplir con esta responsabilidad deja una puerta abierta a la discreción y posible mal manejo del desarrollo de estos terrenos; vulnera la protección tanto de la inversión como de los sistemas naturales; no provee garantías para la inversión a largo plazo y no garantiza la consideración de los reclamos legítimos de los ciudadanos de Ceiba y Naguabo” (Cardona, 2009, p. 5).

- **Operación y futura expansión del aeropuerto** – El aeropuerto de Ceiba ha iniciado un proceso de transformación y crecimiento de mejoras capitales de una unidad militar a una unidad civil. La Autoridad de Puertos proyecta un crecimiento anual promedio de aproximadamente 12 por ciento con el total de las operaciones aumentando en más de 400 por ciento, de 25,889 en su año de inicio a 111,966 para el año 2025 (PBS&J Caribe Engineering CSP, 2007). Gran parte de este crecimiento significativo está proyectado para las operaciones de líneas aéreas de pasajeros y de carga, con un aumento moderado en las actividades generales de aviación privada. El aumento en el tráfico aéreo tiene varias implicaciones de manejo en diversas áreas, tal como manejo del ruido, manejo de aves, manejo de derrames de combustible, manejo de las aguas de escorrentía, y aumento en la infraestructura, entre otros.

Manejo del ruido - Las operaciones del aeropuerto tendrán su impacto más significativo en los niveles de exposición de ruido en las áreas dentro y adyacentes al aeropuerto.

Manejo de aves - En cuanto al impacto de aves, la Marina desarrolló el informe final de la Evaluación de Amenazas de Impactos entre Aves y Aeronaves (*Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Assesment*, 12 de agosto de 1994) para evaluar y recomendar medidas de manejo de aves para reducir posibles actividades peligrosas con aves relacionadas con las operaciones de vuelo del aeropuerto y la operación del vertedero de la estación para cumplir con ciertos criterios federales de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y de la Agencia Federal de Aviación (FAA, por sus siglas en inglés).

Entre el año 1982 hasta el año 1996 se documentaron 16 impactos entre aves y aeronaves en la ABNRR; por lo que el estudio concluyó que los incidentes BASH en la base no representaban un problema de altas proporciones. Según información provista por la Autoridad de Puertos de Puerto Rico, en el año 2002 se documentaron 3 incidentes adicionales de impactos entre aves y aviones en la ABNRR. De los 16 impactos documentados en el estudio, 10 ocurrieron durante el despegue y 6 ocurrieron durante vuelos de baja altura. Las aves relacionadas con estos impactos tan solo pudieron ser identificadas para dos de los 16 impactos; en estos dos casos una paloma y una bandada de gaviotas.

El estudio incluye una lista de aves que pudieran representar una amenaza a aeronaves debido a su tamaño y su comportamiento de alimentación, apareamiento, descanso o movimiento en bandadas. Entre estas, se encuentran:

**TABLA 3.1**  
**AVES QUE PODRÍAN REPRESENTAR AMENAZAS A AERONAVES**  
(Fuente: DON, 1994)

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>ENGLISH COMMON NAME</b>	<b>NOMBRE COMÚN EN ESPAÑOL</b>
<i>Buteo jamaicensis</i>	Red-Tailed Hawk	guaraguao colirrojo
<i>Larus atricilla</i>	Laughing Gull	gaviota gallega
<i>Larus delawarensis</i>	Ring-billed Gull	gaviota piquianillada
<i>Quiscalus niger</i>	Greater Antillean Grackle	mozambique (chango)
<i>Molothrus bonariensis</i>	Shiny Cowbird	tordo lustroso
<i>Columba livia</i>	Rock Dove	paloma casera
<i>Columbina passerina</i>	Common Ground-dove	rolita
<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida Dove	tórtola cardosanterá
<i>Charadrius vociferus</i>	Killdeer	chorlito sabanero
Anatidae	(waterfowl)	aves acuáticas
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Brown Pelican	pelicano pardo
<i>Sula leucogaster</i>	Brown Booby	boba prieta
<i>Sula sula</i>	Red-footed Booby	boba patirroja
<i>Fregata magnificens</i>	Magnificent Frigatebird	tijereta
<i>Phaeton lepturus</i>	White-tailed Tropicbird	rabijunco
<i>Egretta caerulea</i>	Little blue Heron	garza azul
<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle egret	garza ganadera
<i>Ardea alba</i>	Great Egret	garza real
<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	garza blanca
<i>Egretta tricolor</i>	Tri-Colored Heron	garza pechiblanca
<i>Himantopus mexicanus</i>	Black-necked Stilt	viuda

A su vez, el estudio recomienda una serie de medidas para reducir la probabilidad de incidentes de impactos con aves. Las garzas ganaderas y los guaraguaos fueron identificadas como las especies a las cuales habría que enfocar los esfuerzos de control en la pista de aterrizaje. Las gaviotas gallegas no se observaron cerca del aeropuerto, pero se identificaron algunos números pequeños cerca del antiguo vertedero de la base. El estudio indicó que el movimiento de las gaviotas gallegas normalmente no impacta el movimiento aéreo del aeropuerto. Aunque reconoce que existe una amenaza potencial de impactos por estas gaviotas en la antigua base, especialmente cuando hay un clima adverso donde las gaviotas tienden a estar atraídas a las pistas del aeropuerto y sus terrenos aledaños. De hecho, el incidente BASH mejor documentado en la antigua base naval fue el 7 de noviembre de 1987 con un impacto a 500 pies de altura entre un avión de la Marina (KC-135) con una bandada de gaviotas.

Las garzas ganaderas fueron identificadas como las aves de mayor amenaza BASH en la antigua base naval. Esto se debe a las áreas de pastoreo de ganado, el antiguo campo de golf y los terrenos de grama adyacentes a la pista del aeropuerto atraían a esta especie de ave. Para controlar el movimiento de estas aves, el plan recomienda que se maneje adecuadamente el corte y crecimiento de grama y se utilicen técnicas para espantar las aves. Según el estudio, el uso de gramas de gran tamaño (*long grass*) es la mejor herramienta de manejo para reducir las poblaciones de bandadas de aves en aeropuertos (Brough and Bridgeman, 1974). Otras de las aves de mayor preocupación son los guaraguaos y las tijerillas.

Manejo de derrames y escorrentías - El manejo de derrames de combustible y el manejo de las aguas de escorrentía desde el aeropuerto cobra particular importancia en el ANPMMD ya que en el pasado (específicamente el 19 de octubre de 1999) ocurrió un derrame de combustible JP-5 (*jet-fuel*) que tuvo grandes impactos sobre el bosque de mangle y los humedales al noroeste de la bahía de Ensenada Honda (Ver Sección 2.1.3 (*Usos Históricos del Suelo, Sub-Sección G.4*) para más información sobre este derrame).

El aeropuerto tiene un alto potencial de impactos a la calidad del agua por medio de descargas de contaminantes ya que está ubicado cercano y adyacente a diversos cuerpos de agua y ecosistemas de alto valor ecológico, tales como Quebrada Aguas Claras, los tributarios Quebrada Seca que drenan en el Río Dagüao y el sistema de mangle Los Machos.



Aumento de infraestructura - Dentro de las mejoras capitales propuestas (Ver Figura 3.2), existe la propuesta ampliación de las facilidades de la Guardia Nacional en el aeropuerto, donde se sugiere rellenar 3 cuerdas de mangle y relocalizar el *Tarawa Drive*. El Fideicomiso administra el bosque de mangle Los Machos (Área de Conservación #39) adyacente a estas cuerdas de mangle.

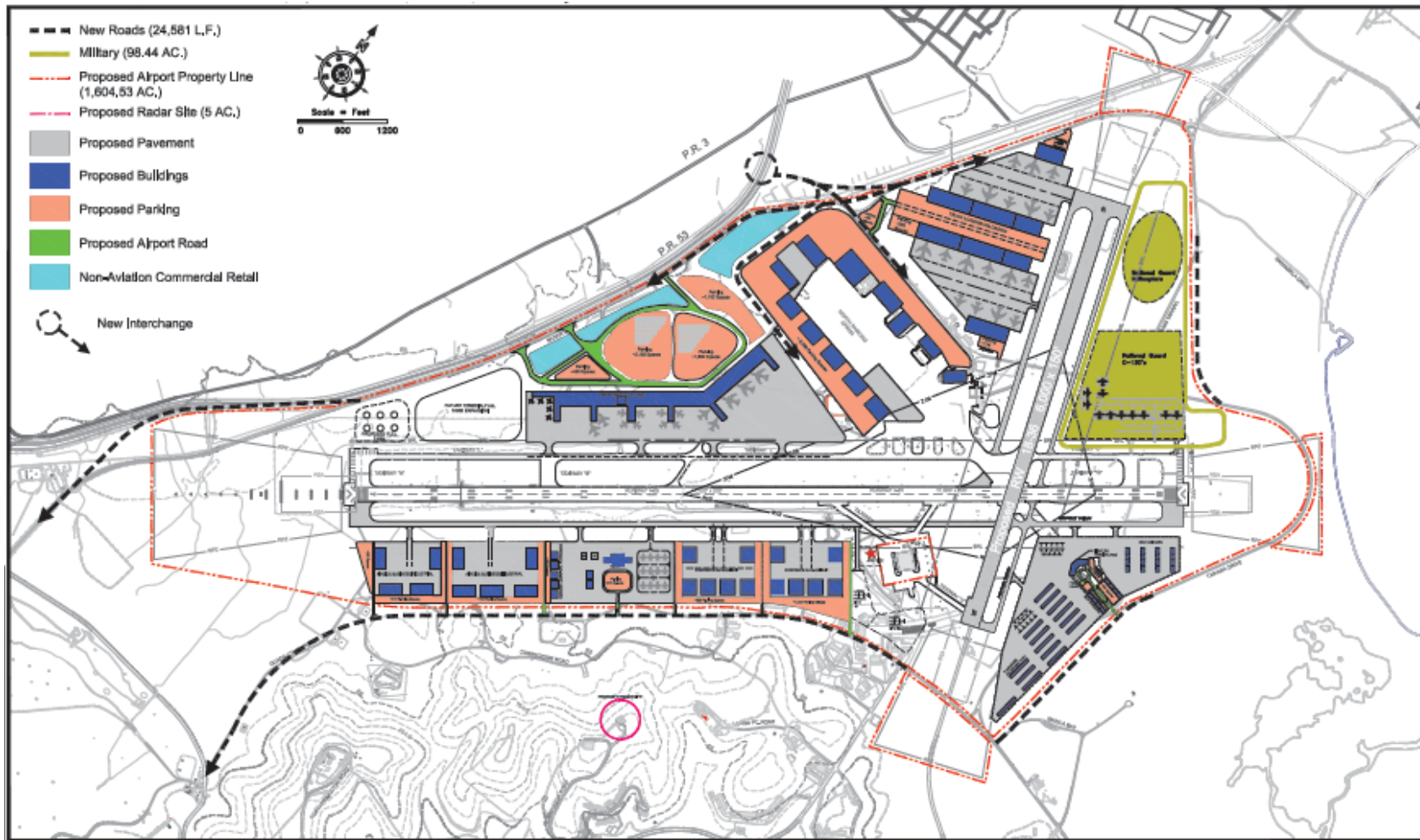
Por consiguiente, se sugiere que se lleven a cabo estudios Hidrológicos-Hidráulicos (Estudios H-H) para evaluar los impactos de estos cambios en la hidrología que nutre al bosque de mangle de Los Machos. También se recomienda estudiar los impactos sobre aves y cuáles serán las medidas para controlar posibles colisiones con aves (*BASH Assessment*) y estudiar los impactos indirectos de la ampliación de infraestructura en el aeropuerto sobre las Áreas de Conservación adyacentes. La operación del aeropuerto también debe cumplir con la reglamentación de la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA) para los permisos del *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES) para áreas industriales.

- **Mantenimiento y expansión del sistema vial** – Dentro de la antigua base, discurren unas seis carreteras principales de 2 carriles, que proveen acceso a casi todas las áreas. Según la Declaración de Impacto Ambiental del borrador del Plan Especial de Usos de Terrenos de la ABNRR, el redesarrollo de la antigua base naval aumentará el tránsito tanto dentro de la ABNRR, como en las carreteras estatales PR-3 y PR-53. No obstante, este aumento será uno paulatino (CSA Group, Inc., 2008).

A estos efectos, el Plan Especial propone mejoras al sistema vial que minimicen el potencial de congestión de las carreteras que entrarían a la antigua base naval. Las mejoras planificadas a las carreteras incluyen la construcción de una nueva intersección a desnivel para tener acceso a la PR-53 (norte) desde el aeropuerto; la construcción de un “Boulevard del Aeropuerto” de seis (6) carriles, de aproximadamente 850 metros de largo desde la nueva intersección; y la expansión de *Langley Drive* y *Tarawa Road* de dos (2) a seis (6) carriles, ambas. (Los carriles se dividirían en cuatro, 4, para rodaje y dos, 2, para transporte colectivo.) Además se propone mejorar la intersección existente con la PR-53 (sur). También se proveerán sistemas alternos de movilidad, como ciclo vías y rutas peatonales, además de los carriles para transporte colectivo (CSA Group, Inc., 2008).

**FIGURA 3.2**  
**PROGRAMA DE MEJORAS CAPITALES PROPUESTAS PARA EL**  
**AEROPUERTO REGIONAL DE CEIBA (PROYECCIÓN AL 2025)**

Fuente: PBS&J Caribe Engineering CSP, 2007



Las carreteras *Langley Drive* y *Tarawa Road* transcurren adyacentes a secciones de las Áreas de Conservación del ANPMMD y en algunos puntos, enmarcan los límites del área natural protegida. Por consiguiente, cualquier futura expansión de esta infraestructura vial podría tener impactos sobre los recursos naturales de las Áreas de Conservación, los cuales deberán ser evaluados con detenimiento.

- **Operación y futura expansión de la Playa Los Machos del Municipio de Ceiba** – El Municipio de Ceiba ha indicado que tiene planes para establecer un parque temático en los terrenos de la Playa Los Machos (Parcela #35) mediante un acuerdo con una compañía privada. Según datos preliminares, este parque incluiría un condo-hotel, un hotel, un área de acampar y diversas piscinas con chorreras. Cualquier futura expansión en la infraestructura de la Playa Los Machos podría tener algunos impactos sobre los recursos naturales de las Áreas de Conservación #39 y #36, los cuales deberán ser evaluados con detenimiento.
- **Propuesto re-uso y expansión del antiguo campo de golf** - Tanto el Plan de Reuso como el borrador del Plan Especial de Usos de Terrenos de la ABNRR proponen mantener el uso del antiguo campo de golf de nueve hoyos y expandirlo a un campo de 18 hoyos (Parcela #21), Este campo de golf fue establecido en el año 1966 en terrenos pantanosos y anegados que anteriormente se usaron para el cultivo de caña (DON, 1987). Como consecuencia de su localización y la composición del suelo, esta área está sujeta a inundaciones recurrentes, las cuales mantenían fuera de servicio al campo de golf por varios meses al año. Luego del cierre de la ABNRR en el año 2004, se le ha dado muy poco mantenimiento y ningún tipo de uso al campo de golf. Actualmente, esta área se mantiene cubierta de agua durante la mayor parte del año y la vegetación característica de los humedales herbáceos emergentes ha retornado a su área de distribución original. Las yerbas típicas de los humedales herbáceos son suma importancia en el funcionamiento de los ecosistemas del Río Dagüao. Por ejemplo, especies como la yerba de Bermuda (*Cynodon dactylon*) fue sustituida por la yerba de eneas (*Typha dominguensis*). El futuro re-establecimiento y operación de este campo de golf podría tener impactos de contaminación al Río Dagüao y sus ecosistemas relacionados, esto por el posible uso de plaguicidas y herbicidas en el mantenimiento de los terrenos del campo de golf, entre otros.
- **Urbanización/desarrollo urbano no planificado y desmedido fuera de los límites de la antigua base naval** – El desparramamiento urbano en las cuencas hidrográficas al noroeste, oeste y suroeste del ANPMMD tiene posibles impactos

sobre la calidad del agua de los ríos y quebradas dentro del área protegida. También impacta las vistas panorámicas dentro y alrededor del ANPMMD. Las amenazas a la cuenca paisajística del ANPMMD incluye la futura construcción de estructuras dentro de la antigua base naval, la obstrucción de vistas por las líneas del tendido de transmisión de energía eléctrica, y la interrupción en la observación del paisaje al tornarse más aparentes los nuevos desarrollos al noroeste, oeste y suroeste de la carretera PR-53 y en el área urbana del municipio de Ceiba y el Barrio Dagüao en el Municipio de Naguabo.

En los terrenos adyacentes al Área de Conservación #1, se propone la construcción de un proyecto residencial-turístico conocido como *Cotton Bay Resort*. El proyecto *Cotton Bay Resort* propone la construcción de 360 habitaciones de hotel distribuidas en un edificio con 100 habitaciones y 13 edificios tipo “walk-up” con 260 habitaciones. Además, incluye un componente residencial con 400 unidades multifamiliares en 8 edificios tipo “walk-up”.

Este tipo de proyecto podría causar problemas de deforestación, movimientos de terreno, fragmentación de bosques, impermeabilización del suelo, cambios en los patrones naturales de escorrentía a quebradas y otras corrientes de agua que descargan en el Bosque Estatal de Ceiba (Segmento Naguabo), y contaminación del agua por erosión y sedimentación. A su vez, existe preocupación que el mismo también limite el acceso público a la costa y empeore el pobre suministro de agua potable que sufre la comunidad de Dagüao en el Municipio de Naguabo. Los residentes del Barrio Dagüao expresaron una gran preocupación sobre los posibles impactos de este proyecto, en particular la propuesta de expandir el camino de dos carriles que conecta al Barrio Dagüao con el Sector El Corcho a una carretera de 4 carriles, lo que representa una amenaza de expropiación a residentes y comerciantes, al igual que posibles impactos ambientales a los terrenos que componen el Área de Conservación #1.

- **Contaminación lumínica** – La contaminación lumínica es “la iluminación de la noche causada por fuentes de luz artificial que impactan adversamente la esencia natural de las noches, nuestro ambiente, los recursos naturales y la salud de los seres humanos” (FCPR, 2007). La contaminación lumínica que afecta el ANPMMD podría provenir, en su mayoría, de la luz artificial de los futuros usos residenciales, comerciales, turísticos, industriales o portuarios de la antigua base naval o del desarrollo que pueda efectuarse en los terrenos de la Playa Los Machos que fueron transferidos al Municipio de Ceiba (si no son manejados adecuadamente). Esta luz artificial nocturna tiene el potencial de impactar negativamente a la flora y la fauna del ANPMMD y las posibilidades de

observación de estrellas en el área natural protegida si no es manejada adecuadamente.

Estudios científicos han comprobado que la contaminación lumínica perturba los ciclos de vida, patrones de comportamiento y hábitats de la flora y fauna, en especial las tortugas marinas (Rich, 2006). La iluminación artificial nocturna tiene numerosos efectos adversos sobre las tortugas marinas, tales como provocar que se orienten hacia tierra y no hacia el mar durante el proceso de anidaje y eclosión, causándoles la muerte por deshidratación o depredación; una mayor probabilidad de que los neonatos se enreden entre la vegetación o la hojarasca; un mayor riesgo de que los neonatos sean golpeados por vehículos de motor, en carreteras y estacionamientos cercanos a las áreas de anidamiento; la desorientación espacial de los neonatos una vez éstos llegan al agua (al punto de que algunos neonatos tienden a regresar a la playa de donde salieron); y la evasión por parte de las tortugas adultas de las áreas costeras intensamente iluminadas en o cerca de los nidos (Witherington et al., 2003). Por último, la iluminación artificial nocturna compite con la luz de las estrellas y obstaculiza el conteo de objetos celestes que se pueden observar en la noche desde un área natural protegida.



# **CAPÍTULO 4**

## **MANEJO DEL ANPMMD**

### **4.1 PRINCIPIOS Y VISIÓN DEL MODELO DE MANEJO DEL ANPMMD**

El manejo de la ANPMMD estará regido por tres principios esenciales: (1) su preservación, conservación y restauración como futura Reserva Natural; (2) su interconexión con otros ecosistemas de alto valor ecológico adyacentes que ayudarán a mantener y mejorar sus funciones ecológicas mediante la delimitación de corredores ecológicos (tanto terrestres y acuáticos como estuarinos); y (3) su manejo colaborativo.

El manejo a largo plazo del ANPMMD estará enfocado en lograr una visión y funcionalidad de diversos corredores ecológicos con zonas de preservación, conservación y restauración equivalentes a la zonificación de zona núcleo y zona de amortiguamiento de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). A su vez, la administración del ANPMMD se enfocará en los principios del manejo colaborativo para integrar a entidades locales, municipales y federales, el sector privado y diversos grupos de interés de la sociedad civil en un eje rector y articulador constituido por el Plan de Manejo del ANPMMD, el cual se complementaría con el futuro Plan Especial de Usos del Suelo de la Antigua Base Naval.

#### **4.1.1 Interconexión Mediante Corredores Ecológicos**

La expansión humana sobre las áreas naturales causa la pérdida, la reducción y el aislamiento de los ecosistemas. El cambio de uso del suelo ocasiona la degradación y eliminación total de grandes segmentos de vegetación con lo cual quedan numerosos segmentos de diversas formas y tamaño, separados unos de otros. Si estos fragmentos no logran interconectarse de nuevo, entran en un proceso final de aislamiento biológico. Los corredores biológicos, entendidos como rutas que facilitan el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitat, están siendo adoptados como una herramienta para mantener y restaurar la biodiversidad.

Cuando a nivel regional existe una cobertura continua de vegetación y de otros requerimientos de hábitat, los organismos se pueden mover a lo largo de áreas naturales que les proporcionen cobertura para reproducción, descanso, alimento y

dispersión. Si la conectividad natural de los ecosistemas es afectada por el desparrame urbano, las poblaciones de vida silvestre se aíslan en grupos, con lo cual se reduce su capacidad de recombinación genética así como la posibilidad de desplazarse o colonizar nuevas áreas como respuesta a los disturbios en su área de distribución original. En este sentido, la fragmentación es un problema de conectividad.

Históricamente, se han adoptado distintas estrategias para contrarrestar la fragmentación. Las áreas naturales protegidas constituyen una de las opciones de mayor aplicación, sin embargo, categorías como: parques nacionales, reservas naturales, monumentos naturales y bosques estatales, suelen proteger ecosistemas cuyas demarcaciones se limitan a un área aislada; protegen los remanentes de ecosistemas dentro de una matriz de desarrollo. Contrario a este concepto, surge el concepto de corredor ecológico. Un corredor ecológico, aparte de ser una categoría de protección, también es una estrategia de conectividad que asegura la distribución de organismos entre áreas protegidas existentes y parchos de bosques o cuerpos de aguas que las interconectan.

Los corredores ecológicos se clasifican en distintas categorías que van desde simples fajas de vegetación que dividen parcelas agrícolas o ganaderas, hasta corredores que abarcan regiones geográficas y políticas como el Corredor Ecológico del Caribe, el cual se distribuye a lo largo de 994 millas (1,600 km) lineales interconectando las Islas de Cuba y la Española; o el Corredor Mesoamericano que abarca desde el sur de México hasta Panamá en Centroamérica e integra una gran cantidad de parques nacionales y reservas de la biósfera.

La riqueza biológica y la integridad del ANPMMD se ven amenazadas por la presión del desparrame urbano, la contaminación en la cuenca alta y media de los cuerpos de agua que discurren a través de ésta, la contaminación del suelo por pasados usos militares y las actividades humanas no reguladas que afectan la conservación de sus ecosistemas y vida silvestre. Históricamente, el ANPMMD ha estado sujeta a la dinámica de cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades militares lo que ha afectado la conectividad y salud de sus ecosistemas. Su manejo, por lo tanto, debe estar orientado a la restitución e interconexión de la cobertura de ecosistemas y a su integración al conjunto de áreas protegidas de la región este de Puerto Rico.

En Puerto Rico, virtualmente la totalidad de los ecosistemas de la costa noreste han sido históricamente afectados por el cambio de uso de suelo agrícola y recientemente por su urbanización. Son limitados los espacios que presentan áreas extensas de vegetación. Algunos ejemplos en la región noreste de Puerto Rico incluyen el Bosque Estatal y Reserva Natural de Piñones en Loíza, la Reserva Natural Río Espíritu Santo



en Río Grande, el Corredor Ecológico del Noreste en Luquillo y Fajardo, la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan y la Reserva Natural La Cordillera en Fajardo, el Bosque Estatal de Ceiba, el Refugio de Vida Silvestre de Humacao y la Reserva Natural Punta Tuna en Humacao. Desde Río Grande hasta Yabucoa, la última gran extensión de bosques de mangle está representada por el ANPMMD.

Una de las formas más efectivas para minimizar los impactos de la fragmentación de ecosistemas consiste en identificar los remanentes de ecosistemas funcionales, protegerlos y conectarlos de manera que los organismos y sus recursos genéticos puedan existir a lo largo de una cobertura vegetal continua o de ecosistemas acuáticos como ríos y quebradas. Análogamente a los beneficios de un corredor industrial o un corredor turístico, el corredor ecológico es precisamente una estrategia de conectividad para reducir la fragmentación de ecosistemas y mejorar su funcionalidad.

La propuesta interconexión de las diversas Áreas de Conservación del ANPMMD mediante corredores ecológicos establece las bases para el tipo de manejo así como el marco conceptual de la visión futura para esta área natural protegida. A nivel de los predios dentro y adyacentes al ANPMMD, la visión general de manejo debe trascender de un conjunto de ecosistemas valiosos y fragmentados a una cobertura continua y funcional, en donde los ecosistemas alterados sean restaurados para interconectarlos y hacerlos formar parte de aquellos con mayor estructura o desarrollo. En este contexto, los terrenos dentro y adyacentes al ANPMMD se interconectarán mediante una serie de corredores ecológicos, denominados en este Plan de Manejo como Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.

La visión de manejo también deberá considerar su contexto a nivel regional. Por consiguiente, deberá enmarcarse en el ámbito de un corredor ecológico regional el cual interconecta los flujos de vida silvestre entre las diversas áreas naturales protegidas y las áreas verdes de los núcleos urbanos y las áreas rurales construidas en la región noreste de Puerto Rico.

#### **4.1.2 Manejo Colaborativo**

La visión de conectividad mediante corredores ecológicos prevé la integración de la sociedad vía el manejo colaborativo, la educación ambiental y el disfrute ordenado de sus recursos naturales, también incorpora un componente discreto de desarrollo integrado al entorno que servirá de ejemplo para el manejo de áreas naturales de alto valor y estructura compleja.

En la actualidad, la colaboración se reconoce como un elemento clave de un nuevo estilo de manejo de ecosistemas y forma parte de una importante transición que se está llevando a cabo en el manejo de los recursos naturales en distintas partes del mundo. Este empuje hacia una mayor colaboración está relacionado con su habilidad de mejorar la calidad sustantiva y procesal de la toma de decisiones (Beierle, T. y D. Konisky, 2000). La cooperación para lograr el interés o bienestar común, en vez del antagonismo, es la forma de lograr la conservación efectiva y el desarrollo sustentable a largo plazo (Geoghegan, T. y V. Barzetti, 1994).

Según Wondolleck (2000), los ejemplos más exitosos de manejo de ecosistemas tienen una característica dominante en común; éstos están basados en la colaboración. El manejo colaborativo nace del deseo de superar el estado de parálisis por conflictos y se convierte en un mecanismo para la integración de intereses, valores y fuentes de información que a la vez promueve la confianza y el desarrollo de relaciones (Wondolleck, J. y Yaffee, S., 2000). Es un método para construir “puentes” entre los límites que subdividen y fragmentan a los ecosistemas con el fin de que las decisiones sobre el manejo de los recursos esté mejor informada y sea más efectiva. La colaboración también aumenta las probabilidades de que las decisiones sean implantadas, ya que la misma está enfocada en la solución de problemas que no pueden resolverse ordinariamente tan solo por una agencia, dueño de terreno, científico o grupo de interés (Yaffee, S. y J. Wondolleck, 2008).

El manejo colaborativo es crítico y esencial para lograr una administración de ecosistemas efectiva en el ANPMMD. Implica un proceso consciente de manejo, a través del cual, se busca que todas las partes interesadas participen, colaboren y se responsabilicen en el logro de soluciones de beneficio común para esta área natural protegida. Esto significa, por ende, la participación activa y coordinada de agencias gubernamentales, instituciones privadas y entidades de conservación y de base comunitaria en la formación y la implementación de las decisiones que gobernarán el uso y el manejo de los recursos en esta futura Reserva Natural.

## **4.2 DESARROLLO DEL MODELO DE MANEJO**

### **4.2.1 Respuesta al Ámbito Complejo del ANPMMD**

El modelo de manejo del ANPMMD se enfoca en corregir la problemática que afecta la continuidad de sus procesos biológicos y ecológicos y prevé que el manejo del ANPMMD debe ser complejo en respuesta al efecto conjunto de los factores descritos a continuación:

- *La presencia de ecosistemas de alto valor ecológico en un entorno fragmentado.* En el ANPMMD y sus áreas adyacentes se presenta una transición de ecosistemas que van desde arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, playas, ríos y quebradas, extensos bosques de mangle, humedales herbáceos, salitrales y colinas de baja altura que contienen bosques subtropicales secos de alto valor ecológico. Cada uno de estos ecosistemas presenta diversos grados de fragmentación a consecuencia del cambio histórico del uso del suelo. Todo en su conjunto, constituye un mosaico cambiante de tipos de vegetación que representa un reto importante para el manejo a largo plazo, como también una gran oportunidad para lograr su conservación.

Al interior de la antigua base naval, se encuentran porciones de terrenos con cobertura vegetal adecuada para permitir la continuidad de procesos biológicos dentro del ANPMDD (por ejemplo, los bosques secos). Sin embargo, estos terrenos no cuentan con una designación de conservación o protección del uso del suelo.

- *La presencia de 616 especies de flora y fauna.* La diversidad de ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos y sus áreas de transición proporcionan una gran diversidad de hábitats y nichos para la vida silvestre, incluyendo 26 especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción) que requieren de un manejo especial. Los bosques, manglares y humedales junto a otras áreas asociadas a los ríos y quebradas, se consideran ecosistemas críticos para la conservación, por su alta diversidad de organismos.
- *Futuro incierto para el uso de los terrenos adyacentes al ANPMMD.* Actualmente se desconoce cuáles serán los usos futuros del suelo en los terrenos adyacentes al ANPMMD. Ello hace necesario un manejo adaptativo y proactivo y la coordinación de diversos esfuerzos y estrategias para asegurar el manejo integral de toda esta área natural protegida, incluyendo la delimitación de corredores ecológicos o Zonas de Amortiguamiento y Conectividad. Una de las estrategias principales para lograr este fin será mediante el manejo colaborativo entre agencias de gobierno, futuros dueños de terrenos, organizaciones conservacionistas, grupos comunitarios y otras entidades de interés. Esto conllevará el desarrollo de políticas de uso y conservación de alta complejidad.

#### 4.2.2 Marco Teórico del Modelo de Manejo del ANPMMD

El modelo de manejo del ANPMMD requiere de la adopción de diversos elementos teóricos y conceptuales pertenecientes al ámbito internacional del manejo de áreas protegidas y a la biología de la conservación. El modelo se basa en el método de zonificación para el manejo, para lo cual se ampara en las categorías de zonas de manejo del DRNA. Al adoptar estas categorías prevé su equivalencia internacional con las categorías de manejo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Este modelo no contraviene las normas y los reglamentos de manejo de Puerto Rico si no que proporciona elementos técnicos que ayudan a consolidar su aplicación en el ANPMMD. A continuación se presentan los componentes conceptuales de zonificación del modelo de manejo propuesto:

- ***Modelo de manejo de reservas naturales del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA).*** El Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico define reserva natural como “áreas de importantes recursos naturales sujetas a serios conflictos en su uso presente y potencial. Estas áreas deben ser conservadas y preservadas sustancialmente en su estado actual; y en aquellos casos que sea posible, serán restauradas a su condición natural”. Cónsono con esta directriz, las actividades de manejo en el ANPMMD estarán dirigidas a preservar aquellos lugares y ecosistemas de gran fragilidad, áreas de reproducción o anidaje, y donde abunden especies que requieran un cuidado especial (por ejemplo, especies en peligro de extinción). Se promoverá a su vez la conservación de todas aquellas otras áreas que requieran algún tipo de intervención, tales como enriquecimiento o restauración, o que puedan tolerar un mínimo de impacto mediante el desarrollo de actividades relacionadas a su apreciación.

El valor del ANPMMD y los servicios ecológicos que provee no se limitan exclusivamente a su extensión territorial, ya que también cumple un rol importante en relación a otras áreas naturales en la región noreste de la Isla, particularmente ante la presión ejercida por diferentes actividades humanas.

Los lineamientos del DRNA y los planes de manejo desarrollados por la agencia, denotan un manejo por zonificación y objetivos con énfasis en áreas de preservación, conservación y restauración. En el ámbito internacional de manejo, este tipo de zonificación es análogo a la categoría de Parque Nacional bajo la cual solamente se permiten usos limitados a la conservación y al manejo recreativo. Un modelo de manejo con sesgo a la conservación puede ser efectivo para permitir la continuidad de los procesos ecológicos, sin embargo

demanda la disponibilidad de fondos necesarios para implementar las políticas de uso restrictivo y manejo correctivo en caso de amenazas naturales y antropogénicas.

El eje central del enfoque propuesto contempla la transición de áreas de preservación, conservación y restauración a una zonificación futura de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento.

El DRNA define estas categorías de zonificación de la forma siguiente:

- Preservación - Protección mediante la no intervención o la utilización de los recursos naturales y culturales, únicos o importantes, con el propósito de mantener su condición natural y las características únicas y esenciales, para garantizar su permanencia y perpetuidad.
- Conservación - Uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, para el disfrute de las generaciones actuales y venideras.
- Restauración - Restablecimiento de las características y condiciones de un área perturbada al estado en que se encontraba, o a uno de mayor valor ecológico, mediante manipulación y/o regeneración natural, que culmine en la conservación o preservación.
- Zona de amortiguamiento - Constituye una franja de transición entre la reserva natural y el área circundante. Esta zona de amortiguamiento no está integrada a la reserva natural, si no que complementa su protección.

El DRNA prevé zonas de amortiguamiento en formas de fajas concéntricas fuera de la reserva. En el caso del ANPMMD, el concepto futuro de zonificación para manejo incluye la delimitación de Zonas de Amortiguamiento y Conectividad en los terrenos aledaños al área natural protegida.

- **Modelo de límites en reservas naturales de acuerdo con Schonewald-Cox and Bayless (1986).** La biodiversidad en las reservas naturales está influenciada por la dinámica de parches o “islas” de hábitat dentro de la misma y por el contexto más amplio del paisaje biológico. La fauna que habita en estas islas de hábitat debe poderse mover entre las mismas y colonizar parches nuevos con hábitats similares. Algunas especies utilizan los parches de hábitat selectivamente en diferentes temporadas del año o en etapas de su vida, y para sobrevivir, deben poder encontrar esos hábitats dentro del contexto más amplio del área natural protegida.

A mayor escala, la totalidad de la dinámica biológica del ANPMMD está influenciada por el contexto de una matriz circundante que no funciona como reserva. La dinámica de la matriz circundante puede tener consecuencias críticas, tanto negativas como positivas, en la futura Reserva Natural. En este contexto, las reservas naturales son unidades dinámicas que presentan movimientos grandes de plantas, animales, materiales y flujo de energía entre sus hábitats internos y los circundantes.

Consecuentemente, los límites o bordes de las áreas naturales protegidas son un factor crítico en la conservación de los hábitats interiores, debido a que determinan tanto la dinámica de inmigración y emigración de poblaciones, como el intercambio de materiales y nutrientes.

Los planes de manejo de las áreas naturales protegidas deben incluir el paisaje circundante como una unidad de manejo. El paisaje externo suele constituirse por una combinación de terrenos urbanos, suburbanos, industriales, agrícolas y forestales que representan diversos niveles de amenaza a los hábitats interiores del área natural protegida. Las principales amenazas son invasión por especies exóticas de flora y fauna; monocultivos agrícolas; desparrame urbano; contaminación y cacería ilegal; así como el desconocimiento general sobre la importancia de los ecosistemas que se protegen.

Schonewald-Cox and Bayless (1986) desarrollaron un modelo de límites o bordes de reservas naturales. Su modelo reconoce que el límite administrativo de un área natural protegida suele ser designado con base en parámetros políticos o legales en el marco de las restricciones de la propiedad privada, y tratando de evitar demandas públicas conflictivas. La delimitación política o legal tiene la finalidad de filtrar actividades humanas hacia el interior del área natural, y suele diferir de los bordes naturales ecológicos que controlan eventos biológicos y fisicoquímicos. De acuerdo al modelo, los límites administrativos de las áreas naturales protegidas generan un borde o límite falso que resulta en una protección mayor dentro de las áreas protegidas, y una protección menor en el exterior.

El modelo de bordes apoya el establecimiento de áreas de amortiguamiento alrededor de las áreas naturales protegidas, con el fin de incrementar el hábitat disponible (aunque sus condiciones no sean óptimas) y para reducir la exposición al paisaje desarrollado circundante. Las áreas de amortiguamiento pueden tener usos limitados y desarrollo de baja densidad acordes con los objetivos de conservación del área natural protegida.

- **Objetivos de manejo de la Categoría II, Parque Nacional, de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (WCPA, por sus siglas en inglés) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Parque Nacional de la IUCN.** La IUCN es un organismo internacional dedicado a la conservación de los recursos naturales. Fundado en 1948, tiene su sede en Gland, Suiza. La IUCN reúne a 78 estados, 112 agencias gubernamentales, 735 organizaciones no gubernamentales y miles de expertos y científicos de 181 países. La misión de la IUCN es promover y asistir a las sociedades en todo el mundo en la conservación de la integridad y biodiversidad de la naturaleza y asegurar que el uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sustentable.

Para facilitar el establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas, la IUCN ha desarrollado un sistema de nomenclatura y clasificación homogénea en el nivel internacional. En 1994, la IUCN revisó su propio sistema de clasificación de áreas protegidas, estableciendo finalmente seis categorías diferenciadas por sus objetivos de manejo. Este sistema de clasificación no contraviene las disposiciones de las leyes locales para el establecimiento de áreas, pero ayuda a ubicar las clasificaciones específicas de los países en el ámbito internacional.

En este marco de referencia, las características biofísicas, sociales y de manejo del ANPMMD la ubican en la *Categoría II. Parque Nacional* definida como un área protegida que es manejada principalmente para la conservación de ecosistemas y con fines de recreación. Específicamente, la IUCN define a la categoría de Parque Nacional como un área terrestre y/o marina natural, designada para:

- a) proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas para las generaciones actuales y futuras;
- b) excluir los tipos de explotación u ocupación que sean hostiles al propósito con el cual fue designada el área; y
- c) proporcionar un marco para actividades espirituales, científicas, educativas, recreativas y turísticas, actividades que deben ser compatibles desde el punto de vista ecológico y cultural (IUCN, 1994).

Los objetivos de manejo de esta categoría son:

- Proteger áreas naturales y escénicas de importancia nacional e internacional, con fines espirituales, científicos, educativos, recreativos o turísticos;

- Perpetuar, en el estado más natural posible, ejemplos representativos de regiones fisiogeográficas, comunidades bióticas, recursos genéticos y especies, para conservar la estabilidad y la diversidad ecológica;
- Manejar la utilización del sitio por parte de los visitantes, velando por que dicha utilización responda a fines de inspiración, educativos, culturales y recreativos, a un nivel que permita mantener al área en estado natural o casi natural;
- Suprimir, y por ende impedir las actividades de explotación y los asentamientos que están en pugna con los objetivos de la designación;
- Promover el respeto por los atributos ecológicos, geomorfológicos, religiosos o estéticos que haya justificado la designación; y
- Tener en cuenta las necesidades de las poblaciones autóctonas, incluyendo el uso de recursos naturales para su subsistencia, en la medida que estas no afecten adversamente a los otros objetivos de manejo (IUCN, 1994).

Las directrices para la selección indican que el área debe contener ejemplos representativos de importantes regiones, características o escenarios naturales, en las cuales las especies de animales y plantas, hábitats y los sitios geomorfológicos revistan especial importancia espiritual, científica, educativa, recreativa y turística. A su vez, el área debe ser suficientemente grande como para contener uno o más ecosistemas completos que no hayan sido materialmente alterados por la explotación o la ocupación del ser humano (IUCN, 1994).

La propiedad y el manejo deben estar en manos del gobierno o, con la salvaguarda y controles adecuados, una fundación o corporación sin fines de lucro a condición de que haya consagrado el área a actividades de conservación a largo plazo.

La ventaja de establecer equivalencias con métodos de zonificación universales consiste en la posibilidad de ubicar al ANPMMD en el contexto internacional para acceder a recursos técnicos y económicos de manejo, además de sumar una estrategia local a una global, para la conservación.

La descripción del estado actual de los recursos naturales y su distribución en el ANPMMD son consideradas para establecer unidades funcionales de manejo, en este sentido, el método de manejo adopta los siguientes conceptos sobre la biología de la conservación:



- ***Fragmentación.*** En biogeografía se describe como la descomposición de hábitats extensos en parchos pequeños y aislados. La fragmentación tiene dos componentes negativos para la biota: la pérdida del hábitat en su totalidad y la formación de pequeños parchos aislados de hábitat (Meffe et al., 2004).
- ***Manejo de ecosistemas.*** Es un enfoque con metas de sustentabilidad a largo plazo para mantener o restaurar la composición, estructura y función de ecosistemas modificados o en su estado natural. Está basado en el desarrollo de una visión de condiciones futuras que integra perspectivas ecológicas, socioeconómicas e institucionales para su aplicación en un marco geográfico definido primordialmente por fronteras ecológicas naturales (Meffe et al., 1994).

El enfoque por ecosistemas requiere un manejo adaptativo para abordar la dinámica compleja de los ecosistemas y compensar la falta de conocimiento sobre sus procesos funcionales internos. Los procesos de los ecosistemas son frecuentemente no lineales y los resultados de los procesos presentan frecuentemente lagunas temporales. Como resultado de ello existen discontinuidades que provocan sorpresas e incertidumbre. La gestión debe ser adaptable para poder responder a tales incertidumbres e incluir elementos de "aprendizaje en la práctica" o de información derivada de investigaciones. Tal vez sea necesario adoptar medidas, incluso cuando no se han establecido científicamente las relaciones completas de causa y efecto.

- ***Zonificación para el manejo.*** El proceso de zonificación establece áreas geográficas dentro de un área natural protegida. Para cada zona de manejo se establecen estrategias de manejo y usos permitidos o segregados. Bajo el enfoque de manejo de ecosistemas, la zonificación se establece siguiendo el contorno natural de los ecosistemas y de las superficies afectadas por el cambio de uso de suelo y otras actividades humanas. El establecimiento de zonas permite asignar objetivos de manejo y tareas específicas en forma estructurada.

Según Thomas y Middleton (2003), las zonas de manejo son utilizadas típicamente para:

- proveer protección a hábitats críticos o representativos, ecosistemas y procesos ecológicos;
- separar actividades humanas conflictivas con los objetivos de conservación; y
- permitir una gama de actividades humanas razonables y acordes con la protección de los componentes naturales del área protegida.

- **Manejo de cuencas hidrográficas.** Es un proceso orientado a desarrollar e implementar planes, programas, proyectos y prácticas sustentables para el manejo y la conservación de recursos naturales orientados a mantener y mejorar las funciones de cuencas hidrográficas que influyen en las comunidades de plantas, animales y humanos que las habitan (Meffe et al., 2004).

### **4.3 ZONAS Y UNIDADES DE MANEJO**

El componente de manejo del Plan de Manejo del ANPMMD adopta los principios y conceptos del manejo de ecosistemas. Establece procesos y actividades para: (a) mantener o restaurar la estructura y función de ecosistemas modificados o en su estado natural; (b) incrementar la cobertura de los ecosistemas críticos y representativos; y (c) restaurar la conectividad entre los parches aislados de ecosistemas a consecuencia del cambio histórico del uso del suelo tanto dentro como fuera del área natural protegida.

#### **4.3.1 Categorías de Manejo**

Para lograr el manejo de ecosistemas, el Plan de Manejo establece tres categorías de manejo principales:

1. Unidades de Manejo (Ecosistemas)
2. Zonas de Manejo
3. Zonas de Amortiguamiento y Conectividad

#### **Unidades de Manejo (Ecosistemas)**

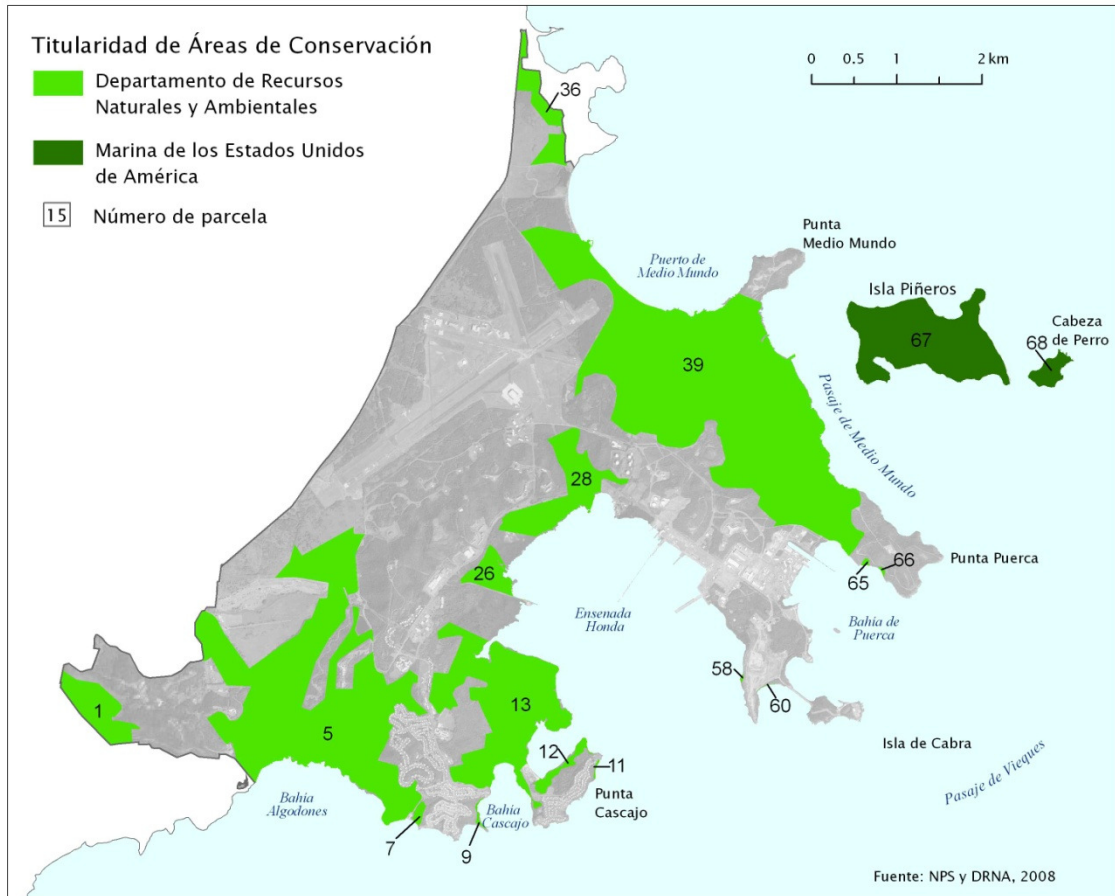
En este plan, los ecosistemas son considerados unidades mínimas funcionales de manejo cuyos límites geográficos se establecen bajo los principios teóricos de la zonificación para el manejo. Esta zonificación establece objetivos específicos de manejo por unidad y zona de manejo, y permite una gama específica de actividades humanas razonables y acordes con la protección de los recursos naturales del ANPMMD.

#### **Zonas de Manejo**

El Plan de Reuso de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads identificó 17 Áreas de Conservación que integraban terrenos de la antigua base naval con presencia significativa de humedales, áreas inundables y ecosistemas de alto

valor ecológico y que ahora forman parte del ANPMMD [Ver Parcelas Número 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 28, 36, 39, 58, 60, 65, 66, 67 y 68 en la Figura 4.1].

**FIGURA 4.1**  
**ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL ANPMMD**



El Plan de Manejo del ANPMMD utiliza los números asignados a estas Áreas de Conservación como referencia física al momento de especificar lugares geográficos que requieran acciones puntuales de manejo. También se hace referencia a los números de las Áreas de Conservación del Plan de Reuso ya que actualmente este documento es el instrumento de planificación rector para los posibles usos del suelo de la antigua base naval, aunque no incorpora un reglamento especial de calificación o zonificación de los usos específicos del suelo.

Estas 17 Áreas de Conservación luego se conglomeraron en cuatro Zonas de Manejo. Debido a la fragmentación que existe en el área natural protegida, el Plan de Manejo del ANPMMD utiliza, como primer criterio, la cercanía geográfica

y/o interconexión marítima/costera al momento de conglomerar diversas Áreas de Conservación dentro de Zonas de Manejo.

Por otra parte, los terrenos del ANPMMD están ubicados en las secciones bajas y de salida de las cuencas de diversos cuerpos de agua. Debido a que los procesos geomorfológicos de las cuencas determinan la distribución y composición de ecosistemas presentes en un territorio, el componente de manejo del Plan de Manejo también utiliza, como segundo criterio, los límites geográficos de las cuencas existentes como límites anidados de zonificación dentro de los cuales se agrupan ecosistemas cuya funcionalidad conjunta determina la dinámica de la cuenca a la que pertenecen.

### **Zonas de Amortiguamiento y Conectividad**

Las áreas naturales protegidas “no son unidades aisladas, sino que están vinculadas a las zonas circundantes por factores ecológicos, económicos, políticos y culturales. Esta es la razón por la cual la planificación y el manejo de las áreas protegidas se tienen que incorporar dentro de los planes regionales, y deben contar con el apoyo de las políticas adoptadas para zonas más extensas” (IUCN, 1994). Por esta razón, el Plan de Manejo del ANPMMD también identifica y delimita Zonas de Amortiguamiento y Conectividad, a los efectos de que se tomen en consideración en las políticas públicas sobre los futuros usos de suelos de la antigua base naval y sus terrenos adyacentes.

El propósito principal de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad es permitir, con la mejor integridad posible, la continuidad de las condiciones y procesos naturales que rigen la ecología de los ecosistemas del ANPMMD. Estas zonas incorporan principalmente los bosques secos y matorrales en las colinas, montañas y acantilados rocosos de la antigua base naval, los cuales tienen un rol importante en el funcionamiento ecológico de las unidades de manejo. A su vez, integran áreas de humedales herbáceos emergentes y zonas inundables también necesarias para la integridad ecológica del ANPMMD.

Las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad ofrecen una serie de beneficios ambientales, entre estos:

1. Prevenir la erosión de suelos, carreteras y aceras por ser zonas de altos declives y alto potencial de suelos erosionables;

2. Reducir la velocidad de las aguas de inundación y protegen de desarrollo urbano las áreas propensas a inundaciones y otras amenazas naturales (tales como, tsunamis, huracanes, etc.);
3. Actuar como barreras naturales entre las áreas desarrolladas y las áreas de conservación;
4. Mejorar el valor estético y visual de toda la zona;
5. Proporcionar hábitats importantes para la alimentación, el apareamiento y la reproducción para varias especies, incluyendo especies consideradas amenazadas o en peligro de extinción por leyes estatales y federales; y
6. Proteger los valores históricos y arqueológicos de toda esta región.

#### **4.3.2 Proceso de Zonificación para el Manejo del ANPMMD**

Bajo la integración de estos conceptos, el Plan de Manejo estableció un proceso agregado de zonificación para el manejo, con tres elementos primordiales:

1. Desarrollo de un mapa base de cobertura de suelo donde se pudieran identificar las Unidades de Manejo (Ecosistemas);
2. Integración de las Unidades de Manejo en Zonas de Manejo delimitadas por la cercanía geográfica y/o la interconexión marítima/costera de las Áreas de Conservación y/o el contorno de las cuencas hidrográficas presentes; y la
3. Delimitación de Zonas de Amortiguamiento y Conectividad que integren la visión futura de manejo.

El proceso de zonificación para el manejo del ANPMMD se compone de los pasos siguientes:

1. **Unidades de Manejo (Ecosistemas):** El mapa de cobertura de suelo se generó utilizando de manera primaria las fotos aéreas más recientes disponibles con resolución de 1 pie (año 2007). Para interpretar los distintos tipos de cobertura de suelo se utilizó una escala de digitalización entre 1:800 a 1:5,000 para toda el área de la antigua base naval. A su vez, se utilizaron los siguientes datos secundarios para informar la digitalización:
  - Mapa de Zonas de Planificación del Plan de Reuso de la ABNRR (CB Richard Ellis, et al., 2004);
  - Mapa de Cobertura de Suelo y los Tipos de Vegetación del *Puerto Rico Gap Analysis Project* del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) (Gould, W., et al., 2008);

- Mapa de Inventario de Humedales del Servicio Nacional de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) (NRCS, 1994) y
- Mapa de Zonas Bénticas de Puerto Rico (NOAA, 1999) (Nota: Los datos de zonas bénticas se tomaron como buenos y se adaptaron, sin modificar nada de su digitalización en el mapa de cobertura de suelos y ecosistemas).

El mapa de cobertura de suelo fue utilizado para realizar el diagnóstico de los recursos naturales y para establecer el punto de partida de la zonificación, manejo y monitoría de ecosistemas (unidades de manejo) dentro del Plan de Manejo. Para la delineación y el cálculo de áreas por cobertura de suelo se desarrolló un sistema de información geográfica con el software de *ArcMap 9.2*. Con el propósito de facilitar su descripción y poder ser más efectivos en el desarrollo de las acciones para su manejo, los ecosistemas y asociaciones vegetativas del ANPMMD se agruparon en las siguientes categorías:

- Bosque de mangle,
- Bosque seco y matorral,
- Humedal herbáceo emergente,
- Salitral,
- Pastizal,
- Cuerpos de agua,
- Playa arenosa,
- Playa rocosa,
- Arrecifes de coral, y
- Praderas de yerbas marinas.

El desarrollo o estructura vegetativa y el régimen hídrico de los suelos fueron los dos factores principales utilizados para definir estos ecosistemas. Las playas, las praderas de yerbas marinas y los arrecifes de coral se incluyen como parte de los ecosistemas presentes en el ANPMMD. Aunque éstos no se encuentran propiamente dentro de los límites oficiales del área natural protegida, si mantienen una estrecha relación funcional con los ecosistemas que forman parte de esta zona. Por tal razón, es imprescindible reconocerlos e incorporarlos como parte de los esfuerzos de preservación y conservación propuestos, para así garantizar un manejo integral del ANPMMD.

También se delimitó una última categoría, nombrada “urbano/construido”, con el propósito de definir las áreas que no presentan una cobertura vegetal significativa y que están dominadas por estructuras asociadas al anterior uso de estos terrenos, tales como: oficinas administrativas, facilidades portuarias y

marinas, facilidades industriales, hospitales, áreas residenciales, comerciales y/o recreativas, caminos, aeropuerto y toda su infraestructura relacionada, entre otras. Esta categoría representa la cobertura del uso del suelo y no un ecosistema.

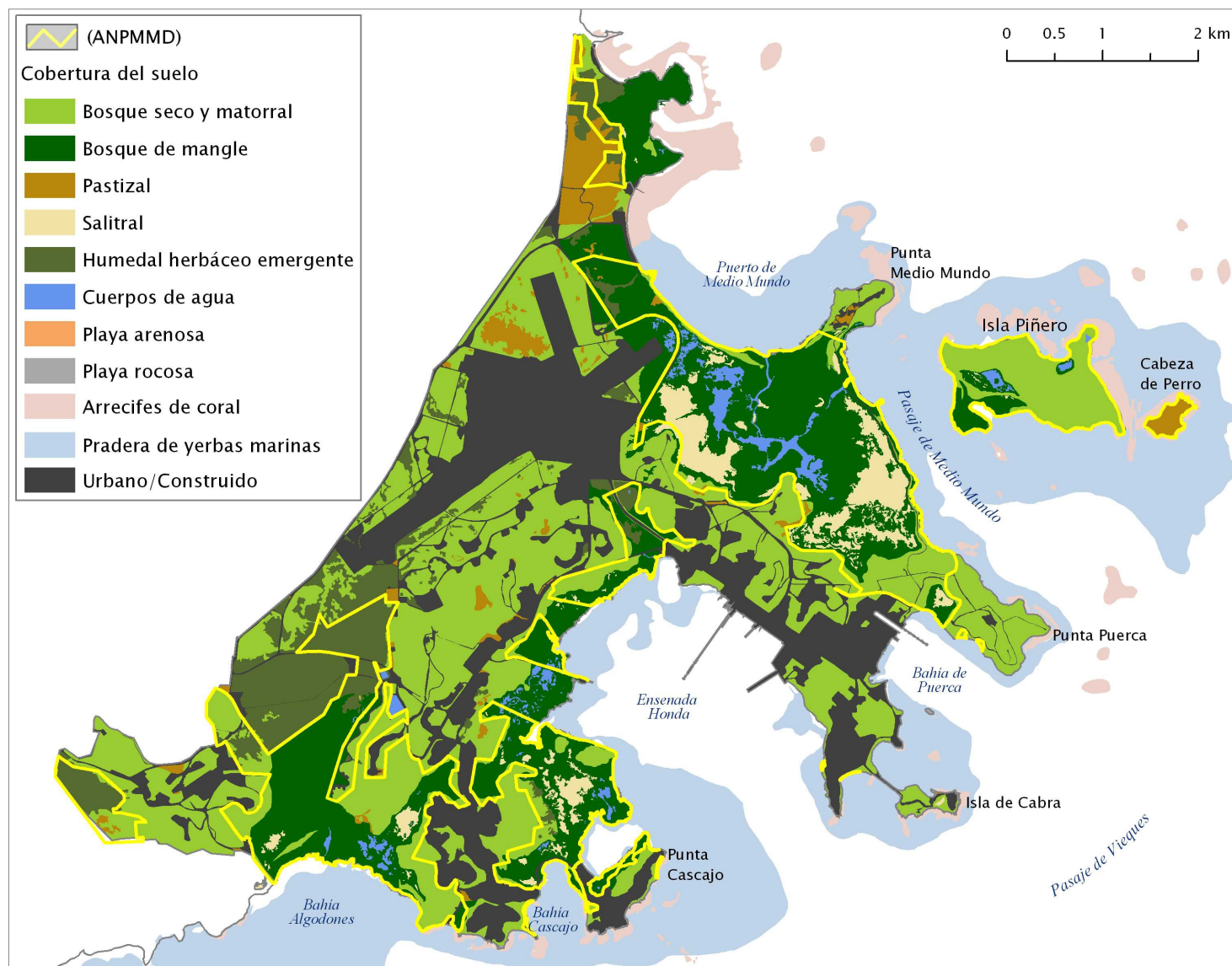
Los ecosistemas naturales se consideraron unidades mínimas de manejo y se les asignó un código alfanumérico para su identificación. En este nivel los objetivos específicos por Unidad de Manejo, constituyen el nivel más detallado y discreto de la zonificación. El detalle de las unidades de manejo se presenta en la Tabla 4.1 y la Figura 4.2)

**TABLA 4.1  
UNIDADES DE MANEJO (ECOSISTEMAS) Y  
COBERTURA DE SUELO EN EL ANPMMD**

Ecosistema y Cobertura del Suelo	ANPMMD	
	Cuerdas (Aprox.)	% de cobertura
Bosque de mangle	1,679.8	49.1%
Bosque seco y matorral	870.8	25.4%
Humedal herbáceo emergente	283.3	8.3%
Salitral	330.0	9.6%
Pastizal	70.0	2.0%
Cuerpo de agua	122.4	3.6%
Playa arenosa	9.7	0.3%
Playa rocosa	7.6	0.2%
Urbano/Construido	48.6	1.4%
<b>Fuera de los Límites Oficiales del ANPMMD</b>		
Praderas de Yervas Marinas	695.8	*
Arrecifes de Coral	3,869.0	*

\* No aplica

**FIGURA 4.2**  
**UNIDADES DE MANEJO (ECOSISTEMAS) Y COBERTURA DE SUELO EN EL ANPMMD**





2. **Zonas de Manejo:** La planificación para el manejo a largo plazo requirió la definición de áreas geográficas de mayor cobertura que abarcaran la distribución potencial de los ecosistemas a lo largo de variables constantes del medio biofísico, tales como: tipo de suelo, humedad, saturación y salinidad, e integraran los procesos hidráulicos de cuenca o sub-cuencas. Para estos fines se establecieron Zonas de Manejo en función de la cercanía tanto física como marítima/costera de las Áreas de Conservación, según el Plan de Reuso de la ABNRR, y los límites de las cuencas hidrográficas presentes.

Las Zonas de Manejo son las unidades mayores de zonificación orientadas a cubrir las metas de manejo a largo plazo. Para delimitar las Zonas de Manejo y calcular las superficies modificadas de las Unidades de Manejo se estableció un sistema de información geográfica con el software de *ArcMap 9.2*. Como se observa en la Figura 4.3, se establecieron cuatro zonas de manejo que se detallan en la Tabla 4.2

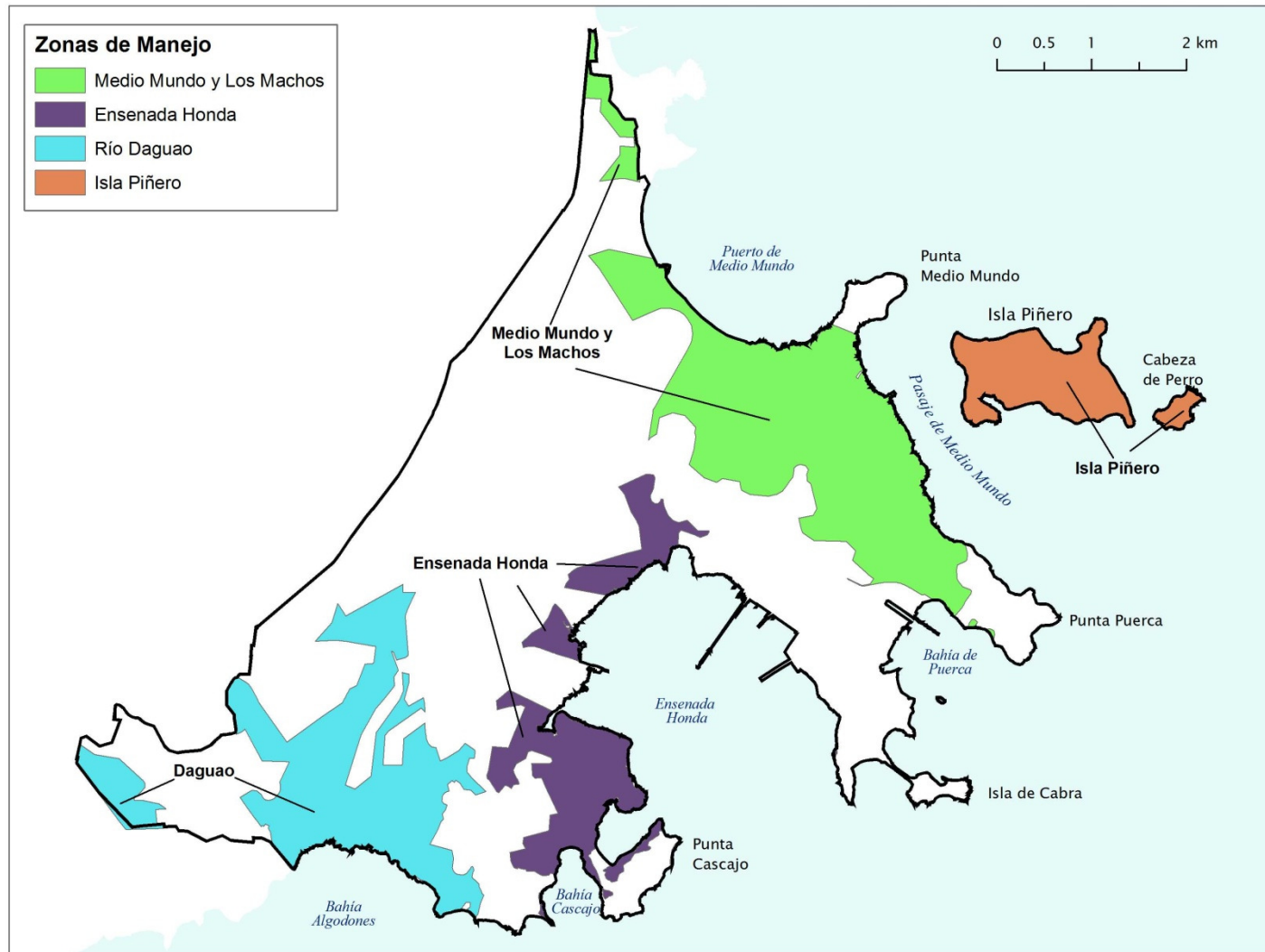
**TABLA 4.2  
ZONAS DE MANEJO DEL ANPMMD**

Zona de Manejo	Superficie Total (cuerdas)
Medio Mundo y Los Machos	1,441.2
Ensenada Honda	612.8
Río Dagüao	1,021.0
Isla Piñeros	365.0

3. **Zonas de Amortiguamiento y Conectividad:** Debido a que la zonificación del ANPMMD se estableció bajo los principios del manejo por ecosistemas, las Unidades y Zonas de Manejo se consideraron unidades dinámicas cuya distribución y estructura será modificada constantemente tanto por los procesos biofísicos y de sucesión ecológica, como por las actividades de manejo dirigidas a la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de ecosistemas.

Debido a estos agentes transformadores fue necesario establecer una visión de futuro donde básicamente se reduce la fragmentación de ecosistemas y se incrementa su cobertura y conectividad para crear áreas de cobertura constante

**FIGURA 4.3**  
**ZONAS DE MANEJO DEL ANPMMD**



y homogénea dedicadas a la conservación de procesos biológicos y a la integración de actividades humanas acordes con los objetivos de creación y manejo del ANPMMD. La visión futura del ANPMMD se ejemplifica gráficamente en el mapa de la Figura 4.4, el cual integra Zonas de Amortiguamiento y Conectividad para cada una de las cuatro Zonas de Manejo.

La delimitación de Zonas de Amortiguamiento y Conectividad tiene el doble propósito de integrar los ecosistemas y las Zonas de Manejo en unidades mayores que tengan una mejor funcionalidad biológica y al mismo tiempo representen unidades menos fragmentadas y de mayor tamaño para facilitar el manejo colaborativo.

La metodología utilizada para establecer las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad requirió identificar los terrenos dentro de la ABNRR que: (1) no fueran parte de las 17 Áreas de Conservación del ANPMMD; (2) no tuvieran una cobertura de suelo de urbano/construido; (3) fueran vulnerables a daños a la vida y propiedad ante la presencia de amenazas naturales; y/o (4) garantizaran la protección y conservación de la integridad ecológica de los ecosistemas con mayor biodiversidad o complejidad en el ANPMMD.

Para poder identificar las áreas que cumplían con estos cuatro factores, se establecieron unos criterios de evaluación e identificación:

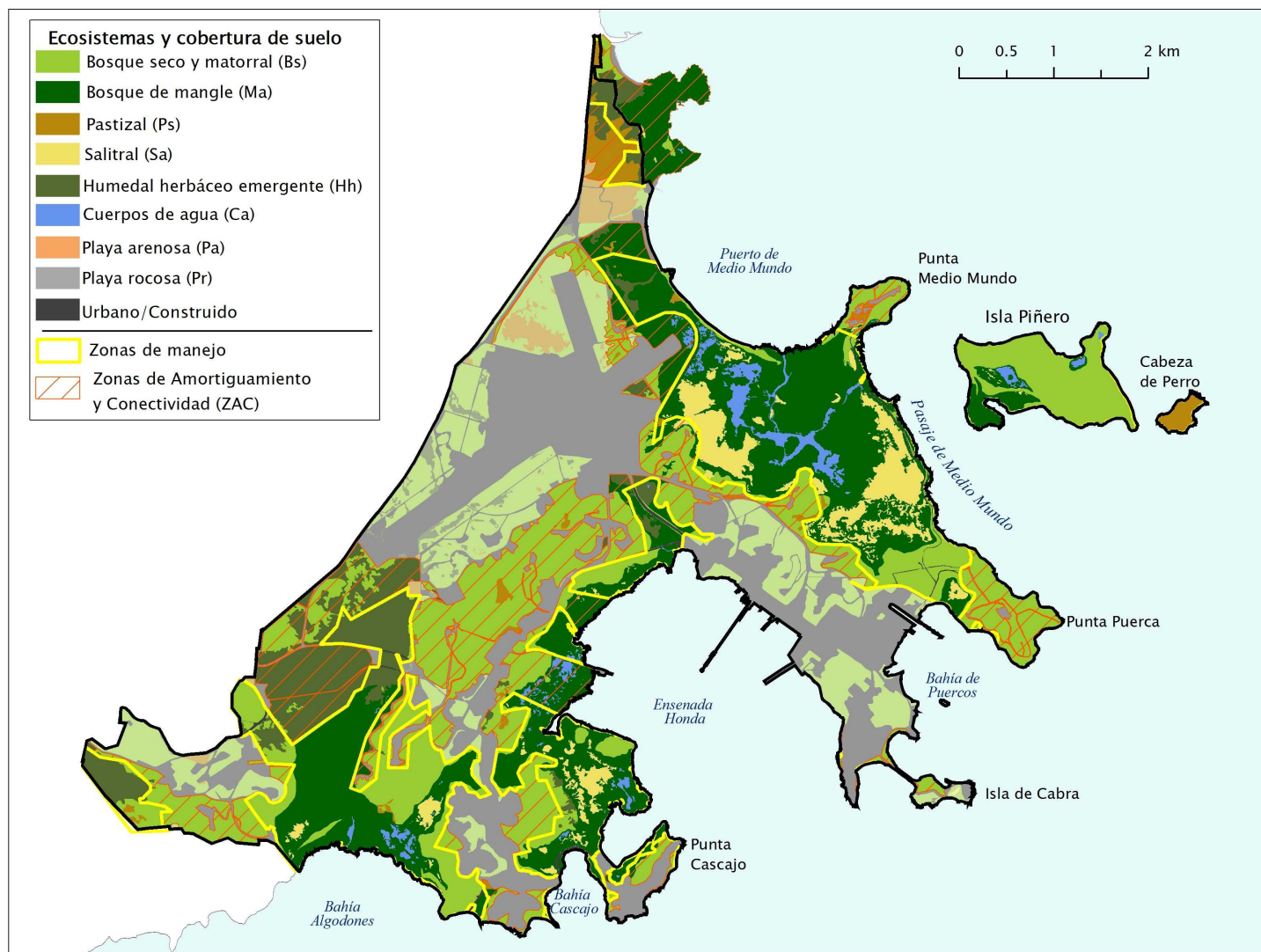
- áreas susceptibles a inundaciones, según los Mapas de Inundación de FEMA (FEMA, 2007);
- áreas afectadas por la marejada ciclónica producida por un huracán categoría 3 (USACE, 1994);
- áreas susceptibles a la penetración sobre tierra de un tsunami (Mercado, et al., 2002);
- áreas con pendientes de más de 15% (USGS, 2009);
- áreas con suelos inundables y/o cubiertos de humedales y pantanos, tales como los suelos Bajura arcilloso (Bc), Coloso limoso arcilloso (Co), Planicie de marea (Tf) y Pantano de marea (Ts) (Boccheciamp, 1977);
- áreas con suelos susceptibles a erosión y/o deslizamiento, tales como Junquitos arcilloso (JaC2), Mabí arcilloso (MaC2 y MaD2), Río arriba arcilloso (RrC2), sabana limo-arcilloso-lómico (SaE2, SaF2), descabrado arcilloso-lómico (DeC2 y DeE2), Descabrado y Guayama (DgF2), y Jacana arcilloso (JaC2) (Boccheciamp, 1977);
- áreas en donde, según el mapa de ecosistemas y cobertura de suelo, existen bosques de mangle, bosques secos y matorrales, humedales herbáceos

emergentes, salitrales y playas arenosas fuera de las Áreas de Conservación que puedan representar un puente de conectividad de ecosistemas entre las Zonas de Manejo del ANPMMD (Figura 4.3);

- áreas que representen extensiones de hábitat necesarios para especies en peligro de extinción, tal como las tortugas marinas, para las cuales se recomienda un área de amortiguamiento tierra adentro de 50 metros desde sus playas de anidaje (DON, 2006); al igual que para especies indicadoras, tal como el juey común, para el cual se recomienda un área de amortiguamiento de 150 metros desde los límites del bosque de mangle (Rodríguez, 2004); y
- áreas donde se hayan identificado sitios arqueológicos o edificios históricos, según estudios científicos (DOD, 2007).

Una vez se identificaron las áreas que cumplían con uno o más de estos criterios, se procedió a delimitar las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad para cada una de las cuatro Zonas de Manejo utilizando sistemas de información geográfica con el software de *ArcMap 9.2*.

**FIGURA 4.4**  
**VISIÓN DEL FUTURO DEL ANPMMD**  
**(ZONAS DE MANEJO Y ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y CONECTIVIDAD DEL ANPMMD)**



## **4.4 ESTRUCTURA DE MANEJO Y PROGRAMAS ESPECIALES**

### **4.4.1 Administración**

Al momento de desarrollar este Plan de Manejo (marzo 2010), el futuro de los usos del suelo de la mayoría de los terrenos dentro de la antigua base naval era incierto. Estos terrenos podrían ser adquiridos y/o manejados por diversas entidades públicas y privadas con diferentes propósitos. Por consiguiente, la realidad sobre los usos futuros de los terrenos de la antigua base naval requiere de una estructura de manejo e intervención colaborativa, abierta, dinámica, adaptativa y flexible.

Esta área natural protegida deberá ser manejada como una sola unidad con el fin de lograr una administración eficiente y efectiva. Por ende, la estructura de manejo propuesta para el ANPMMD estará basada en el manejo colaborativo, guiada por un Consejo Asesor de Manejo y conllevará la implantación de una serie de programas especiales.

#### **A. Consejo Asesor de Manejo**

El manejo colaborativo del ANPMMD deberá estar guiado y asesorado por un Consejo Asesor de Manejo integrado por representantes de las siguientes entidades:

1. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (Secretario);
2. Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (Director Ejecutivo);
3. Autoridad del Portal del Futuro (Director Ejecutivo);
4. Representante comunitario del Municipio de Ceiba; y
5. Representante comunitario del Municipio de Naguabo.

Los miembros podrán designar personas a representarlos, siempre y cuando éstas estén debidamente autorizadas por el funcionario que representan a tomar decisiones sobre asuntos relacionados al Consejo.

El Consejo Asesor de Manejo, el cual estará dirigido y coordinado por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, estará encargado principalmente de vigilar el desarrollo y el cumplimiento de las metas y los objetivos de manejo del Plan de Manejo del ANPMMD. A su vez, podrá determinar las prioridades de manejo con base a un manejo adaptativo y promoverá entre los futuros dueños de terrenos de la antigua base naval el ejercicio sinérgico y complementario de las acciones de manejo. Específicamente, el Consejo tendrá las siguientes responsabilidades:

- Realizar reuniones ordinarias, por lo menos, dos veces al año y convocar a reuniones extraordinarias si fuese necesario.
- Considerar añadir a los Alcaldes de Ceiba y Naguabo como miembros del Consejo Asesor de Manejo del ANPMMD.
- Asegurar la implantación del Plan de Manejo del ANPMMD y que el Fideicomiso de Conservación asigne el personal y el presupuesto mínimo necesario para cumplir con los lineamientos del mismo.
- Diseñar e implementar un marco administrativo eficaz para el ANPMMD. Orientar el uso eficiente de los recursos humanos y económicos de las entidades que forman parte del Consejo para asegurar el manejo efectivo del ANPMMD y evitar la duplicidad de esfuerzos.
- Evaluar y proveer recomendaciones sobre el plan anual de trabajo del ANPMMD (Ver Sección 4.4.9).
- Coordinar para que la JP adopte una resolución designando el ANPMMD como Reserva Natural y ampliando el área superficial del área natural protegida para que incluya las aguas territoriales y sus terrenos sumergidos 9 millas náuticas desde la línea de costa al norte, este y sur de la futura reserva.
- Debido al alto valor ecológico de los terrenos en Punta Puerca y Punta Medio Mundo, recomendar su transferencia para uso público u otro mecanismo de conservación para asegurar que estos terrenos se manejan como un área protegida.
- Considerar designar los ecosistemas marinos, acuáticos y costeros adyacentes al ANPMMD como una Reserva Marina, incluyendo el sistema de praderas de yerbas marinas que conecta al área natural protegida con la Isla de Vieques (Ventosa-Febres et al., 2005).
- Promover, a través del DRNA, que la Legislatura de Puerto Rico restablezca mediante ley el carácter de bien de dominio público de todos los terrenos mareales de la otrora base naval Roosevelt Roads, particularmente los terrenos de bosque de mangle que formaban parte del Bosque Insular de Ceiba, proclamado en el año 1918, y que fueron trasferidos por el Gobierno Insular de Puerto Rico al Gobierno de los EUA mediante la Ley 54 aprobada por la Legislatura de Puerto Rico el 26 de abril de 1941.
- Integrar el manejo del ANPMMD con el manejo del Bosque Nacional El Yunque, con especial atención en la protección de las cuencas hidrográficas y el valor del paisaje; al igual que con el manejo del Bosque Estatal de Ceiba (Segmento Demajagüa en Fajardo y Segmento Naguabo).
- Considerar nuevos programas, estrategias o acciones de manejo a medida que se obtiene nueva información y sea necesario realizar cambios o adiciones al Plan de Manejo.

- Establecer comités especiales para asesorar, asistir y coordinar la ejecución de las diferentes acciones propuestas y/o cualquier otro asunto que el Consejo estime pertinente.
- Identificar fuentes recurrentes y no recurrentes de fondos para la administración, manejo y mantenimiento del ANPMMD y las actividades que se autoricen en ésta, incluyendo proyectos colaborativos con gobiernos municipales, estatales y federales, grupos comunitarios y otras entidades privadas. Entre las posibles fuentes de recaudo se estudiarán, sin obviar otras, fijar una tarifa o pago por la entrada al área natural protegida, y/o establecer cánones o tarifas para la otorgación de concesiones según aquellas actividades que hayan sido seleccionadas para ser desarrolladas en los terrenos del ANPMMD.
- Solicitar a la Marina de los EUA que le asigne prioridad al proceso de análisis, evaluación y limpieza de las áreas contaminadas dentro de Isla Piñeros, Isla Cabeza de Perro y sus cuerpos de aguas adyacentes.
- Establecer un Reglamento Especial de Uso de Recursos Acuáticos y Marinos en el ANPMMD bajo las estructuras de políticas públicas del DRNA, en colaboración con el Fideicomiso.
- Evaluar y someter comentarios o recomendaciones sobre el desarrollo de cualquier tipo de estructura, facilidad o infraestructura a construirse en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad y/o otros terrenos aledaños a las Áreas de Conservación dentro de la antigua base naval.
- Presentar al Secretario del Departamento del Interior de los EUA un informe bianual que describa el uso que se le ha dado a las Áreas de Conservación durante el periodo de 2 años precedente y cualquier otra información pertinente. Se deberán presentar 10 informes bianuales consecutivos (es decir, por un periodo de 20 años) o hasta el tiempo que determine el Secretario del Departamento del Interior.<sup>1</sup>
- Evaluar el progreso en la implementación del Plan de Manejo mediante la revisión del Informe Anual de Trabajo (Ver Sección 4.4.9).y el desarrollo de un nuevo Plan de Manejo cada 10 años, entre otras.

El Consejo Asesor de Manejo celebrará una reunión de trabajo durante el primer mes luego de la aprobación del Plan de Manejo para determinar cómo se llevará a cabo la operación y el funcionamiento formal del Consejo.

---

<sup>1</sup> El acuerdo de transferencia entre el DRNA y el *National Park Service*, bajo el Departamento del Interior de los EUA, de febrero de 2008 establece que: “*From the date of this conveyance, the Grantee, its successors and assigns, shall submit biennial reports to the Secretary of the Interior, setting forth the use made of the Property during the preceding 2-year period, and other pertinent data establishing its continuous use for the purposes set forth above, for ten consecutive reports and as further determined by the Secretary of the Interior*”.



## **B. Programas Especiales**

La estructura de manejo del ANPMMD también conllevará la implantación de una serie de programas especiales, que incluyen:

- Programa de Preservación, Conservación y Restauración de Ecosistemas;
- Programa de Educación, Interpretación y Ciudadano Científico;
- Programa de Investigación Científica;
- Programa de Ecoturismo, Recreación y Manejo de Visitantes;
- Programa de Infraestructura y Mantenimiento;
- Programa de Vigilancia y Seguridad y
- Programa de Evaluación y Monitoreo.

Cada uno de estos programas aplicará tanto a la totalidad del área natural protegida, como a cada una de sus Zonas de Manejo. Para todos los programas que se describen a continuación se establece su meta, sus objetivos específicos y las acciones necesarias para lograr los mismos. Todas las acciones recomendadas para estos programas se consideran esenciales para lograr la visión futura de manejo del ANPMMD. Sin embargo, existen unas acciones a las cuales hay que asignarle un rango de prioridad ya que ameritan atención inmediata y deben iniciarse a corto plazo o dentro de los primeros dos años después de la aprobación del Plan de Manejo. Existen otras acciones cuyos resultados se esperan a mediano y largo plazo. Por esta razón, la sección sobre el Programa de Evaluación y Monitoreo propone el desarrollo de un Plan de Evaluación y Monitoreo que incluya unas tablas de programación e indicadores de monitoreo para cada una de las acciones propuestas dentro de los Programas Especiales para el manejo efectivo del ANPMMD.

#### 4.4.2 Programa de Preservación, Conservación y Restauración de Ecosistemas

##### A. Meta

Lograr la preservación, conservación y restauración de los diferentes sistemas naturales que componen el ANPMMD para mejorar, proteger y asegurar la integridad ecológica y la biodiversidad del área protegida.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### Objetivo 1:

**Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión de ciertos ecosistemas del ANPMMD.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Asegurar la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión de cada una de las unidades de ecosistemas identificadas en las fichas de manejo (Sección 4.5).
2. Permitir la continuidad de los procesos naturales de sucesión y restauración de ecosistemas que está ocurriendo en la playa artificial conocida como *Community Beach* en Ensenada Honda (Ver Zona de Amortiguamiento y Conectividad (ZAC) 7 de la Zona de Manejo – Ensenada Honda en Figura 4.8), donde la vegetación característica de bosque de mangle ha retornado a su área de distribución original.
3. Permitir la continuidad de los procesos naturales de sucesión y restauración de ecosistemas que está ocurriendo donde se ubicaba el antiguo campo de golf de 9 hoyos (Ver ZAC 3 de la Zona de Manejo – Río Dagüao en Figura 4.10), donde la vegetación característica de humedales herbáceos emergentes ha retornado a su área de distribución original.

###### Objetivo 2:

**Coordinar actividades de restauración de ecosistemas que fueron afectados en el pasado por eventos naturales y/o actividades antropogénicas.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Asegurar la implantación de las actividades de restauración de los ecosistemas del ANPMMD según establecidas en las fichas de manejo (Sección 4.5).

2. Dar seguimiento, evaluación y monitoreo a la implantación del *Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos* (DON, 1996) culminado por la Marina de los EUA en el año 2007, el cual restableció el flujo hidrológico por uno de los tres canales históricos del bosque de mangle de Los Machos.
3. Establecer un vivero para desarrollar o cultivar plantas y árboles a emplearse en las actividades de siembra y reforestación utilizando material vegetal del ANPMMD y de la otrora base naval con el fin de ayudar a conservar el acervo genético local, con énfasis especial en aquellas clasificadas como elementos críticos.
4. Coordinar la implantación de proyectos de mitigación de humedales y otros ecosistemas con la Autoridad de Carreteras de Puerto Rico, otras agencias estatales y federales y entidades privadas en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad del ANPMMD.
5. Ofrecer oportunidades a escuelas, universidades y otras entidades para colaborar y participar en las actividades de restauración de especies y ecosistemas en el ANPMMD.
6. Restaurar la calidad de las aguas del Río Dagüao y las quebradas que discurren por el ANPMMD, en estrecha colaboración con los vecinos y los gobiernos municipales de Ceiba y Naguabo.

### **Objetivo 3:**

**Controlar o eliminar las fuentes de presión en todas las zonas de manejo del ANPMMD.**

#### **Acciones Estratégicas:**

1. Diseñar e implantar estrategias de recogido, manejo y reciclaje de desperdicios sólidos y escombros mayores dentro del ANPMMD.
2. Recomendar que las limpiezas de todas las playas naturales o artificiales adyacentes al ANPMMD se lleven a cabo manualmente o con otros métodos que no promuevan la erosión de las playas.
3. Diseñar e implantar estrategias de mantenimiento y control de erosión en las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura que discurren por el ANPMMD, en coordinación con la Marina de los EUA, el *US National Park Service* y los futuros dueños de estas servidumbres.
4. Diseñar e implantar estrategias de manejo de cuencas hidrográficas para mejorar la calidad de las aguas y el aporte de sedimentos que descargan a los cuerpos de agua del ANPMMD y los ecosistemas marinos relacionados, en cumplimiento con la Ley para Establecer la Política Pública sobre la Prevención de Inundaciones en Puerto Rico, la Conservación de Ríos y

- Quebradas y la Dedicación a Uso Público de Fajas Verdes (Ley Núm. 49 del 4 de enero de 2003, según enmendada).
5. Diseñar e implantar estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para controlar los impactos de la contaminación lumínica hacia las playas de anidaje de tortugas marinas del ANPMMD desde las áreas urbanas y construidas presentes y futuras.
  6. Diseñar e implantar estrategias de manejo de especies exóticas e invasivas, al igual que de animales realengos y abandonados, en cumplimiento con el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004).
  7. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD (En la Sección 4.4.7 - Programa de Vigilancia y Seguridad se detallan las actividades prohibidas en el ANPMMD).
  8. Diseñar y demarcar un sistema de veredas terrestres y acuáticas (*snorkeling*) y de rutas de navegación en el ANPMMD a través del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD, en cumplimiento con la Ley para establecer la Política Pública sobre Veredas de Visitantes, Ciclistas de Montaña, Veredas Acuáticas y Ecuéstres en Puerto Rico (Ley Núm. 314 del 2 de septiembre de 2000).
  9. Establecer un Reglamento Especial de Uso de Recursos Acuáticos y Marinos en el ANPMMD bajo las estructuras de políticas públicas del DRNA, en colaboración con el Fideicomiso. El mismo debe establecer y demarcar canales de navegación dentro de los cuerpos de agua del ANPMMD, con límites de velocidad y zonas de no oleaje (*no wake zones*), y delimitar zonas donde se debe controlar y limitar el acceso de embarcaciones para evitar impactos a especies en peligro de extinción y sus ecosistemas relacionados.
  10. Dar seguimiento y evaluar todas las acciones correctivas de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, según sus siglas en inglés) que la Marina y los futuros dueños de terrenos implanten en los terrenos aledaños al ANPMMD identificados como Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos (*Solid Waste Management Units* (SWMU, por sus siglas en inglés)) o Áreas de Preocupación (*Areas of Concern* (AOC, por sus siglas en inglés)).
  11. Implantar el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004) y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción (Reglamento Núm. 6766 del 12 de marzo del 2004) del DRNA.

12. Implantar el Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000).
13. Implantar el Reglamento para Controlar la Extracción, Posesión, Transportación y Venta de Recursos Coralinos en Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 2577 del 11 de octubre de 1979).
14. Asegurar que todo proyecto de construcción adyacente a las Áreas de Conservación presente un Plan de Control de Erosión y Sedimentación (Plan CES detallado) para evaluar los impactos sobre las mismas. Asegurar que los proyectos que afecten los drenajes o que afecten el movimiento de agua hacia y fuera los ecosistemas del ANPMMD, también presenten un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H).
15. Asegurar que los ejercicios de planificación sobre el futuro uso de terreno de la antigua base naval, al igual que el proceso de toma de decisiones sobre la aprobación de permisos de construcción dentro de esta zona, toman en consideración los impactos al paisaje. Para mitigar estos impactos, se podrán utilizar materiales y diseños naturales que se integran con el paisaje natural, estructuras de baja escala, eliminar o soterrar las líneas de energía eléctrica y establecer barreras naturales como la siembra de árboles, entre otros.
16. Crear un Grupo de Trabajo entre la Autoridad de Puertos, el DRNA y el Fideicomiso para evaluar los posibles impactos ambientales y las alternativas de manejo de los terrenos del Aeropuerto Internacional de Ceiba adyacentes al ANPMMD, incluyendo el realizar un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H) para conocer y evaluar los patrones de escorrentía en todos estos terrenos y realizar un *Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Assessment* para evaluar los posibles impactos sobre aves y las medidas para controlar posibles colisiones con aves, entre otros. Asegurar que las modificaciones para acondicionar el aeropuerto para uso civil consideran los impactos de la infraestructura de manejo de escorrentías del aeropuerto sobre los ecosistemas de las Zonas de Manejo de Medio Mundo y Los Machos, Ensenada Honda y Río Dagüao.
17. En conjunto con agencias estatales y los municipios de Ceiba y Naguabo, diseñar y utilizar mecanismos y estrategias de control de plagas (especialmente, para el mosquito del dengue) que no requieran de la dispersión de agentes químicos al aire.

**Objetivo 4:**

**Promover la recuperación de especies de flora y fauna designadas como vulnerables o en peligro de extinción en el ANPMMD.**

Acciones Estratégicas:

1. Colaborar con agencias estatales y federales en el seguimiento de la implantación de los Planes de Recuperación de las siguientes especies vulnerables o en peligro de extinción: el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), la mariquita (*Agelaius xanthomus*), el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*), la boa puertorriqueña (*Epicrates inornatus*), la cobana negra (*Sthalia monosperma*) y tres especies de tortugas marinas, el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*); el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*).
2. Asegurar que todo proyecto propuesto dentro de la ABNRR cumple con la Sección 7 de la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción (*US Endangered Species Act*) y el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004) y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción (Reglamento Núm. 6766 del 12 de marzo del 2004) del DRNA.

**Objetivo 5:**

**Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD.**

Acciones Estratégicas:

1. Proteger los sitios arqueológicos en el ANPMMD con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada).

#### 4.4.3 Programa de Educación, Interpretación y Ciudadano Científico

##### A. Meta

Fomentar el conocimiento sobre los recursos naturales y ambientales excepcionales del ANPMMD para crear una conciencia ambiental y un sentido de pertenencia por parte de las comunidades adyacentes, los visitantes y otros grupos de interés.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### Objetivo 1:

**Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Diseñar y distribuir material educativo sobre el ANPMMD, sus ecosistemas y las especies que habitan en estos (folletos, boletines informativos, etc.).
2. Diseñar y distribuir material educativo sobre los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD y las especies en peligro de extinción que habitan en los mismos, que esté particularmente orientado a la audiencia de usuarios de embarcaciones recreativas, las futuras marinas recreativas, y/o las compañías de transporte de carga marítima que puedan establecerse en toda esta zona.
3. Diseñar y distribuir material educativo dirigido a los futuros dueños de terrenos de las parcelas adyacentes al ANPMMD, especialmente en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad, que incluya opciones de manejo del suelo como la designación de servidumbres de conservación (*conservation easements*), diseños orientados a la conservación (*conservation-oriented developments*) y otros programas de incentivos para la conservación de recursos naturales y mejores prácticas de construcción para evitar impactos sobre los recursos naturales y ambientales del área natural protegida.
4. Desarrollar una presentación interactiva sobre el ANPMMD, sus atributos y usos para ofrecer en charlas y presentaciones educativas.
5. Diseñar una unidad sobre el ANPMMD para ser incorporada como parte del currículo educativo a nivel elemental, intermedio y superior de las escuelas en los municipios de Ceiba y Naguabo y la Región Noreste de Puerto Rico.
6. Diseñar y distribuir un boletín trimensual que detalle información pertinente a los diversos eventos y actividades (educativas, recreativas, científicas, manejo, etc.) que se estén llevando a cabo en el área natural protegida.

7. Crear un sitio en el Internet que ofrezca información sobre el ANPMMD e incluya enlaces con otros sitios de interés y amenidades turísticas en toda la Región Este-Central de Puerto Rico, en especial los posibles circuitos turísticos de Ceiba y Naguabo (tales como Las Tinajas, Charco Frío, Pico del Este y el Río Blanco en el Bosque Nacional El Yunque, el Malecón, Cayo Santiago, Cayo Algodones y el Sector El Corcho de Naguabo y los cascos urbanos de ambos municipios, entre otros.).

### **Objetivo 2:**

### **Establecer y operar la infraestructura educativa e interpretativa del ANPMMD.**

#### **Acciones Estratégicas:**

1. Establecer un Centro de Visitantes del ANPMMD en los terrenos adyacentes al área natural protegida para la recepción de visitantes y la diseminación de información educativa. Preliminarmente, se propone el establecimiento de este Centro de Visitantes en los terrenos de Punta Puerca (Parcela 64, ZAC 7 en la Figura 4.6) debido a su alto valor ecológico y la disponibilidad de infraestructura necesaria para la operación del Centro.

El diseño, la construcción y el funcionamiento de las estructuras e instalaciones del Centro de Visitantes del ANPMMD deberá cumplir con las prácticas de diseño y construcción de edificios verdes del programa de certificación voluntaria conocido como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) del *U.S. Green Building Council*. Entre estas prácticas, se recomienda el uso de energías renovables, preferiblemente solar, la utilización de equipos eficientes en el consumo de energía y agua, el almacenamiento y la utilización de agua de lluvia, el tratamiento, reuso y disposición adecuada de aguas grises y sanitarias, el manejo integrado de desperdicios, e la integración al medio ambiente circundante. También se recomienda el uso de la arquitectura bioclimática (por ejemplo, la ventilación cruzada, iluminación natural, etc.) que considere los factores ambientales desde el propio diseño del edificio.

Orientar los usos y actividades que se llevarán a cabo en el Centro de Visitantes, incluyendo las Oficinas de Manejo del ANPMMD. Entre los usos principales que tendrá el Centro será recibir escuelas, grupos especializados e individuos que interesen información sobre el ANPMMD. Desde el Centro, podrán ofrecerse charlas educativas, promover excursiones dentro del área



natural protegida y coordinar las diversas actividades de los Programas Especiales del ANPMMD (educativas, recreativas, manejo, voluntariado, ciudadano científico, etc.).

Estas facilidades también podrán integrar un área para exhibiciones donde no solo se resaltará el valor ecológico del área sino también información sobre las culturas indígenas que habitaron Ceiba y Naguabo con la posibilidad de albergar las piezas arqueológicas de estos municipios que se mantienen en repositorios fuera de Puerto Rico (en los estados de Florida y Maryland). A su vez, estas exhibiciones podrán resaltar los usos históricos del suelo en toda esta zona, incluyendo la historia sobre el establecimiento y la operación de la otrora base naval Roosevelt Roads.

En el Centro de Visitantes, también se podrán recomendar otros sitios de interés y amenidades turísticas a visitar en toda la Región Este-Central de Puerto Rico, en especial los posibles circuitos turísticos de Ceiba y Naguabo (tales como Las Tinajas, Charco Frío, Pico del Este y el Río Blanco en el Bosque Nacional El Yunque, el Malecón, Cayo Santiago, Cayo Algodones y el Sector El Corcho de Naguabo y los cascos urbanos de ambos municipios, entre otros.).

2. Diseñar y demarcar un sistema de veredas terrestres y acuáticas (*snorkeling*) y de rutas de navegación en el ANPMMD mediante del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD. El Plan también deberá sugerir el diseño y la construcción de veredas fuera del ANPMMD y fuera de la antigua base naval que ayuden a integrar diversos sistemas naturales con las áreas urbanas y rurales adyacentes.

### **Objetivo 3:**

**Permitir que se lleven a cabo actividades y servicios educativos dentro del ANPMMD y coordinar estas iniciativas con entidades de la Región Noreste y de todo Puerto Rico.**

### **Acciones Estratégicas:**

1. Celebrar actividades de “Casa Abierta” en el ANPMMD para invitar específicamente a los residentes de Ceiba y Naguabo a conocer de primera mano los recursos naturales e históricos del área natural protegida.

2. Fomentar el uso del ANPMMD como un laboratorio natural o un salón de clases al aire libre para estudios científicos y actividades educativas de escuelas, universidades, grupos especializados y entidades privadas.
3. Diseñar y operar un Programa de “Escuelas Amigas” del ANPMMD con la escuelas de nivel elemental, intermedio y superior en los municipios de Ceiba y Naguabo.
4. Utilizar el “Protocolo para Trabajos de Manejo de Tortugas Marinas en Puerto Rico” del DRNA como guía para llevar a grupos escolares, clubes 4-H y tropas de Niños y Niñas Escuchas, entre otros, a excursiones educativas sobre el anidaje de tortugas marinas en el ANPMMD, en coordinación con del Programa de Monitoreo del Anidaje de Tortugas Marinas del DRNA y el Programa SeaGrant.
5. Contactar y conseguir el apoyo de diversas entidades dedicadas a la conservación (universidades, organizaciones no gubernamentales, entidades privadas, etc.) para colaborar en la implantación de diversas actividades y servicios de educación ambiental recomendados en este Programa de Educación, Interpretación y Ciudadano Científico.
6. Crear un programa de intérpretes que lleven a los visitantes del ANPMMD a visitas guiadas a través del área natural protegida. Estas visitas deben ser diseñadas acorde con la audiencia; por ejemplo, escuelas con un programa curricular versus turistas que interesan un conocimiento general del ANPMMD.
7. Establecer un Cuerpo de Voluntarios del ANPMMD para vincular a los residentes de las comunidades aledañas y de la Región Noreste en las actividades de preservación, conservación, restauración y manejo del área natural protegida. Ofrecer oportunidades al Cuerpo de Voluntarios del ANPMMD, al igual que a escuelas, universidades y otras entidades, a colaborar y participar en los ejercicios de restauración de especies y ecosistemas en el área natural protegida y en las actividades de ciudadano científico. A su vez, coordinar limpiezas de playas, veredas y caminos con el Cuerpo de Voluntarios.
8. Crear un programa escolar y/o comunitario de “Adopta el ANPMMD”, el cual puede utilizar como guía de implantación y reglamentación del Reglamento para Implantar el Programa de “Adopte una Playa” del DRNA (Reglamento Núm. 6767 del 12 de marzo de 2004).
9. Establecer y coordinar un programa de actividades educativas a celebrarse en el ANPMMD durante el año, tanto diurnas como nocturnas (talleres para maestros y estudiantes, campamentos de verano, salón abierto a estudiantes, limpiezas de playa, talleres de pesca recreativa, observación y

- conteo de aves, observación de estrellas, observación del anidaje de tortugas marinas, etc.).
10. Apoyar la celebración del Festival del Manatí, el cual se ha celebrado por varios años en el sector El Corcho del Municipio de Naguabo.
  11. Evaluar la calidad de los servicios educativos e interpretativos que se ofrecen en el ANPMMD, por medio de encuestas, entrevistas, registros, etc.

#### **Objetivo 4:**

**Capacitar a los futuros usuarios, vecinos y concesionarios del ANPMMD sobre sus atributos para asegurar la conservación y restauración de sus sistemas naturales e históricos y la ejecución de mejores prácticas de manejo y uso.**

#### **Acciones Estratégicas:**

1. Llevar a cabo talleres y actividades de capacitación dirigidos a los pescadores recreativos y comerciales usuarios del ANPMMD sobre la dinámica de las poblaciones, los impactos de las artes de pesca, las vedas y otras medidas de control pesquero que aplicarán a la futura Reserva Natural, según el Reglamento de Pesca del DRNA, tales como la prohibición de captura de jueyes y cangrejos, las vedas de pesca, etc.
2. Orientar a los futuros dueños de terrenos de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad u otros terrenos adyacentes al ANPMMD sobre opciones de manejo del suelo como la designación de servidumbres de conservación (*conservation easements*), diseños orientados a la conservación (*conservation-oriented developments*) y otros programas de incentivos para la conservación de recursos naturales y mejores prácticas de construcción para evitar impactos sobre los recursos naturales y ambientales del área natural protegida.
3. Promover talleres de capacitación para intérpretes, concesionarios, operadores de excursiones, educadores, futuros dueños de terrenos y otros grupos interesados para que lleven a cabo sus servicios y actividades en estricto cumplimiento con las mejores prácticas de manejo (*best management practices*) hacia la conservación de ecosistemas y la protección de los recursos naturales.
4. Apoyar y asesorar a grupos locales en la solicitud y el establecimiento de concesiones para ofrecer servicios ecoturísticos en o adyacentes al ANPMMD, tales como excursiones, alquiler de equipo, tiendas de artesanías, venta de productos, etc., en cumplimiento con el Reglamento para la Administración de los Aprovechamientos Mediante Autorización y Concesión

- en los Bosques Estatales, Reservas Naturales, Refugios de Vida Silvestre y Reservas Marinas del DRNA (Reglamento Núm. 7241 del 1 de noviembre de 2006).
5. Ofrecer cursos de capacitación a los representantes del Cuerpo de Vigilantes del DRNA y el personal de vigilancia y seguridad del Fideicomiso de Conservación sobre el ANPMMD y el Plan de Manejo para que ofrezcan una gestión efectiva y colaborativa.

**Objetivo 5:**

**Operar un Programa de Ciudadano Científico a largo plazo en los terrenos del ANPMMD.**

**Acciones Estratégicas:**

1. Siguiendo el modelo del Programa de Ciudadano Científico en la Reserva Natural Hacienda La Esperanza en Manatí del Fideicomiso de Conservación, establecer un Comité Científico-Técnico que ayude a diseñar y orientar los trabajos del Programa de Ciudadano Científico en el ANPMMD (Ver Programa de Investigación Científica en la Sección 4.4.4).
2. Considerar la propuesta de varios maestros de escuelas públicas de Ceiba y Naguabo de establecer un “Programa de Estudiantes Científicos” en el ANPMMD.
3. Considerar diversas propuestas de investigación para el Programa de Ciudadano Científico del ANPMMD; algunas de las propuestas que surgieron durante el proceso de diseño del Plan de Manejo y de los ejercicios de planificación participativa fueron:
  - Monitoreo de las especies designadas en peligro de extinción que habitan en los ecosistemas presentes del ANPMMD y en los ecosistemas asociados, tales como el manatí antillano, las tortugas marinas y la mariquita de Puerto Rico.
  - Coordinación de censos sobre el estatus de las poblaciones del juey común (*Cardisoma guanhumi*) en el ANPMMD y el uso de los resultados de manera comparativa con otros estudios similares en otras regiones de la Isla, de manera que sirvan para estimar la condición de esta especie de uso comercial a un nivel amplio en Puerto Rico;
  - Monitoreo de la calidad de las aguas de los cuerpos de agua del ANPMMD; en particular la Quebrada Aguas Claras y el Río Dagüao;
  - Inventario, monitoreo e investigación periódica de la ornitofauna, particularmente durante el periodo en que se encuentran las aves migratorias utilizando los ecosistemas del ANPMMD;

- Inventario, monitoreo e investigación sobre el mangle enano que se encuentra en el bosque de mangle de Los Machos y otras áreas de hábitat potencial;
  - Inventario, monitoreo e investigación sobre el Pantano de *Pterocarpus* detectado en asociación a la dinámica hidrológica del Río Dagüao y otras áreas de hábitat potencial;
  - Inventario, monitoreo e investigación de las praderas de yerbas marinas, los arrecifes coralinos y las poblaciones de peces;
  - Actualización de los mapas sobre los ecosistemas presentes en el ANPMMD y los ecosistemas marinos asociados a éstos; y
  - Asistencia en la preparación de exhibiciones de corte ecológico e histórico a base de la historia oral a ser provista por las propias comunidades en torno a la historia cultural que rigió en el entorno del paisaje en Ceiba y Naguabo de donde provienen y que guardaron relación histórica con el establecimiento de la antigua Base Naval Roosevelt Roads.
4. Integrar toda la información relacionada el Programa de Ciudadano Científico del ANPMMD (actividades y fechas para oportunidades de investigación, resultados, etc.) en los boletines trimensuales y el sitio de Internet establecido para el área natural protegida.
  5. Evaluar la calidad del Programa de Ciudadano Científico del ANPMMD, por medio de encuestas, entrevistas, registros, etc.

#### 4.4.4 Programa de Investigación Científica

##### A. Meta

Incrementar el conocimiento científico y técnico interdisciplinario aplicado al manejo de los ecosistemas naturales y los usos permitidos en el ANPMMD.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### Objetivo 1:

**Implantar un programa de investigación científica en el ANPMMD que incluya proyectos concretos relacionados a la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el ANPMMD y sus áreas marinas y terrestres asociadas, al igual que un programa de investigación más abarcador a nivel regional.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Convocar a un grupo diverso de científicos y expertos para estructurar e integrar las actividades de investigación en el ANPMMD, a través de la creación de un Comité Científico-Técnico Asesor, el cual estará encargado de implantar el Programa de Investigación Científica del ANPMMD y de desarrollar un protocolo especial que delimite las directrices para efectuar investigaciones en el área natural protegida.
2. Fomentar y promover la continuación de las investigaciones que actualmente se llevan a cabo en los terrenos del ANPMMD, en coordinación con el DRNA y el Fideicomiso de Conservación (Ver lista de investigaciones actuales en la Sección 2.3.6 – Valor para la Investigación Científica).
3. Promover la utilización del ANPMMD para nuevas investigaciones científicas interdisciplinarias; en especial, para cumplir con las necesidades de información que existen para la zona (Ver Objetivo 2 de este Programa Especial) y ayudar a guiar las futuras acciones de manejo y usos de terrenos del área natural protegida.
4. Evaluar las propuestas de investigación para asegurar que las investigaciones que se llevan a cabo en el ANPMMD cumplen con las directrices de manejo e investigación del área natural y no tienen un impacto negativo sobre los recursos naturales, ecológicos e históricos de la zona.
5. Integrar los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en el ANPMMD al Programa de Educación, Interpretación y Ciudadano Científico (Ver Sección 4.4.3) y a su vez, divulgar los resultados de las mismas en el Centro de Visitantes del ANPMMD, en el Centro de Investigación sobre la Biodiversidad (Ceibi) y a través de diversos medios, tales como folletos,

- boletines trimestrales, prensa, revistas científicas, Internet, charlas y conferencias, entre otros.
6. Crear y mantener una biblioteca en el Centro de Investigación sobre la Biodiversidad (CeBi) que incluya el más completo banco de datos, de inventarios ecológicos e investigaciones científicas realizadas en el ANPMMD y en la antigua base naval Roosevelt Roads.
  7. Diseñar el Plan de Evaluación y Monitoreo de las actividades y acciones estratégicas de cada uno de los programas especiales del ANPMMD para incorporar sus resultados en el Informe Anual de Progreso y en la toma de decisiones sobre las futuras acciones de manejo y usos de suelo en el área natural protegida (ver Sección 4.4.8 sobre el Programa de Evaluación y Monitoreo).
  8. Identificar y solicitar financiamiento para investigaciones de alta prioridad en el ANPMMD, de ser necesario.

### **Objetivo 2:**

**Aclarar las necesidades de información e investigación para el manejo efectivo del ANPMMD.**

### **Acciones Estratégicas:**

1. Delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras, especialmente el área de cobertura del mangle enano en la Zona de Manejo – Medio Mundo y Los Machos y el bosque de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) en la Zona de Manejo – Río Dagüao.
2. Determinar la capacidad de carga (o el límite de cambio aceptable) de los diversos accesos, usos y áreas especiales en el ANPMMD.
3. Coordinar estrategias de investigación, inventario biológico y monitoreo de las poblaciones de especies de flora o fauna designadas como vulnerables o en peligro de extinción para documentar los beneficios y servicios ambientales que ofrece el ANPMMD para la biodiversidad.
4. Realizar conteos de aves en lugares donde frecuentemente se realizarán actividades de educación, interpretación o del programa de ciudadano científico.
5. Evaluar la calidad del agua de los ríos y quebradas del área natural protegida (elementos tales como contaminantes, carga de sedimentos, volumen del agua y biodiversidad) para determinar cantidad y variación por época del año, establecer los objetivos de manejo relacionados a la calidad de agua y desarrollar planes de monitoreo. Este estudio también deberá identificar,

- inventariar y geo-referenciar las fuentes de contaminación de agua en las cuencas hidrográficas que drenan hacia el ANPMMD.
6. Evaluar distintas estrategias de restauración de ecosistemas tanto dentro del ANPMMD, como en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad (en especial el ecosistema de bosque seco costero).
  7. Realizar estudios sobre aquellas especies exóticas que preliminarmente se pudieran considerar como perjudiciales o invasivas dentro del área natural protegida. Estimar la densidad y ubicación de sus poblaciones. Monitorear estas poblaciones con frecuencia para documentar su tendencia ante la liberación de tensores y la interacción con las prácticas de manejo que se establezcan en el área natural protegida.
  8. Analizar los procesos de recuperación por sucesión natural de las áreas de bosque de mangle que fueron impactadas por los rellenos históricos en la antigua base naval (bosque de mangle de Los Machos y en Ensenada Honda) para recomendar posibles estrategias de reforestación y/o restauración del bosque de mangle que existía originalmente en estas zonas.
  9. Estudiar la condición ambiental actual del bosque de mangle y los humedales que fueron impactados por el derrame de combustible JP-5 (*jet fuel*) en octubre de 1999 (Área de Conservación 28, Ver Figura 2.8). Dar continuidad a posibles actividades de monitoreo y restauración que pueda requerir esta zona.
  10. Estudiar las fuentes de contaminación lumínica dentro y fuera del área natural protegida para poder diseñar una estrategia de control, manejo y monitoreo de la luz artificial, especialmente en las playas de anidaje de tortugas marinas.
  11. Determinar las tasas de erosión costera las playas donde se haya documentado problemas de erosión para establecer sus causas y las medidas de control necesarias, en particular en la Playa Los Machos y en las playas dentro de la antigua base naval.
  12. Realizar estudios hidrológico-hidráulicos (Estudios H-H) para determinar el impacto potencial de los caminos y otras servidumbres de paso de la antigua base naval en la conectividad de los humedales y el flujo de las quebradas y ríos que forman parte del ANPMMD y el impacto de reabrir las tuberías de descarga en los diversos caminos que transcurren por las Áreas de Conservación, en especial el *Tarawa Drive*, *Towway Drive*, *Langley Drive* y el *California Crossing*.
  13. Realizar un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H) para conocer y evaluar los patrones de escorrentía desde los terrenos donde se ubica el Aeropuerto Internacional de Ceiba hacia el ANPMMD con el objetivo de evitar



- posibles impactos ambientales a las Áreas de Conservación y diseñar alternativas de manejo de derrames y escorrentías.
14. Investigar si el fenómeno de la bioluminiscencia se exhibe en los cuerpos de agua estuarinos del ANPMMD, con qué especies de dinoflagelados y en qué nivel de intensidad.
  15. Estudiar las densidades de poblaciones de cobitos (*hermit crabs*) en los bosques costeros, playas rocosas y playas arenosas del ANPMMD, en particular el bosque seco y las playas de Punta Puerca, y evaluar el evento conocido como la “cobada” que ocurre durante el mes de agosto o a principios de septiembre.
  16. Evaluar los servicios ambientales de los ecosistemas del ANPMMD en el marco del cambio climático global y la dinámica de cambio de uso de suelo de la Región Noreste de la Isla. Coordinar esfuerzos de modelaje y simulación para evaluar los escenarios futuros de los efectos del cambio climático, el desarrollo regional, los usos de suelo y la dinámica poblacional en los recursos y el funcionamiento de los ecosistemas del área natural protegida.
  17. En estrecha colaboración con la Oficina Estatal de Conservación Histórica (SHPO, por sus siglas en inglés) y el Instituto de Cultura Puertorriqueña, investigar el valor histórico de los sitios arqueológicos y las estructuras históricas en el ANPMMD y sus terrenos adyacentes, con miras a la conservación y su potencial aprovechamiento como parte de los atractivos educativos, recreativos y turísticos del área natural protegida. Estas investigaciones podrían incluir:
    - Seguimiento y continuación de los estudios arqueológicos y de valor arquitectónico realizados por la Marina de los EUA o sus consultores en los terrenos ocupados por la otrora base naval;
    - Investigación sobre la historiografía de la zona asociada al Río Dagüao;
    - Investigación de carácter social e historiográfica de la actividad cañera en la zona nororiental de Puerto Rico, con especial atención a los cambios que origina la operación de la Central Fajardo;
    - Investigación de carácter social e historiográfica sobre el establecimiento de la otrora Base Naval Roosevelt Roads con principal atención al desplazamiento de las actividades económicas previas tanto agrícolas como laborales en general;
    - Investigación antropológica sobre el patrimonio estructural legado por la Antigua Base Roosevelt Roads en su ubicación, como seguimiento de los trabajos iniciados ya por parte de SHPO;<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Los trabajos iniciales en este tema han sido realizados por la Dra. Arleen Pabón y otro personal adscrito a la Oficina Estatal de Conservación Histórica (SHPO, por sus siglas en inglés).

- Investigación historiográfica urbana sobre los repartos dentro de las bases militares en el urbanismo civil de la isla de Puerto Rico como laboratorio de edificación a imagen y semejanza de los Estados Unidos;
- Investigación e inventario de las plataformas militares de observación que se desarrollaron en toda la costa este de Puerto Rico (Humacao, Naguabo y Ceiba) para fomentar su restauración;
- Recolección de historias orales de los residentes, comerciantes y pescadores de la zona.

**Objetivo 3:**

**Establecer y operar un centro de investigación científica sobre la biodiversidad en el ANPMMD y el Caribe de calibre mundial.**

**Acciones Estratégicas:**

1. Establecer un Centro de Investigación para la Biodiversidad (CeBi) en los terrenos adyacentes al área natural protegida. Preliminarmente, se propone el establecimiento de CeBi en los terrenos de Punta Puerca (Parcela 64, ZAC 7 en la Figura 4.6) debido a su alto valor ecológico y la disponibilidad de infraestructura necesaria para la operación del Centro.

El diseño, la construcción y el funcionamiento de las estructuras e instalaciones del Centro de Investigación para la Biodiversidad deberá cumplir con las prácticas de diseño y construcción de edificios verdes del programa de certificación voluntaria conocido como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) del *U.S. Green Building Council*. Entre estas prácticas, se recomienda el uso de energías renovables, preferiblemente solar, la utilización de equipos eficientes en el consumo de energía y agua, el almacenamiento y la utilización de agua de lluvia, el tratamiento, reuso y disposición adecuada de aguas grises y sanitarias, el manejo integrado de desperdicios, e la integración al medio ambiente circundante. También se recomienda el uso de la arquitectura bioclimática (por ejemplo, la ventilación cruzada, iluminación natural, etc.) que considere los factores ambientales desde el propio diseño del edificio.

Entre los usos vislumbrados, se requieren facilidades de investigación (áreas de trabajo, laboratorios y dormitorios) para científicos, estudiantes y técnicos de agencias e instituciones involucradas en proyectos de investigación de las comunidades naturales tropicales presentes en el ANPMMD y sus áreas adyacentes. Al igual, se requerirá de espacio para una biblioteca que incluya el más completo banco de datos, de inventarios ecológicos e investigaciones científicas realizadas en el ANPMMD y en la antigua base naval Roosevelt

Roads; al igual que sobre cualquier otra investigación que se lleve a cabo a nivel regional.

2. Establecer acuerdos colaborativos con diversas entidades locales e internacionales para orientar los usos y colaborar en las actividades que se llevarán a cabo desde el Centro de Investigación para la Biodiversidad<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Algunas de estas entidades podrían incluir al: *Smithsonian Institution, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Fish and Wildlife Service, U.S Forest Service's El Yunque National Forest, U.S. Forest Service's International Institute of Tropical Forestry*, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, el Programa Sea Grant de Puerto Rico, los diversos centros de investigación de la Universidad de Puerto Rico al igual que de otras universidades y entidades privadas tanto de Puerto Rico como del Caribe.

#### 4.4.5 Programa de Ecoturismo, Recreación y Manejo de Visitantes

##### A. Meta

Estimular actividades que promuevan la recreación pasiva, el desarrollo del ecoturismo, el turismo de naturaleza y el desarrollo económico a través del aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales que ofrece el ANPMMD.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### Objetivo 1:

**Manejar y utilizar juiciosamente los recursos naturales y ambientales de toda la antigua base naval, especialmente las áreas donde se promueven usos y actividades recreativas, turísticas, pesqueras y económicas.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Asegurar el cumplimiento de las normas de uso que se establecerán en el futuro Plan Especial de Usos de Terrenos de la Antigua Base Naval Roosevelt Roads.
2. Desarrollar un Estudio del Límite de Capacidad de Carga (o límite de cambio aceptable) para la demanda de usos y actividades recreativas, turísticas, pesqueras y económicas dentro del ANPMMD.
3. Incorporar los resultados del Estudio del Límite de Capacidad de Carga en el diseño y la implantación de un Plan de Actividades, Accesos y Caminos. El Plan deberá identificar qué áreas del ANPMMD podrán utilizarse durante el día y cuáles podrán tener usos nocturnos.
4. Asegurar que todas las actividades recreativas, turísticas, pesqueras y económicas dentro del ANPMMD se llevan a cabo dentro de los límites de capacidad de carga (o límite de cambio aceptable) a través de estudios realizados bajo el Programa de Evaluación y Monitoreo.
5. Promover las actividades recreativas, turísticas, pesqueras y económicas que se pueden llevar a cabo en el ANPMMD por medio de folletos, boletines informativos, Internet, operadores turísticos y agencias de viajes, entre otros.

## **Objetivo 2:**

**Asegurar el acceso público al ANPMMD acorde con la visión de manejo del área natural protegida.**

### **Acciones Estratégicas:**

1. Establecer un protocolo de uso y acceso con el *National Park Service* y con la Marina de los EUA para las servidumbres de paso que discurren por el ANPMMD y que se encuentran bajo la titularidad de ambas entidades federales.
2. Ubicar portones en ciertos caminos que discurren por el ANPMMD, en coordinación con los futuros dueños de las propiedades públicas o privadas adyacentes, para controlar y limitar el acceso y movimiento vehicular a través de las Zonas de Manejo, excepto para actividades administrativas y usos especiales con permiso.
3. Permitir y regular el acceso peatonal y de ciclistas al ANPMMD a través del sistema de veredas del área natural protegida.
4. Facilitar el movimiento de usuarios y visitantes mediante la operación y circulación de un *trolley/tram* que conecte las diferentes zonas de manejo del ANPMMD con las áreas residenciales o comerciales de la antigua base naval. Este *trolley* también podría tener paradas o puntos de interconexión en los centros urbanos de los municipios de Ceiba y Naguabo, establecidas en coordinación con diversos grupos de interés y asociaciones de comerciantes de ambos municipios.
5. Coordinar el establecimiento de áreas adecuadas y seguras para el estacionamiento de visitantes y usuarios del área natural protegida en los terrenos adyacentes a la misma. Estos incluyen, entre otros, en lugares fuera del ANPMMD que serán servidos por el *trolley/tram*.
6. Asegurar las condiciones necesarias para proveer el acceso a personas con necesidades especiales.
7. Proveer rotulación adecuada en los accesos principales al ANPMMD que detalle las acciones permitidas y prohibidas en el área natural. El acuerdo de transferencia entre el DRNA y el *National Park Service*, bajo el Departamento del Interior de los EUA, de febrero de 2008 también requiere que se ubiquen varios letreros en los accesos principales al ANPMMD que lean, tanto en inglés como en español: “*This park land was acquired through the FEDERAL LANDS TO PARKS PROGRAM of the United States Department of the Interior, National Park Service for the public’s recreational use and enjoyment.*” / “*Esta área natural protegida fue adquirida por medio del Programa Federal Lands To Park del Servicio Nacional de Parques del*

*Departamento del Interior de los Estados Unidos de América para el uso y el disfrute del público”.*

**Objetivo 3:**

**Ordenar las actividades, amenidades y servicios a ofrecerse el ANPMMD y diseñar y construir las facilidades o estructuras donde se llevaran a cabo los mismos.**

**Acciones Estratégicas:**

1. Desarrollar e implementar un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD. Este sistema de veredas interpretativas y auto-guiadas a través del área natural protegida debe incluir alternativas terrestres como subacuáticas al igual que exclusivas por uso (permanentes para caminatas y ciclismo). El Plan también deberá sugerir el diseño y la construcción de veredas fuera del ANPMMD y fuera de la antigua base naval que ayuden a integrar diversos sistemas naturales con las áreas urbanas y rurales adyacentes.
2. En conjunto con el DRNA, considerar la operación de concesionarios con permisos de uso para desarrollo de actividades económicas dentro y adyacente al área natural protegida basado en los límites de capacidad de carga y en estricto cumplimiento con las mejores prácticas de manejo (*best management practices*) relacionadas con el turismo de naturaleza y el ecoturismo. Algunas de estas actividades pueden ser: caminatas y excursiones guiadas, alquiler y excursiones en kayaks, alquiler y excursiones en bicicletas, excursiones y alquiler de equipo de observación de aves, buceo, pesca y *snorkeling*, entre otros.
3. Dar mantenimiento al paseo tablado y la torre de observación de manatíes que se encuentra en el Área de Conservación 7 de la Zona de Manejo – Río Dagüao.
4. Diseñar y construir otros paseos tablados sobre áreas de humedales leñosos y herbáceos en las áreas identificadas en el Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD, con el fin de poder apreciar estos ecosistemas.
5. Diseñar y construir miradores, áreas de meditación, puestos y/o torres de observación en lugares con vistas panorámicas o puntos de observación de aves conectados al sistema de veredas del ANPMMD. También se recomienda establecer miradores o plataformas de observación hacia las áreas de mangle enano en el bosque de mangle de Los Machos (Área de Conservación 39 de la Zona de Manejo - Medio Mundo y Los Machos), al

- igual que en el bosque de *Pterocarpus* (Área de Conservación 5 de la Zona de Manejo – Río Dagüao), asegurando que no se construyen sobre los mismos sino en áreas adyacentes que provean buena visibilidad a los mismos.
6. Diseñar y construir gazebos, kioscos o puntos de descanso que sean uniformes a través del ANPMMD. Los mismos podrán incluir mesas, bancos, y zafacones, entre otros.
  7. Diseñar y construir un muelle al este del canal del mangle de Los Machos que conecta con el Pasaje Medio Mundo (en el área utilizada por la marina para el embarque y desembarque de embarcaciones para las prácticas militares en Isla Piñero e Isla Cabeza de Perro) y otro en algún lugar viable de Isla Piñeros que sirva de base para la transportación marítima futura de visitantes entre la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos y la Zona de Manejo: Isla Piñeros, de esto ser viable.
  8. Diseñar y construir un centro de manejo de visitantes que ofrezca primeros auxilios, entre otros servicios, de ser necesario para Isla Piñeros (según lo establezca el Estudio del Límite de Capacidad de Carga de la Zona de Manejo y su Plan de Actividades, Accesos y Caminos).
  9. Establecer y controlar los puntos de acceso a las playas arenosas y rocosas mediante el diseño y construcción de paseos/caminos tablados que ayuden a evitar los impactos a la vegetación en el litoral.
  10. Ubicar letreros de seguridad en las playas que no son aptas para bañistas por su fuerte oleaje y corrientes y a su vez, en las playas que sean importantes para el anidaje de tortugas marinas.
  11. Restringir las actividades recreativas y turísticas permitidas en áreas específicas del ANPMMD para evitar impactos durante la época de anidaje de tortugas marinas, así como prohibir la iluminación artificial de las playas para no desorientar a dichos reptiles.

#### **Objetivo 4:**

**Operar una instalación ecoturística en alguna de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad del ANPMMD que sirva de modelo para el desarrollo de este importante segmento del mercado turístico mundial en Puerto Rico.**

#### **Acciones Estratégicas:**

1. Establecer un modelo de instalación ecoturística en los terrenos adyacentes al ANPMMD. Debido a su alto valor ecológico, se propone preliminarmente

el establecimiento de esta instalación en los terrenos de Punta Medio Mundo (Parcela 38, ZAC 6 de la Zona de Manejo – Medio Mundo y Los Machos, Figura 4.6).

El diseño, la construcción y el funcionamiento de las estructuras de este modelo de instalación ecoturística deberán cumplir con las prácticas de diseño y construcción de edificios verdes del programa de certificación voluntaria conocido como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) del *U.S. Green Building Council*. Entre estas prácticas, se recomienda el uso de energías renovables, preferiblemente solar, la utilización de equipos eficientes en el consumo de energía y agua, el almacenamiento y la utilización de agua de lluvia, el tratamiento, reuso y disposición adecuada de aguas grises y sanitarias, el manejo integrado de desperdicios, e la integración al medio ambiente circundante. También se recomienda el uso de la arquitectura bioclimática (por ejemplo, la ventilación cruzada, iluminación natural, etc.) que considere los factores ambientales desde el propio diseño del edificio.

El diseño, la construcción y el funcionamiento de esta instalación ecoturística también deberá cumplir con los requisitos de las Guías de Diseño para Instalaciones Ecoturísticas y de Turismo Sostenible de la Compañía de Turismo de Puerto Rico y, al grado en que sea posible, con los requisitos del Estándar Internacional de Ecoturismo de la entidad *Green Globe 2*.

2. Establecer acuerdos colaborativos con diversas entidades locales e internacionales para orientar los usos, las actividades y los servicios que se ofrecerán en esta instalación ecoturística.
3. Invitar a visitantes a conocer sobre el proceso de diseño, construcción y operación de una instalación ecoturística, según los criterios establecidos a nivel local e internacional.



**Objetivo 5:**

**Fomentar oportunidades de desarrollo recreativo, turístico, pesquero y económico en lugares aledaños y fuera del ANPMMD para distribuir su demanda, y con ello, sus beneficios.**

**Acciones Estratégicas:**

1. Buscar apoyo para estudiar la viabilidad y fomentar el establecimiento de una rampa y villa pesquera para pescadores de Ceiba y Naguabo en la zona portuaria de Ensenada Honda.
2. Buscar apoyo para estudiar la viabilidad y fomentar el establecimiento de paradores y hoteles pequeños en el casco urbano y las áreas aledañas de los municipios de Ceiba y Naguabo.
3. Elaborar un Plan para el Desarrollo de Comunidades Portales en Ceiba y Naguabo con el fin de beneficiar la economía de estos dos municipios como resultado del ANPMMD. Este Plan evaluará estrategias para promover que los visitantes al ANPMMD consuman y obtengan servicios en los comercios locales previo o luego de su visita al área natural protegida. Tanto la Playa de Los Machos en Ceiba, como el Sector El Corcho y la entrada del antiguo *Gate 4* de la otrora base naval en Naguabo, tienen un gran potencial de servir de Comunidades Portales al ANPMMD.

#### 4.4.6 Programa de Infraestructura y Mantenimiento

##### A. Meta

Proveer y mantener la infraestructura necesaria para el desarrollo deseado en las Zonas de Manejo y las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad, tomando en cuenta la fragilidad y el balance ecológico de los sistemas naturales y ambientales del ANPMMD.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### **Objetivo 1:**

**Coordinar actividades de desarrollo y mantenimiento de infraestructura.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Diseñar e implantar un plan de trabajo de recogido, manejo y reciclaje de desperdicios sólidos dentro del ANPMMD.
2. Diseñar e implantar un plan de trabajo de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura que discurren por el ANPMMD, en coordinación con la Marina de los EUA, el *US National Park Service* y los futuros dueños de estas servidumbres.
3. Diseñar e implantar un plan de trabajo de mantenimiento de veredas y rotulación acorde con el Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD.
4. Implantar el Plan de Actividades, Accesos y Caminos del ANPMMD. Este Plan debe tomar en consideración la restauración y mantenimiento de los caminos del ANPMMD.
5. Diseñar y construir la Oficina de Manejo del ANPMMD, el Centro de Visitantes del ANPMMD y el Centro de Investigación sobre la Biodiversidad (CeBi) en algunas de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad del ANPMMD. Preliminarmente, se propone el establecimiento de estas instalaciones en los terrenos de Punta Puerca (Parcela 64, ZAC 7 en la Figura 4.6) debido a su alto valor ecológico y la disponibilidad de infraestructura necesaria para la operación de las mismas.
6. Diseñar y construir otras facilidades para visitantes (instalación ecoturística, centros de información, de visitantes o de investigación) en otros puntos de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad del ANPMMD, según sea necesario.
7. Diseñar y construir un muelle al este del canal del mangle de Los Machos que conecta con el Pasaje Medio Mundo (en el área utilizada por la marina

- para el embarque y desembarque de embarcaciones para las prácticas militares en Isla Piñero y Isla Cabeza de Perro) y otro en algún lugar viable de Isla Piñeros que sirva de base para la transportación marítima futura de visitantes entre la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos y la Zona de Manejo: Isla Piñeros, de esto ser viable.
8. Diseñar y construir muelles de pesca recreativa en lugares viables a través del ANPMMD.
  9. Diseñar y construir facilidades de acceso marítimo (rampas, muelles, etc.) para la Unidad Marítima del Cuerpo de Vigilantes del DRNA y el personal de manejo del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico en algún punto viable de la bahía de Ensenada Honda. Estas facilidades marítimas también podrían utilizarse para el rescate y la rehabilitación de mamíferos marinos, en colaboración con el Programa de Varamientos de Mamíferos Marinos del DRNA, la Red de Varamientos del Caribe, el Programa Sea Grant de Puerto Rico y el *Sirenia Project* del Servicio Geológico de los EUA, entre otros.
  10. Construir portones en las entradas principales del ANPMMD para controlar y ordenar la movilización de visitantes a través de las Áreas de Conservación en coordinación con la Marina, el *National Park Service* y los futuros dueños de terrenos. En estas entradas, se podrá establecer una caseta para los vigilantes del área natural protegida, donde orienten a los visitantes sobre los usos y las actividades permitidos en la zona, horarios, seguridad, vedas y otros asuntos sobre el ANPMMD.
  11. Minimizar el uso de caminos de acceso que cruzan por ecosistemas críticos o frágiles y apoyar un proceso de definición de criterios para el establecimiento de nuevos caminos de acceso.

#### 4.4.7 Programa de Vigilancia y Seguridad

##### A. Meta

Velar por los recursos naturales, ambientales e históricos del ANPMMD.

##### B. Objetivos y Acciones Estratégicas

###### Objetivo 1:

**Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas aplicables a esta área natural protegida.**

###### Acciones Estratégicas:

1. Implementar o elaborar normas que establezcan claramente las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD. Las actividades reglamentadas y/o prohibidas en el ANPMMD incluyen:
  - El uso de vehículos de campo travesía, excepto para tareas administrativas, manejo y vigilancia del personal del área natural protegida (según establece el Reglamento para Regir el Uso de Vehículos de Campo Travesía en los Terrenos del DRNA (por aprobarse)),
  - La cacería (según establece el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004) y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción (Reglamento Núm. 6766 del 12 de marzo del 2004) del DRNA),
  - La extracción de materiales de la corteza terrestre, tales como arena, grava, piedra y otros con un fin comercial o industrial (según establece el Reglamento para Regir la Extracción, Excavación, Remoción y Dragado de los Componentes de la Corteza Terrestre del DRNA (Reglamento Núm. 6916 del 17 de diciembre de 2004)),
  - La extracción de recursos coralinos (según establece el Reglamento para Controlar la Extracción, Posesión, Transportación y Venta de Recursos Coralinos en Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 2577 del 11 de octubre de 1979)),
  - La pesca de especies prohibidas y/o reglamentadas (según establece el Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000)),
  - Actividades de acampar (según establece el Reglamento para Regir el Uso, Manejo y Administración de Áreas Recreativas y de Acampar bajo la Jurisdicción del DRNA (Reglamento Núm. 6770 del 12 de marzo de 2004)),

- La disposición y quema de desperdicios sólidos o cualquier tipo de escombros (según establece la Ley para Castigar a Toda Persona que Lance Desperdicios Sólidos en Sitios Públicos o Privados del 4 de junio de 1969, según enmendada),
  - Las fogatas,
  - Los paseos a caballo,
  - La entrada de motoras acuáticas (*jet skis*) y embarcaciones recreativas a las playas arenosas, excepto para tareas administrativas, manejo y vigilancia del personal del área natural protegida y/o situaciones de emergencia,
  - Ciertos usos y actividades en los ecosistemas de playas arenosas que puedan tener un impacto sobre los nidos de tortugas marinas, tales como: (1) el uso de sombrillas de playa, casetas y otro equipo que pueda penetrar profundamente a la arena y perjudicar los nidos; y (2) el uso de barbacoas y sillas de playa que puedan inhibir el movimiento de las tortugas,
  - Animales domésticos sueltos y el paseo de mascotas,
  - La iluminación con luz artificial en y hacia las playas,
  - El corte de árboles y la vegetación existente,
  - La celebración de festivales playeros, y
  - El uso de radios, altoparlantes o cualquier otro equipo utilizado principalmente para emitir música y programas radiales hacia el ambiente.
2. Asegurar que las actividades permitidas no sobrepasen el límite de capacidad de carga (o el límite de cambio aceptable) establecido para las actividades y zonas de manejo del ANPMMD a través del Estudio de Capacidad de Carga.
  3. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades prohibidas y permitidas en los diferentes puntos de acceso y zonas de manejo del ANPMMD, así como las penalidades impuestas por llevar a cabo las mismas.

**Objetivo 2:**

**Establecer un sistema efectivo de vigilancia y seguridad para el ANPMMD.**

**Acciones Estratégicas:**

1. Asignar personal de vigilancia y seguridad exclusivamente para el ANPMMD, tanto del Cuerpo de Vigilantes del DRNA como del Fideicomiso de Conservación, que trabajen en colaboración con el personal de seguridad de la Marina de los EUA, de los Municipios de Ceiba y Naguabo y de la Autoridad de Puertos.

2. Establecer un Cuerpo de Voluntarios que colaboren en la vigilancia y seguridad del ANPMMD.
3. Establecer un Protocolo de Vigilancia y Seguridad del ANPMMD entre el DRNA y el Fideicomiso, donde se establezcan los procedimientos a seguir dependiendo de la situación específica de seguridad que haya que manejar y cómo contactar a otras autoridades pertinentes (Marina de los EUA, *US Fish and Wildlife Service*, *US Coast Guard*, *US Immigration Department*, Policía de Puerto Rico, Policía Municipal, etc). Este protocolo debe incluir, entre otros, los procedimientos a seguir de encontrar municiones sin detonar y/o cualquier otro artefacto militar, al igual que respuestas a emergencias, atención médica y servicios de primeros auxilios. También el Protocolo se deberá revisar y actualizar, según sea necesario.
4. Capacitar a todo el personal de manejo y de seguridad y vigilancia del DRNA y del Fideicomiso sobre el Protocolo de Vigilancia y Seguridad.
5. Entrenar, tanto al personal de vigilancia y seguridad como al Cuerpo de Voluntarios del ANPMMD, sobre los recursos naturales, ambientales e históricos del área natural protegida, las leyes, reglamentos y normas que aplican para esta área natural, y las estrategias de educación, prevención y sanciones que se deben aplicar.
6. Establecer un calendario e itinerario de vigilancia que defina las áreas de vigilancia y de recorridos preventivos para tener informes mensuales de los recorridos, situaciones de intervención y multas impuestas y tramitadas.
7. Proveer el equipo necesario para el sistema de vigilancia y seguridad (mapas, equipos de radio transmisión, vehículos, binoculares, etc.).
8. Establecer los límites físicos del ANPMMD con verjas o letreros fácilmente identificables.
9. Vigilar la implantación de los Planes de Control de Erosión y Sedimentación (Planes CES de la Junta de Calidad Ambiental) en todos los proyectos de construcción cercanos al ANPMMD, especialmente en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.
10. Establecer casetas de vigilancia y seguridad en las entradas de acceso principales al ANPMMD, al igual que en Isla Piñeros.
11. Asegurar la vigilancia permanente de las playas arenosas durante los periodos de anidaje de tortugas marinas.
12. Establecer vías de comunicación para compartir información sobre incidentes de vigilancia y seguridad en el ANPMMD (por ejemplo, un número de teléfono donde se pueda llamar las 24 horas).

#### **4.4.8 Programa de Evaluación y Monitoreo**

##### **A. Meta**

Medir la efectividad de la implementación de las acciones estratégicas, sus objetivos y el logro de la visión para el ANPMMD, al igual que las condiciones cambiantes del ANPMMD.

##### **B. Objetivos y Acciones Estratégicas**

###### **Objetivo 1:**

**Coordinar la implantación permanente de un Plan de Evaluación y Monitoreo.**

###### **Acciones Estratégicas:**

1. Con la asistencia del Comité Científico-Técnico Asesor, diseñar un Plan de Evaluación y Monitoreo del ANPMMD que incluya tablas de programación para todos los Programas Especiales, donde se resumen las metas y los objetivos al igual que las acciones estratégicas de cada uno de los programas especiales de manejo. A su vez, se indican la prioridad de implementación y los indicadores de monitoreo de estas acciones para poder evaluarlas periódicamente.
2. Presentar un Informe Anual de Trabajo donde evalúe el progreso de la ejecución de las acciones estratégicas utilizando como base el Plan de Evaluación y Monitoreo del ANPMMD.
3. Determinar si han ocurrido cambios que justifiquen una intervención o alguna nueva acción estratégica en el futuro mediante acciones de manejo adaptativo en el ANPMMD.
4. Presentar al Secretario del Departamento del Interior de los EUA un informe bianual que describa el uso que se le ha dado a las Áreas de Conservación durante el periodo de 2 años precedente y cualquier otra información pertinente (comenzando en febrero de 2010). Se deberán presentar 10 informes bianuales consecutivos (es decir, por un periodo de 20 años) o hasta el tiempo que determine el Secretario del Departamento del Interior.
5. Coordinar el desarrollo de un nuevo Plan de Manejo del ANPMMD cada 10 años.

#### **4.4.9 Plan Operativo Anual**

Anualmente, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico deberá preparar un Plan Operativo que servirá de herramienta para definir cuándo, cómo y quién va a desarrollar las acciones estratégicas establecidas en el Plan de Manejo.

En el Plan Operativo Anual, se programan formalmente las acciones a implantarse cada año, se identifican las fuentes de financiamiento y los compromisos para cada acción. Además, se identifican las entidades responsables de la implantación de cada acción y el programa de trabajo del año basado en la asignación de prioridades. De ser necesario, también se identifica el lugar donde se realizará la actividad y los posibles colaboradores.

El Plan Operativo Anual deberá:

- Ser breve y fácil de usar ya que los detalles del mismo constan en el Plan de Manejo del ANPMMD;
- Estar compuesto de acciones factibles con presupuestos u otros recursos asignados;
- Contar con prioridades asignadas;
- Contener un informe de progreso sobre las acciones realizadas y una proyección anual de metas, objetivos y acciones estratégicas;
- Ser revisado y discutido regularmente durante el año por el Consejo Asesor de Manejo ya que el mismo debe ser dinámico, cambiante y ajustable sin que justifique la ineficiencia (Granizo et al., 2006).

#### **4.5 FICHAS DE MANEJO**

Para cada una de las cuatro Zonas de Manejo del ANPMMD, se ha desarrollado una ficha de manejo. Estas fichas se diseñan para facilitar el manejo de estas zonas, al resumir el estado actual de las mismas y establecer sus parámetros y directrices de manejo futuro. Los datos presentados para cada una de las fichas de manejo se organizan y tabulan de la siguiente forma:



**TABLA 4.3**  
**COMPONENTES Y DESCRIPCIÓN DE LAS FICHAS DE MANEJO**

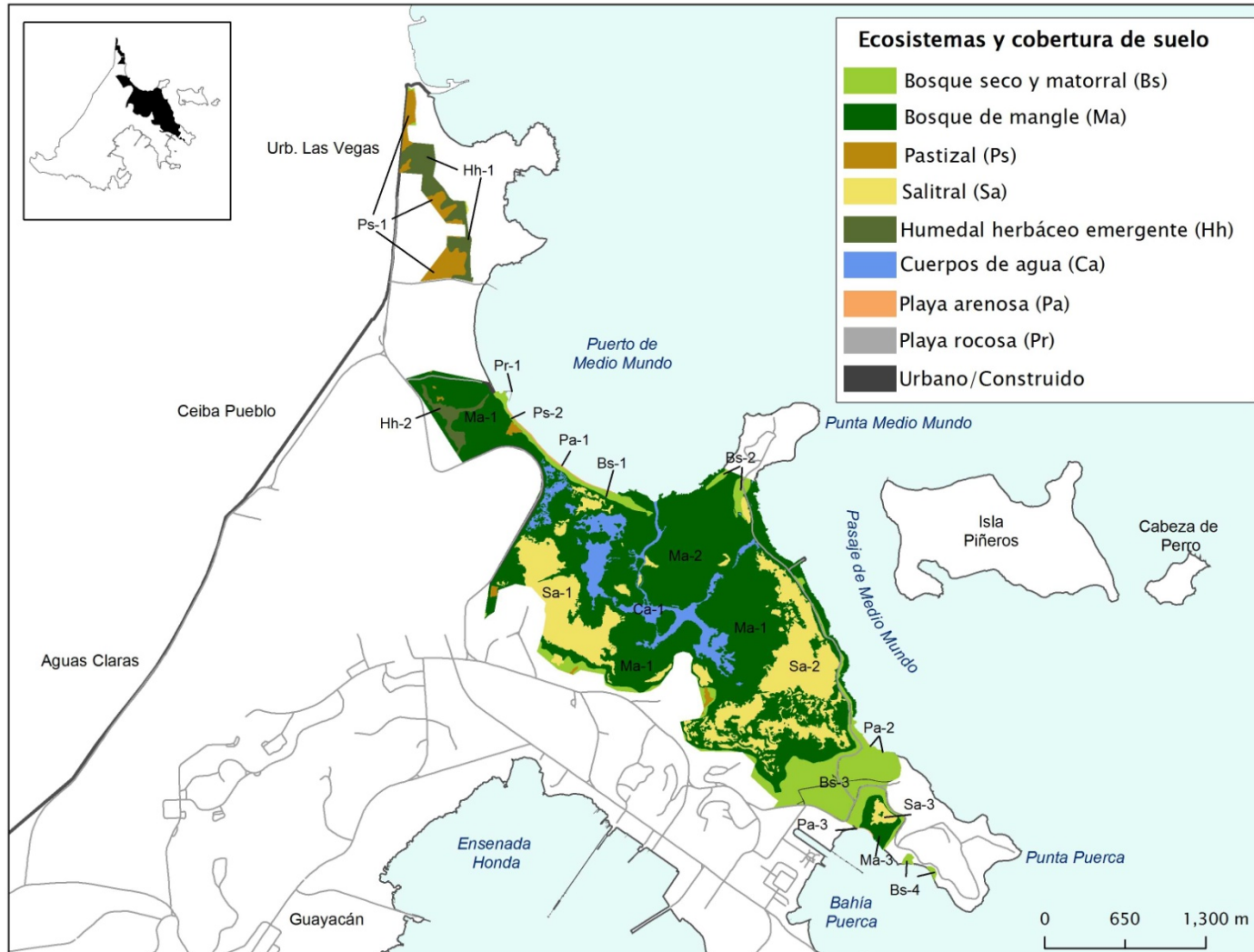
<b>Componente de la Ficha de Manejo</b>	<b>Descripción</b>
<b>1.0 Datos Generales</b>	Incluye información sobre los números específicos de las Áreas de Conservación (Ver Figura 4.1), la categoría del DRNA, el equivalente del IUCN, el equivalente del MAB, el centroide de localización, la superficie total en cuerdas.
<b>2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo</b>	Describe, de forma general, el grado de conservación de la zona de manejo y algunos de los problemas que está enfrentando.
<b>2.1 Distribución de Ecosistemas</b>	<p>Incluye los ecosistemas que se encuentran en la zona, sus códigos de referencia en el mapa de la zona de manejo, el área total en cuerdas que ocupa el ecosistema y el porcentaje de cubierta por ecosistema.</p> <p>Resulta importante aclarar que va a existir una diferencia entre el área total (cuerdas) de la cobertura de ecosistemas entre el área total de terrenos transferidos al DNRA, según la mensura llevada a cabo por el Servicio Nacional de Parques del Departamento del Interior de los Estados Unidos en febrero de 2008. Esta diferencia de alrededor de 21 cuerdas en todo el ANPMMD se atribuye a que la mensura de las Áreas de Conservación excluye las servidumbres paso (caminos, etc.) a través de las mismas, en lo que el mapa de cobertura de suelo categoriza como urbano construido. A su vez, existe una diferencia entre el total de cuerdas asignadas a las Áreas de Conservación en el Plan de Reuso de la ABNRR y la mensura que transfiere la titularidad de los terrenos al DRNA. Debido a que el Fideicomiso no contaba con el mapa final de la mensura de las Áreas de Conservación al momento de desarrollar este Plan de Manejo, se va a reflejar una leve diferencia entre la superficie total en cuerdas basada en la mensura (Sección 1.0. de la Ficha de Manejo) y el área total de la distribución de ecosistemas y cobertura de suelo basada en los mapas del Plan de Reuso (Sección 2.1 de la Ficha de Manejo).</p>

Componente de la Ficha de Manejo	Descripción
<b>2.2 Elementos de Manejo</b>	Incluye los elementos de manejo principales de la zona, tales como las especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción), designaciones de hábitats críticos y los ecosistemas que requieren más atención en la zona de manejo.
<b>2.3 Diagnóstico</b>	Incluye y describe los principales elementos de acción y/o fuentes de presión de la unidad de manejo, establece su ubicación por unidad de ecosistema.
<b>3.0 Visión Futura de la Zona de Manejo</b>	Describe la visión futura, a 10 años, que se tiene para la zona de manejo. Esta visión incluye el estado de salud de la biodiversidad, la capacidad de conservación o la condición futura esperada, la mitigación de fuentes de presión y amenazas críticas, el desarrollo de infraestructura y/o las necesidades de investigación de la zona de manejo.
<b>4.0 Plan de Acción</b>	<p>Establece el plan de acción que debe ser implementado para lograr la visión futura de la Zona de Manejo. El plan de acción está dividido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Objetivos</u> – Las posibilidades e intervenciones que se deben realizar para cumplir con la visión futura de la Zona de Manejo.</li> <li>• <u>Acciones de Manejo</u> – Los pasos para lograr cumplir con los objetivos. Algunas acciones pueden aparecer en más de un objetivo. Si la acción lo amerita, se incluye otras entidades que colaborarían con el Fideicomiso en la implementación de la acción.</li> <li>• <u>Códigos de Ecosistemas</u> – Las unidades de ecosistemas donde se deben implantar las acciones de manejo.</li> <li>• <u>Prioridad de Implementación</u> – Establece en el plazo de tiempo en que debe implantarse la acción de manejo, donde:</li> </ul>

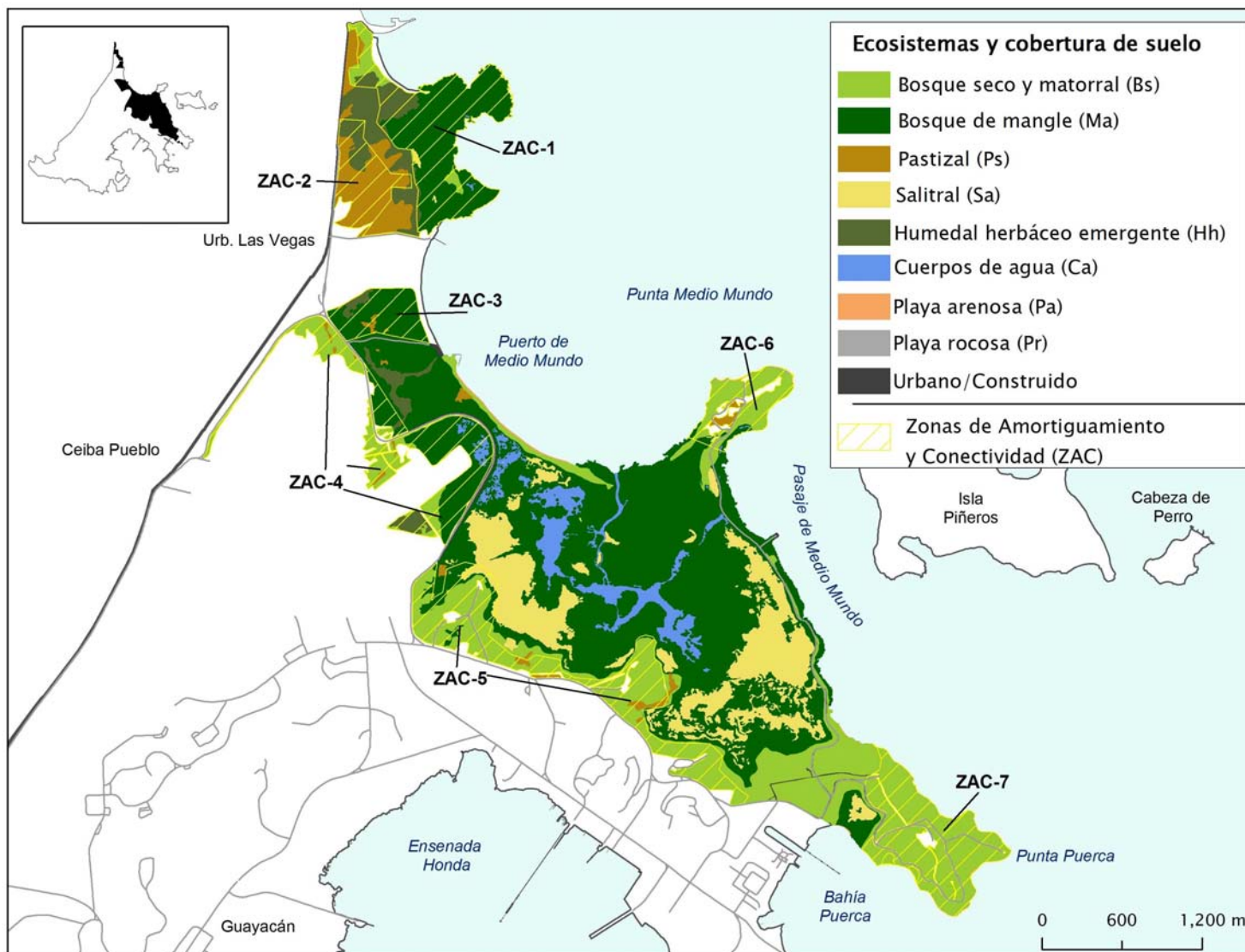
Componente de la Ficha de Manejo	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Corto Plazo</i> – significa que la acción deberá completarse en los primeros 2 años (para el año 2012).</li> <li>- <i>Mediano Plazo</i> – significa que la acción deberá completarse en los primeros 5 años (para el año 2015).</li> <li>- <i>Largo Plazo</i> – significa que la acción deberá completarse en 10 años (para el año 2020).</li> <li>- <i>Permanente</i> – significa que la acción se estará realizando continuamente durante la duración del plan iniciando en el primer año.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Indicador de Monitoreo</u> – cada acción debe estar vinculada a un indicador de monitoreo, el cual formará parte del futuro Plan de Evaluación y Monitoreo para poder evaluar la efectividad del cumplimiento de la acción y la meta de conservación. Un indicador es “una unidad de información que se mide en el tiempo y en el espacio y que documenta el cambio de una condición específica” (Herrera y Corrales, 2004).</li> </ul>
<p><b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b></p>	<p>Utilizando los mismos elementos de la sección del Plan de Acción, esta sección describe los objetivos y las acciones específicas recomendadas dentro de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad para poder lograr la visión futura de la Zona de Manejo.</p>

#### 4.5.1 Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos

**FIGURA 4.5**  
**UNIDADES DE MANEJO DE LA ZONA DE MANEJO: MEDIO MUNDO Y LOS MACHOS**



**FIGURA 4.6**  
**ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y CONECTIVIDAD DE LA ZONA DE MANEJO: MEDIO MUNDO Y LOS MACHOS**



## Plan de Manejo del Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao

### Parámetros y Directrices de la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos

1.0 Datos Generales	
Nombre de la Zona de Manejo:	Medio Mundo y Los Machos
Número de las Áreas de Conservación (Plan de Reuso):	36, 39, 65 y 66
Categoría DRNA:	Preservación, Conservación, Restauración y Zona de Amortiguamiento
Equivalente IUCN:	Valores especiales y/o únicos ( <i>Special and/or unique values</i> )
Equivalente MAB:	Zona núcleo ( <i>Core</i> ) y Zona de Amortiguamiento ( <i>Buffer Zone</i> )
Centroide de localización (Lat. / Long.):	18°14'55.42"N / 65°37'00.86"W
Superficie total en cuerdas (según mensura feb. 2008):	1,441.181 cuerdas

2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo
<p>Más de la mitad de la superficie terrestre de la Zona de Manejo Medio Mundo y Los Machos contiene ecosistemas de bosque de mangle (56.6%), seguido por salitrales (18.4%) y bosque seco y matorral (11.1%). Históricamente, los factores principales que han afectado la salud y la estabilidad del ecosistema de bosque de mangle de Los Machos han sido los cambios hidrológicos. Por ende, el manejo de esta zona debe enfocarse en la hidrología como fuerza motora detrás del ecosistema de bosque de mangle de Los Machos, el cual representa el segundo bosque de mangle más grande de todo Puerto Rico. Este bosque también alberga una cantidad sustancial de cuerdas con ejemplares de mangle enano, considerados únicos en el mundo. Dentro de toda el ANPMMD, esta es una de las zonas de manejo que exhibe menos fragmentación de ecosistemas. No obstante, todavía existen terrenos de alto valor ecológico adyacentes a las Áreas de Conservación (tales como Punta Puerca y Punta Medio Mundo) que no cuentan con una designación de protección y deben ser manejadas de forma integrada con el área protegida para asegurar el funcionamiento adecuado de estos valiosos ecosistemas. Al norte de la zona de manejo, existe una pequeña Área de Conservación adyacente al Bosque Estatal de Ceiba (Bahía Demajagua).</p> <p>Los ecosistemas de esta zona de manejo, al igual que los ecosistemas marinos relacionados (praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral) albergan un sinnúmero de especies amenazadas o en peligro de extinción (tales como la marquita de Puerto Rico, el manatí antillano y varias especies de tortugas marinas). Esta zona, a su vez, contiene algunos sitios arqueológicos de gran valor histórico que deben protegerse e investigarse. Algunas de las fuentes de presión presentes son los posibles derrames de petróleo y otros contaminantes desde la pista y el área de mantenimiento del Aeropuerto Internacional de Ceiba, la contaminación de agua en quebradas, las prácticas incompatibles de pesca y el futuro aumento en el tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas y pesqueras, entre otras. Debido a que actualmente se desconoce cuáles serán los futuros usos del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación, se recomienda un manejo adaptativo y proactivo coordinado con los futuros dueños de terrenos de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.</p>

2.1 Distribución de Zona de Manejo por Ecosistemas			
Ecosistema	Códigos	Área Total Aprox. (cuerdas) * Ver nota aclaratoria en Tabla 4.3 del Capítulo 4	Cubierta Aprox. (%)
Bosque de Mangle (Ma)	Ma-1, Ma-2, Ma-3	800.8	56.2%
Bosque Seco y Matorral (Bs)	Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4	158.7	11.1%
Humedal Herbáceo Emergente (Hh)	Hh-1, Hh-2	51.2	3.6%
Salitral (Sa)	Sa-1, Sa-2, Sa-3	262.4	18.4%
Pastizal (Ps)	Ps-1, Ps-2	36.4	2.6%
Cuerpo de Agua (Ca)	Ca-1	86.9	6.1%
Playa Arenosa (Pa)	Pa-1, Pa-2, Pa-3	3.0	0.2%
Playa Rocosa (Pr)	Pr-1	0.3	0.02%

2.2 Elementos de Manejo	
<b>Especies en Riesgo</b>	<p><b>Invertebrados:</b> Juey común (<i>Cardisoma guanhumi</i>)</p> <p><b>Reptiles:</b> Carey de concha (<i>Eretmochelys imbricata</i>), Tinglar (<i>Dermodochelys coriacea</i>), Peje blanco o tortuga verde (<i>Chelonia Mydas</i>), Cabezón (<i>Caretta caretta</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>), Chiriría del Caribe (<i>Dendrocygna arborea</i>)</p> <p><b>Mamíferos:</b> Manatí (<i>Trichechus manatus manatus</i>)</p>
<b>Especies Endémicas</b>	<p><b>Anfibios:</b> Coquí churrí (<i>Eleutherodactylus antillensis</i>), Coquí común (<i>Eleutherodactylus coqui</i>), Coquí pitito (<i>Eleutherodactylus cochranae</i>), Sapito de labio blanco (<i>Leptodactylus albilabris</i>)</p> <p><b>Reptiles:</b> Boa de Puerto Rico (<i>Epicrates inornatus</i>), Boa de las Islas Vírgenes (<i>Epicrates monensis granti</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Preservación	Áreas de protección mediante la no intervención o la utilización de los recursos naturales y culturales, únicos o importantes, con el propósito de mantener su condición natural y las características únicas y esenciales, para garantizar su permanencia y perpetuidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> </ul>
Conservación	Áreas donde se permitirá el uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, y donde se permitirá la continuidad de los procesos de sucesión natural con el fin principal de fomentar la propagación de las especies de flora y fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Sa-1, Sa-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Restauración	Áreas degradadas por usos de suelo pasados y que requieren de manejo activo, incluyendo actividades tales como reforestación, restauración hidrológica, e investigación y monitoreo científico, entre otras medidas de manejo, para que luego se conviertan en áreas de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sa-2</li> <li>• Ps-1, Ps-2</li> </ul>
Manejo de especies críticas	En esta Zona de Manejo, habitan una serie de especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción – ver listado en encasillado sobre Elementos de Manejo) que requieren de un manejo especial, incluyendo la implantación de las medidas de conservación detalladas para cada una de las parcelas de la antigua base naval según estableció el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre con la Marina de los EUA en la <i>Evaluación Biológica para el Cierre de la Base Naval Roosevelt Roads</i> (DON, 2006a).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Fragmentación de ecosistemas	Existen áreas de alto valor ecológico adyacentes a las Áreas de Conservación que deben ser manejadas de forma integrada con las áreas protegidas para asegurar el funcionamiento adecuado de diversos ecosistemas, tales como los bosques secos, los bosques de mangle y humedales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>
Rellenos y Restricciones del Flujo Hidrológico Histórico	La hidrología es la fuerza motora detrás del ecosistema de bosque de mangle de Los Machos. Los factores que han afectado la salud y la estabilidad de estos ecosistemas han sido los cambios hidrológicos. En el año 1996, la Marina comisionó el desarrollo de un plan de restauración ecológica e hidrológica para el sistema de mangles de Los Machos (DON, 1996). El propósito del plan era evaluar los factores que contribuyeron o	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Sa-2</li> <li>• Ca-1</li> </ul>



2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>contribuían al detrimento del sistema de manglares de Los Machos. El Plan analizó fotos aéreas de 1936, 1958, 1972, 1986 y 1993 para reconstruir la historia vegetativa de este manglar e identificar los posibles factores que contribuyeron a esos cambios.</p> <p>El <i>Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos</i> de 1996 determinó que: (1) el intercambio hidrológico a través del canal bloqueado que antes conectaba con el Pasaje de Medio Mundo se redujo por 95%; (2) la cantidad de mangle vivo había reducido en 154 cuerdas desde el año 1936 (aproximadamente 20%); y que existía una cantidad sustancial de mangle muerto (~109 cuerdas). El Plan además incluía un modelo hidrológico que mostró que los cambios en la hidrología eran los factores más importantes que afectaban la salud y la estabilidad de los manglares en Los Machos. Basado en esta información, la Marina recomendó restaurar la hidrología del canal que conectaba al Pasaje Medio Mundo a sus condiciones antes de la década de 1940 y a su vez, restaurar las funciones ecológicas del sistema de manglar de Los Machos.</p> <p>Inicialmente, a la Marina se le hizo difícil encontrar fondos federales para esta obra de restauración. Sin embargo, luego de un derrame de <i>jet fuel</i> que ocurrió en Ensenada Honda en el año 1999, la Marina recomendó implantar el <i>Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos</i> como parte de las actividades de mitigación de daños. El proyecto de restauración de Los Machos se inició en el año 2006 y se completó en el año 2007. Al presente, la Marina lleva a cabo un programa de monitoreo para evaluar los impactos de este proyecto en la restauración del flujo hidrológico a través de toda esta zona.</p>	
Derrames de petróleo y otros contaminantes	<p>El 19 de diciembre de 1978, una barcaza (<i>Barge Peck Slip</i>) derramó entre 440,000 a 460,000 galones de aceite Bunker C a lo largo de 10 km de costa bordeada de mangle al norte de Puerto de Medio Mundo. Tanto el canal que entra al sistema de Los Machos por Puerto de Medio Mundo, como el Pasaje Medio Mundo, fueron severamente impactados. Los mangles en las áreas impactadas perdieron 50% de su dosel en 43 días y 90% de su dosel luego de 85 días (Cintrón, 1982). Dentro del área contaminada por el derrame de petróleo, era evidente la destrucción total del dosel del mangle rojo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Ca-1</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>Un estudio de campo en esta Zona de Manejo reveló que el derrame de petróleo causó el impacto mayor a las áreas internas del sistema de Los Machos. La parte de afuera de los mangles recibía el movimiento de las mareas, lo cual redujo los impactos; mientras que la parte interna recibía la acción vigorosa de las mareas y el oleaje. Esto resultó en que el petróleo y sus productos derivados permanecieran dentro del sistema por una mayor duración, resultando una exposición severa e impactante (Getter et al., 1981). Los árboles en el canal de Puerto de Medio Mundo perdieron su follaje después de dos semanas del derrame y permanecieron sin follaje por más de 18 meses. Debido a la falta de dosel, la luz sola llegaba al suelo del bosque, aumentando subsiguientemente las temperaturas y la salinidad. Inicialmente, aparentaban estar germinando grandes cantidades de semillas. No obstante, al examinarlas, estas semillas estaban deformes o tenían un índice de sobrevivencia muy bajo.</p> <p>Los ecosistemas de mangle son sumamente sensitivos a derrames de petróleo debido al ambiente de crecimiento y fisiología vegetativa. Mangles sin una circulación frecuente de la marea (<i>tidal flushing</i>), como los de Los Machos, están más expuestos a impactos significativos que los que tienen una circulación mareal más frecuente (Lugo et al., 1981).</p> <p>Otra área afectada por derrames en el manglar de Los Machos es la zona alrededor de <i>Tarawa Drive</i>, ya que también se han reportado pequeños derrames de petróleo (<i>oil sheens</i>) y fuertes olores a gasolina (<i>fuel fumes</i>). La fuente de estos productos es probablemente el área de mantenimiento del aeropuerto. Los materiales lavados en el área de mantenimiento del aeropuerto pasan por un separador de aceite y agua y sus residuales son descargados en el alcantarillado que descarga en el mangle (Pace and Vega, n.d.).</p>	
Disposición y acumulación de desperdicios sólidos	Existe un problema de disposición y acumulación de desperdicios sólidos, los cuales son arrojados por visitantes de la Playa Los Machos o son transportados por las corrientes marinas o las quebradas de la zona, tales como la Quebrada Ceiba y la Quebrada Aguas Claras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Prácticas incompatibles de pesca	Existen usuarios que practican la captura de jueyes y cangrejos, actividades que están prohibidas dentro de áreas a ser designadas como reserva natural, según el Reglamento de Pesca del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Ps-2</li> <li>• Sa-1</li> </ul>
Animales realengos y abandonados	En la Playa Los Machos hay presencia de animales realengos y abandonados. En su mayoría son perros que provienen de las áreas urbanas circundantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bs-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Futuro aumento en la cantidad de visitantes	Los terrenos aledaños a esta Zona de Manejo serán re-desarrollados por diversas entidades públicas y privadas, lo que aumentará la cantidad de personas interesadas en acceder las Áreas de Conservación sin todavía conocer la capacidad de carga de toda esta zona. Estos visitantes utilizarán los principales accesos a la Zona de Manejo, tal como el camino que conecta la Playa de Los Machos con el litoral costero de Puerto Los Machos y a su vez, por el camino que entra al área de Punta Puerca ( <i>Lake Chamberlain Road</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas y pesqueras	Los canales del bosque de mangle de Los Machos son muy atractivos para el tránsito de embarcaciones recreativas y pesqueras (kayaks, motoras acuáticas y diversas lanchas de motor). El futuro aumento en la cantidad y el uso incompatible e indiscriminado de embarcaciones en estos canales podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos de esta zona (mangle enano, etc.), al igual que exceder la capacidad de carga de la misma. También se ha documentado el anclaje de embarcaciones en el litoral costero de la Zona de Manejo, en particular en las playas adyacentes a la punta de Playa Los Machos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• ZAC-6</li> </ul>
Contaminación de suelo	Algunas de las parcelas adyacentes y cercanas a las Áreas de Conservación (Parcelas # 40, 55 y 53) tienen secciones que han sido identificadas como Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos ( <i>Solid Waste Management Units</i> (SWMU, por sus siglas en inglés) sobre posible contaminación según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos ( <i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (RCRA, según sus siglas en inglés)). Estos incluyen (Ver Figura 3.1): <ul style="list-style-type: none"> <li>• SWMU 9 (Area A, Area B y Area C) – Tanques 212-217 para el Entierro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Bs-3</li> <li>• Sa-1</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>de Lodos/Cienos (<i>Tank 212-217 Sludge Burial Pits</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SWMU 73 – Área de Reciclaje de Chatarra y Otros Metales Desechados (<i>DRMO Scrap Metal Recycling Yard</i>)</li> <li>• SWMU 77 – Área de Tiro y Area Abierta de Quema y Detonación (<i>Small Arms Range/Former Possible Open Burning/Open Detonation Area</i>)</li> </ul> <p>Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como estos SWMU. Por consiguiente, estos lugares tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA.</p> <p>Según el informe RCRA más reciente (DON, 2009), hasta el momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el SWMU 9, la Marina ha completado varias etapas de acción correctiva dentro del proceso RCRA. Específicamente, completó las etapas de evaluación e investigación de las zonas y la evaluación y selección del método de remediación (<i>Corrective Measures Study - CMS</i>). Sin embargo, durante las investigaciones en el campo para iniciar el proceso de remoción de suelos contaminados en la etapa RCRA denominada implementación de medidas correctivas (<i>Corrective Measures Implementation - CMI</i>), encontraron evidencia de petróleo en el suelo (Area B – Tanque 214) y tuvieron que reiniciar la etapa de Investigación de Facilidades RCRA (<i>RCRA Facilities Investigation - RFI</i>) para conocer la naturaleza y extensión de esta contaminación y si la misma había afectado las aguas subterráneas de la zona. Próximamente la Marina preparará un nuevo informe RFI del SWMU 9.</li> <li>• Para el SWMU 73, la Marina ha completado varias etapas de acción correctiva dentro del proceso RCRA. Específicamente, completó las etapas de evaluación e investigación de las zonas y la evaluación y selección del método de remediación (<i>Corrective Measures Study - CMS</i>). Como parte de la evaluación del Informe CMS, el <i>US Army Center for Health Promotion and Preventative Medicine</i> solicitó que se efectuaran muestras adicionales para SWMU 73, las cuales la Marina llevo a cabo en</li> </ul>	

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>enero del 2009. Aún la Marina no ha reportado cuáles serán los próximos pasos luego de estos resultados.</p> <p>Como parte de un largo proceso de evaluación y remediación de daños en estos terrenos, la Marina o los futuros dueños de terrenos tendrán que completar todas las etapas de acción correctiva RCRA para el SWMU 9, el SWMU 73 y el SWMU 77 (DON, 2009).</p>	
Futuro uso del suelo incierto en terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación	Actualmente se desconoce cuales serán los usos futuros del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación. Por consiguiente, se requiere de un manejo adaptativo y proactivo de todas las zonas de amortiguamiento y conectividad identificadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> <li>• ABNRR</li> </ul>
Contaminación lumínica	La contaminación lumínica que proviene de las áreas urbanas de Ceiba podría estar teniendo un impacto sobre los ciclos de vida y patrones de comportamiento de algunas especies en el ANPMMD, en especial el anidaje de tortugas marinas. A su vez, los futuros desarrollos propuestos podrían tener impactos de contaminación lumínica si no son manejados adecuadamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Operación y futura expansión del aeropuerto	El aeropuerto de Ceiba ha iniciado un proceso de transformación y crecimiento de mejoras capitales de una unidad militar a una unidad civil. El aumento en el tráfico aéreo tiene varias implicaciones de manejo en diversas áreas, tal como manejo de aves, manejo de ruido, manejo de derrames de combustible (los cuales han ocurrido en el pasado) y manejo de las aguas de escorrentía, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>
Límites no definidos de las Áreas de Conservación	El Municipio de Ceiba (Parcela #35) ha indicado que interesa aclarar cuáles son los lindes oficiales de las Áreas de Conservación que colindan con su parcela. Al igual que con otros futuros dueños de terrenos, es necesario definir claramente cuáles son los límites de cada propiedad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> <li>• ABNRR</li> </ul>
Manejo y Mantenimiento de las Servidumbres de Paso	La escritura de transferencia de titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (febrero 2008) establece que el Área de Conservación 39 está sujeta a una serie de servidumbres de paso para las cuales el Servicio Nacional de Parques ( <i>National Park Service</i> ) del Departamento del Interior retiene su titularidad ( <i>Road Easement 3, 8 y 9</i> ). Estas incluyen el camino de tierra que	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Sa-2, Sa-3</li> <li>• Ps-1</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>transcurre desde Punta Puerca hasta Punta Medio Mundo, conocido como <i>Lake Chamberlain Road</i>. En la escritura, el <i>National Park Service</i> también se reserva a perpetuidad todas las posibles servidumbres de paso que proveen acceso a diversas partes de la antigua base naval a través de las Áreas de Conservación con el propósito de poder construir, reparar, reemplazar, mantener y operar estas carreteras de dos carriles. A su vez, el <i>National Park Service</i> se compromete en coordinar con el DRNA cualquier actividad de construcción, instalación, mantenimiento, reemplazo o remoción que se proponga realizar en estas servidumbres de paso. Además, establece que estas servidumbres de paso no se podrán utilizar en formas que interfieran irrazonablemente con los propósitos para los cuales se le transfirió la titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (específicamente, para fines recreativos y como parque público a perpetuidad).</p> <p>Es necesario establecer un protocolo de uso de estas servidumbres de paso con el <i>National Park Service</i> y la Marina o con sus futuros dueños. Otro componente importante en el manejo y mantenimiento de estos caminos y carreteras es el control de las fuentes dispersas de contaminación que puedan llegar a los ecosistemas y cuerpos de agua de esta Zona de Manejo por medio de las tuberías de drenaje relacionadas a las servidumbres de paso.</p>	
Contaminación de agua	<p>La calidad del agua de las dos quebradas que discurren por esta Zona de Manejo, Quebrada Ceiba y Quebrada Aguas Claras, se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos desperdicios llegan eventualmente al litoral costero del ANPMMD, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas. La sedimentación también es un problema considerable en la Quebrada Ceiba y la Quebrada Aguas Claras. Las mismas están siendo afectadas por actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al noroeste y oeste de los límites del ANPMMD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Presencia de especies exóticas	Ciertas especies exóticas e invasoras pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde, la mangosta y las plantas invasivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Prácticas no sostenibles de ganadería	La Marina de EUA subarrienda varias parcelas al norte de la Zona de Manejo (aledañas al Área de Conservación #36) para el pastoreo de ganado. Esta práctica ha tenido impactos sobre el bosque de mangle perteneciente al Bosque Estatal de Ceiba (Bahía Demajagua). Al punto, que la Marina de EUA exigió en su contrato de arrendamiento que se construyera una verja para evitar la entrada de ganado al área de bosque de mangle. Es evidente que la ganadería ha tenido impactos sobre la compactación y la erosión de los suelos y la sedimentación y la contaminación de los cuerpos de agua en esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Ps-1</li> <li>• ZAC-2, ZAC-3</li> </ul>
Erosión y avance de la costa	En ciertas playas de esta Zona de Manejo, en especial la Playa Los Machos, hay evidencia de erosión y avance de la costa. La erosión costera es el movimiento o avance de la línea de costa tierra adentro. Actualmente, no existen estudios que determinen la tasa de erosión de estas playas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1</li> </ul>
Falta de mantenimiento a la tubería de drenaje	La construcción del <i>Tarawa Drive</i> resultó en la restricción del flujo de la marea hacia los mangles al suroeste del camino y a la subsiguiente acumulación de agua dulce por falta de circulación, lo cual se refleja en la creación de varios pequeños cuerpos de agua abiertos, debido al diseño inadecuado y la falta de mantenimiento a sus tuberías de drenaje. El <i>Servicio Nacional de Pesca y Vida Silvestre</i> ha recomendado considerar que se abra una conexión hidrológica entre el mangle al norte y al sur del <i>Tarawa Drive</i> mediante tubería. Es necesario evaluar si esta acción sería beneficiosa o dañina a los ecosistemas que forman parte del sistema de mangles de Los Machos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-4</li> </ul>
Impactos a Recursos Arqueológicos	Los yacimientos arqueológicos en esta Zona de Manejo están expuestos a la amenaza de perturbaciones naturales o antropogénicas (incluyendo el saqueo), las cuales podrían afectar adversamente la integridad o la investigación potencial de estos sitios arqueológicos [Sitio Arqueológico; RR 7 y RR 8; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo]. Sin un monitoreo y la posible intervención o mitigación, la erosión y el abandono podrían afectar la integridad de las características de estos depósitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Bs-1, Bs-3</li> <li>• ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>

### 3.0 Visión Futura de la Zona de Manejo (10 años)

La Zona de Manejo Medio Mundo y Los Machos es un mosaico de ecosistemas continuos que permiten el flujo de las especies y los procesos ecológicos a través del ANPMMD. Se mantiene un monitoreo, a través de la investigación científica, de los procesos de transición, reforestación y análisis de la presencia e impacto de las especies introducidas en los ecosistemas. Las fuentes de presión han sido controladas o eliminadas en la zona de manejo. Las facilidades de oficinas administrativas con un centro de información para visitantes y un centro para la investigación sobre la biodiversidad (ZAC-7), un parador ecoturístico (ZAC-6) y un sistema de veredas interpretativas para transeúntes y el uso de bicicletas, se encuentran en desarrollo y/o operación.

### 4.0 Plan de Acción

Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Cumplir con los objetivos y las acciones estratégicas de los Programas Especiales del ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Sa-1, Sa-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Permanente	Cuerdas/año
<b>Restaurar los espacios abiertos y transformar los pastizales a bosques costeros.</b>			
1. Reforestar y aforestar, según aplique, con especies propias del ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ps-1, Ps-2</li> </ul>	Mediano Plazo	Cuerdas/año
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión sobre esta zona de manejo.</b>			
1. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y áreas del litoral costero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento



<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
2. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en los cuerpos de agua de la zona de manejo, incluyendo la Quebrada Ceiba y la Quebrada Aguas Claras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Ca-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
3. Diseñar e implantar estrategias de mantenimiento y control de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Sa-2, Sa-3</li> <li>• Ps-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
4. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Rotulación establecida
5. Implantar el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
6. Asegurar la implantación del Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
7. Diseñar e implantar estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre las playas de anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Mediano Plazo	Fuentes de luz artificial nocturna modificadas

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD.</b>			
<p>1. Proteger los yacimientos arqueológicos en la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada). [Sitio Arqueológico; RR 7 y RR 8; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo].</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Bs-1, Bs-3</li> </ul>	<p>Permanente</p>	<p>Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados</p>
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD.</b>			
<p>1. Diseñar y distribuir material educativo sobre los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD y las especies en peligro de extinción que habitan en los mismos, que esté particularmente orientado a la audiencia de usuarios de embarcaciones recreativas, tales como los usuarios de la rampa de acceso al mar de la Asociación de Pescadores de Playa Los Machos en el Municipio de Ceiba.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	<p>Mediano Plazo</p>	<p>Material educativo desarrollado y distribuido</p>

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>			
<b>Aclarar necesidades de información para el manejo de la zona.</b>			
1. Delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras, especialmente el área de cobertura del mangle enano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Sa-1, Sa-2, Sa-3</li> <li>• Ps-1, Ps-2</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> <li>• Pr-1</li> <li>• Ca-1</li> </ul>	Corto Plazo	Mensura completada
2. Fomentar y promover la continuación de investigaciones relacionadas al mangle enano, incluyendo análisis paleoclimático y estudios sobre la fisiografía del bosque de mangle Los Machos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> </ul>	Mediano Plazo	Investigación completada
3. Analizar los procesos de recuperación por sucesión natural de las áreas del bosque de mangle Los Machos que fueron impactadas por los rellenos históricos de la década de 1950 (que hoy están cubiertos por salitrales) para recomendar posibles estrategias de reforestación y/o restauración del bosque de mangle que existía originalmente en esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sa-2</li> </ul>	Largo Plazo	Investigación completada
4. Dar seguimiento a todas las investigaciones e inventarios de las poblaciones de tortugas marinas y sus playas de anidaje en esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3</li> </ul>	Permanente	Programa de Monitoreo de Tortugas Marinas en el ANPMMD

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
5. Realizar estudios hidrológico-hidráulicos (Estudios H-H) para determinar los posibles impactos de reabrir las tuberías de drenaje en los diversos caminos que transcurren por las Áreas de Conservación, en especial el <i>Tarawa Drive</i> y <i>Lake Chamberlain Road</i> . A su vez, estudiar el movimiento de la escorrentía que discurre desde la pista del aeropuerto hacia el sistema de mangles Los Machos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Sa-2, Sa-3</li> <li>• Ps-1</li> </ul>	Mediano Plazo	Estudio H-H completado
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Asegurar el acceso público acorde con la visión de manejo del ANPMMD.</b>			
1. Establecer mecanismo y protocolo de uso, en conjunto con el <i>National Park Service</i> y la Marina de lo EUA, para controlar el acceso vehicular por el camino <i>Lake Chamberlain Road</i> y las otras servidumbres de paso dentro de esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Sa-2, Sa-3</li> <li>• Ps-1</li> </ul>	Corto Plazo	Establecimiento de protocolo de uso de servidumbres de paso
2. Permitir el acceso peatonal y de ciclistas y prohibir el acceso vehicular por los caminos de la zona de manejo, excepto en los casos que se determine necesario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3</li> <li>• Ma-1</li> <li>• Sa-2, Sa-3</li> </ul>	Corto Plazo	Ausencia/Presencia
3. Desarrollar un Estudio del Límite de Capacidad de Carga del ANPMMD e incorporar sus resultados en el diseño e implantación de un Plan de Actividades, Accesos y Caminos que incluya como mínimo, la operación de un servicio de <i>Trolley/Tram</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Estudio completado e implementación del Plan
4. Diseñar y demarcar un sistema de veredas y de rutas de navegación en kayaks en el ANPMMD a través del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD, en cumplimiento con la Ley para establecer la Política Pública sobre Veredas de Visitantes, Ciclistas de Montaña, Veredas Acuáticas y Equestres en Puerto Rico (Ley Núm. 314 del 2 de septiembre de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Plan completado

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>Operar las facilidades y edificaciones de manejo en Zona de Manejo.</b>			
1. Diseñar y construir miradores o plataformas de observación hacia las áreas del mangle enano, asegurando que no se construyen sobre los mismos sino en áreas adyacentes que provean buena visibilidad a los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Sa-2</li> </ul>	Mediano Plazo	Miradores o plataformas de observación construidas
2. Diseñar y construir un muelle al este del canal del mangle de Los Machos que conecta con el Pasaje Medio Mundo (en el área utilizada por la marina para el embarque y desembarque de embarcaciones para las prácticas militares en Isla Piñero y Isla Cabeza de Perro) que sirva de base para el acceso marítimo a esta Zona de Manejo, al igual que a la futura transportación marítima de visitantes entre la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos y la Zona de Manejo: Isla Piñeros, de esto ser viable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> </ul>	Largo Plazo	Muelle construido y operando

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión que originan fuera de esta zona de manejo.</b>			
1. Promover la limpieza de desperdicios sólidos y escombros en los cuerpos de agua que discurren hasta la zona de manejo, incluyendo la Quebrada Ceiba y la Quebrada Aguas Claras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Colaborar en el diseño y la implantación de estrategias de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Dar seguimiento y evaluar todas las acciones correctivas RCRA que la Marina y los futuros dueños de terrenos implanten en los SWMU 9, 73 y 77 (Ver Figura 3.1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-5</li> </ul>	Permanente	Participar en reuniones del Restoration Advisory Board (RAB) Culminación de Etapas de Acción Correctiva RCRA
4. Crear un Grupo de Trabajo entre la Autoridad de Puertos, el DRNA y el Fideicomiso para evaluar los posibles impactos ambientales y las alternativas de manejo de los terrenos del Aeropuerto Internacional de Ceiba adyacentes al ANPMMD, incluyendo el realizar un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H) para conocer y evaluar los patrones de escorrentía en todos estos terrenos y realizar un <i>Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Assessment</i> para evaluar los posibles impactos sobre aves y las medidas para controlar posibles colisiones con aves, entre otros. Asegurar que las modificaciones para acondicionar el aeropuerto para uso civil consideran los impactos de la infraestructura de manejo de escorrentías del aeropuerto sobre los ecosistemas de esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>	Corto Plazo	Grupo de Trabajo establecido y estudios finalizados
5. Recomendar que todo proyecto de construcción en las ZACs presente un Plan de Control de Erosión y Sedimentación (Plan CES detallado) que considere los impactos sobre las Áreas de Conservación. Se recomienda que todos los proyectos que afecten los drenajes o el movimiento de agua hacia y fuera los ecosistemas del ANPMMD presenten un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>	Permanente	Monitoreo de implantación de Planes CES y/o Estudios H-H por cada proyecto propuesto

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos adyacentes al ANPMMD.</b>			
1. Recomendar la protección de los yacimientos arqueológicos adyacentes la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada). [Sitio Arqueológico; RR 9, RR 10, RR 11, RR 12, RR 14 y GMI 2; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>	Permanente	Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD y capacitar a los futuros usuarios, vecinos y concesionarios del ANPMMD sobre sus atributos para asegurar la conservación y restauración de sus sistemas naturales e históricos y la ejecución de mejores prácticas de manejo y uso.</b>			
1. Diseñar y distribuir material educativo dirigido a los futuros dueños de terrenos de las parcelas adyacentes al ANPMMD para orientarles sobre opciones de manejo del suelo como la designación de servidumbres de conservación ( <i>conservation easements</i> ), diseños orientados a la conservación ( <i>conservation-oriented developments</i> ) y otros programas de incentivos para la conservación de recursos naturales y mejores prácticas de construcción para evitar impactos sobre los recursos naturales y ambientales del área natural protegida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7</li> </ul>	Permanente	<p>Diseño y distribución de materiales educativos</p> <p>Cantidad de orientaciones a futuros dueños de terrenos ofrecidas</p> <p>Opciones de manejo consideradas en terrenos privados</p>
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Operar ciertas facilidades y edificaciones de manejo en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.</b>			
1. Promover el diseño y la construcción de las áreas de oficina y manejo del ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-7 (propuesta)</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Área de oficina y manejo operando

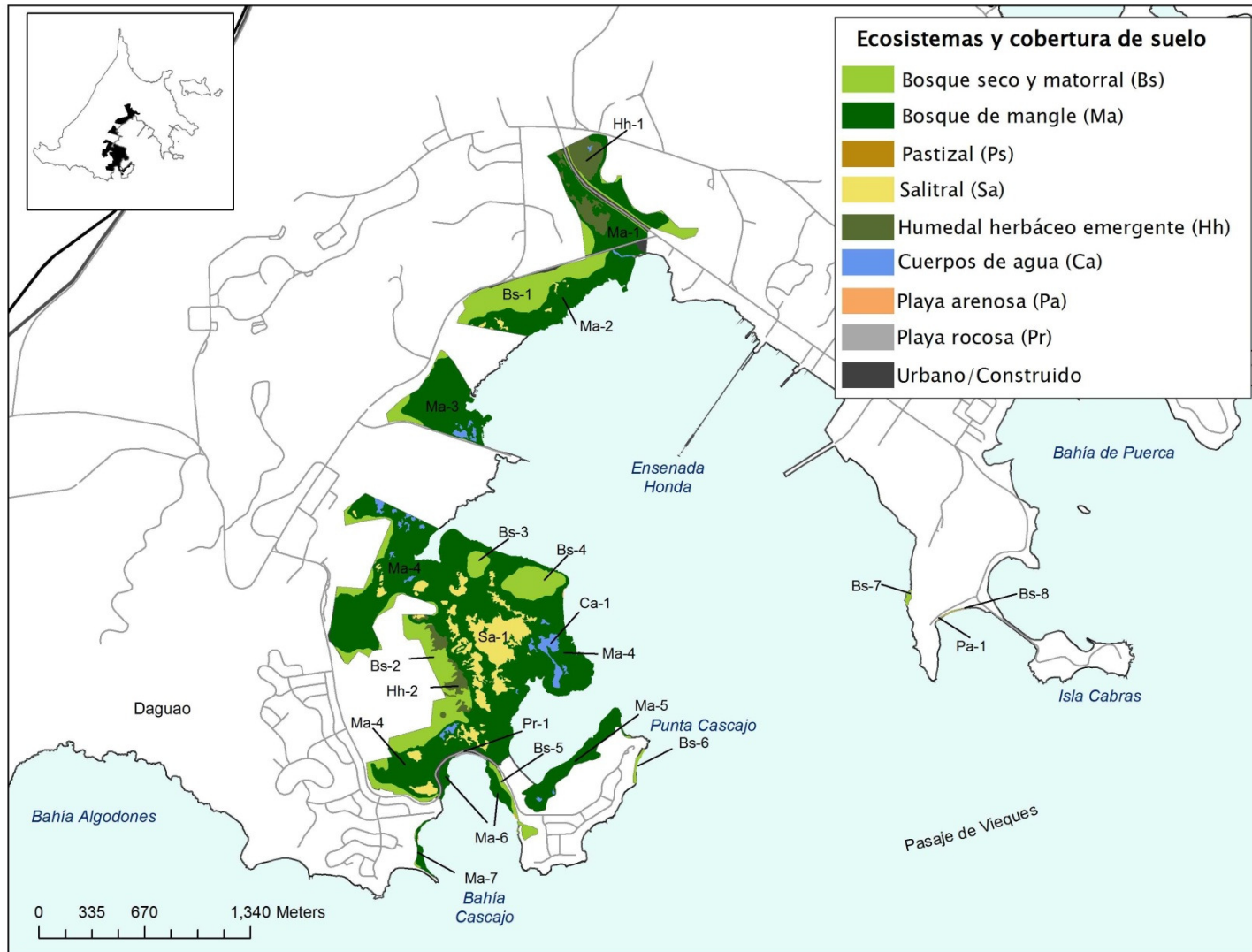
<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
2. Promover el diseño y la construcción de miradores o plataformas de observación hacia las áreas del mangle enano, asegurando que no se construyen sobre los mismos sino en áreas adyacentes que provean buena visibilidad a los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-5, ZAC-7 (propuesta)</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Miradores o plataformas de observación construidas
3. Promover el diseño y la construcción de un centro de información y recepción de visitantes del ANPMMD que ofrezca primeros auxilios, entre otros servicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-7 (propuesta)</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Centro de información y recepción de visitantes operando
4. Promover el diseño y la construcción del Centro de Investigación sobre la Biodiversidad (CeBi) en coordinación con entidades colaborativas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-7 (propuesta)</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	CeBi operando



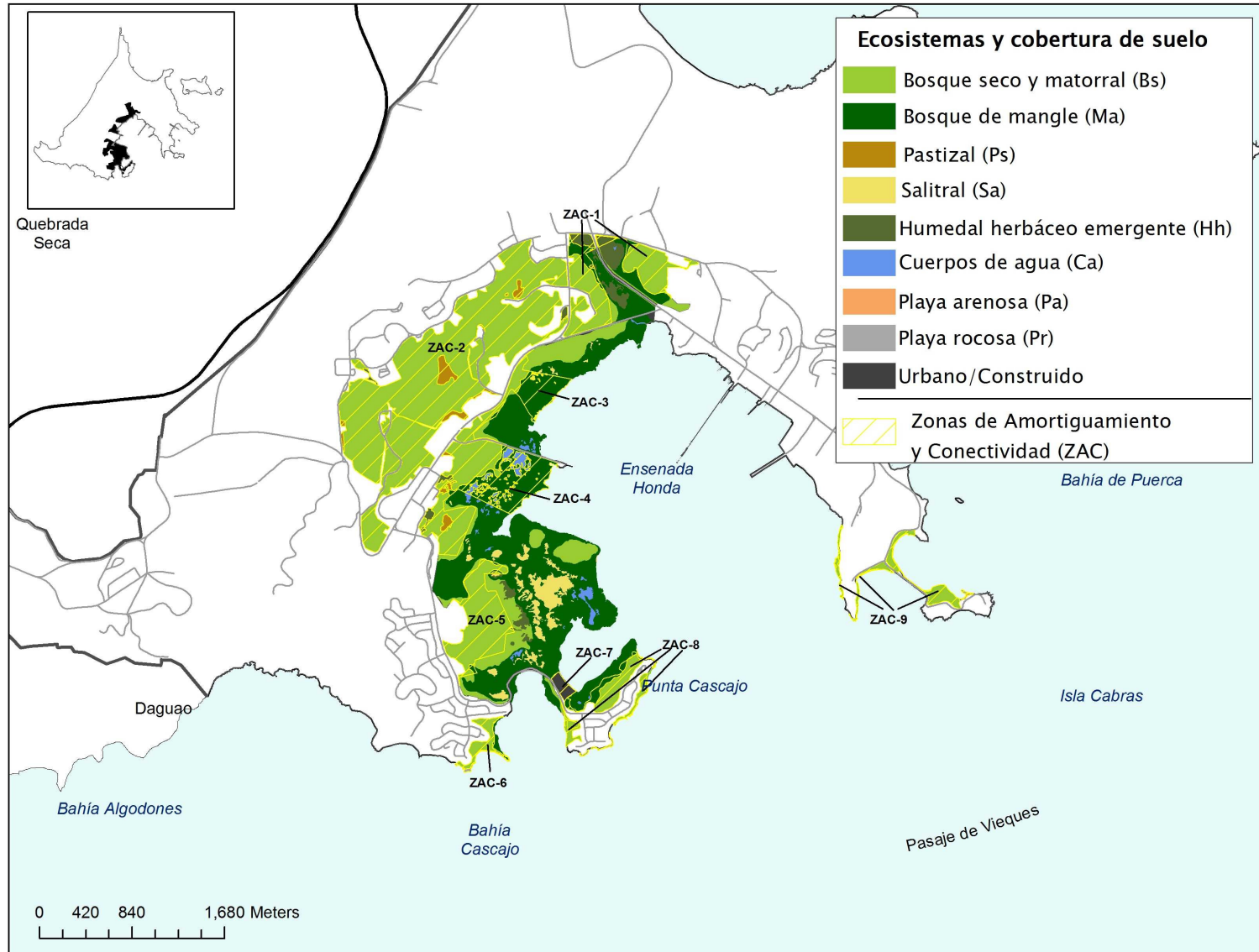


#### 4.5.2 Zona de Manejo: Ensenada Honda

**FIGURA 4.7**  
**UNIDADES DE MANEJO DE LA ZONA DE MANEJO: ENSENADA HONDA**



**FIGURA 4.8**  
**ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y CONECTIVIDAD DE LA ZONA DE MANEJO: ENSENADA HONDA**



## Plan de Manejo del Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao

### Parámetros y Directrices de la Zona de Manejo: Ensenada Honda

1.0 Datos Generales	
Nombre de la Zona de Manejo:	<i>Ensenada Honda</i>
Número de las Áreas de Conservación (Plan de Reuso):	9, 11, 12, 13, 26, 28, 58 y 60
Categoría DRNA:	<i>Conservación, Restauración y Zona de Amortiguamiento</i>
Equivalente IUCN:	<i>Valores especiales y/o únicos (Special and/or unique values)</i>
Equivalente MAB:	Zona núcleo ( <i>Core</i> ) y Zona de Amortiguamiento ( <i>Buffer zone</i> )
Centroide de localización (Lat. / Long.):	18°13'36.20"N / 65°38'24.52"W
Superficie total en cuerdas (según mensura (Feb. 2008):	612.785 cuerdas

2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo
<p>Aproximadamente un 64.4% de la superficie de la Zona de Manejo Ensenada Honda está cubierta por bosque de mangle, seguido por bosque seco y matorral (19.8%). El valor esta zona se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas marinos como las praderas de yerbas marinas que se extienden desde Ceiba y Naguabo hasta la isla de Vieques, las cuales albergan una de las dos poblaciones más grandes en Puerto Rico del manatí antillano. Se ha documentado frecuentemente la presencia de manatíes alimentándose en las áreas donde existen praderas de yerbas marinas dentro de Ensenada Honda y Bahía Cascajo. Los ecosistemas de esta zona de manejo, al igual que los ecosistemas marinos relacionados (praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral) albergan o tienen el potencial de albergar otras especies amenazadas o en peligro de extinción (tales como la marquita de Puerto Rico, la boa de Puerto Rico y varias especies de tortugas marinas). Esta zona, a su vez, exhibe una gran densidad de sitios arqueológicos de gran valor histórico que deben protegerse e investigarse.</p> <p>Dentro de todo el ANPMMD, la Zona de Manejo Ensenada Honda es el área que exhibe mayor fragmentación de ecosistemas y contiene lugares que han sido impactados por rellenos y usos de suelos pasados, al igual que por derrames de petróleo y otros contaminantes por el uso marítimo/portuario intenso que se le dio a la bahía de Ensenada Honda. Algunas de las fuentes de presión presentes en esta zona de manejo son los posibles derrames de petróleo y otros contaminantes desde la pista y el área de mantenimiento del Aeropuerto Internacional de Ceiba y desde las operaciones marítimas de la bahía de Ensenada Honda, el futuro aumento en el tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas, comerciales y pesqueras, las prácticas incompatibles de pesca y la contaminación lumínica en playas de anidaje de tortugas marinas, entre otras. Algunas parcelas adyacentes a las Áreas de Conservación tienen secciones que han sido identificadas como áreas de contaminación que deberán completar todas las etapas de acción correctiva según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act (RCRA, según sus siglas en inglés)</i>). Debido a que actualmente se desconoce cuáles serán los futuros usos del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación, se recomienda un manejo adaptativo y proactivo coordinado con los futuros dueños de terrenos de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.</p>

2.1 Distribución de Zona de Manejo por Ecosistemas			
Ecosistema	Códigos	Área Total Aprox. (cuerdas) * Ver nota aclaratoria en Tabla 4.3 del Capítulo 4	Cubierta Aprox. (%)
Bosque de Mangle (Ma)	Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6, Ma-7	399.6	64.4%
Bosque Seco y Matorral (Bs)	Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7, Bs-8	122.8	19.8%
Humedal Herbáceo Emergente (Hh)	Hh-1, Hh-2	26.6	4.3%
Salitral (Sa)	Sa-1	45.9	7.4%
Pastizal (Ps)	--	0.0	0.0%
Cuerpo de Agua (Ca)	Ca-1	11.6	1.9%
Playa Arenosa (Pa)	Pa-1	0.3	0.1%
Playa Rocosa (Pr)	Pr-1	0.6	0.1%

2.2 Elementos de Manejo	
<b>Especies en Riesgo</b>	<p><b>Invertebrados:</b> Juey común (<i>Cardisoma guanhumi</i>)</p> <p><b>Reptiles:</b> Carey de concha (<i>Eretmochelys imbricata</i>), Tinglar (<i>Dermochelys coriacea</i>), Peje blanco o tortuga verde (<i>Chelonia Mydas</i>), Cabezón (<i>Caretta caretta</i>), Boa de las Islas Vírgenes (<i>Epicrates monensis granti</i>), Boa de Puerto Rico (<i>Epicrates inornatus</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p> <p><b>Mamíferos:</b> Manatí (<i>Trichechus manatus manatus</i>)</p> <p><b>Plantas:</b> Cóbana negra (<i>Stahlia monosperma</i>)</p>
<b>Especies Endémicas</b>	<p><b>Anfibios:</b> Coquí churrí (<i>Eleutherodactylus antillensis</i>), Coquí común (<i>Eleutherodactylus coqui</i>), Coquí pitito (<i>Eleutherodactylus cochranae</i>), Sapito de labio blanco (<i>Leptodactylus albilabris</i>)</p> <p><b>Reptiles:</b> Boa de Puerto Rico (<i>Epicrates inornatus</i>), Boa de las Islas Vírgenes (<i>Epicrates monensis granti</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Conservación	Áreas donde se permitirá el uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, y donde se permitirá la continuidad de los procesos de sucesión natural con el fin principal de fomentar la propagación de las especies de flora y fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-3, Ma-5, Ma-6, Ma-7</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7, Bs-8</li> <li>• Hh-2</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Restauración	Áreas degradadas por usos de suelo pasados y que requieren de manejo activo, incluyendo actividades tales como reforestación, restauración hidrológica, e investigación y monitoreo científico, entre otras medidas de manejo, para que luego se conviertan en áreas de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-4</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Sa-1</li> </ul>
Manejo de especies críticas	En esta Zona de Manejo, habitan una serie de especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción – ver listado en encasillado sobre Elementos de Manejo) que requieren de un manejo especial, incluyendo la implantación de las medidas de conservación detalladas para cada una de las parcelas de la antigua base naval según estableció el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre con la Marina de los EUA en la <i>Evaluación Biológica para el Cierre de la Base Naval Roosevelt Roads</i> (DON, 2006a).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Fragmentación de ecosistemas	Existen áreas de alto valor ecológico adyacentes a las Áreas de Conservación que deben ser manejadas de forma integrada con las áreas protegidas para asegurar el funcionamiento adecuado de los diversos ecosistemas interdependientes, tales como los bosques secos, los bosques de mangle y humedales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>
Rellenos y Restricciones del Flujo Hidrológico Histórico	<p>Antes del desarrollo de la ABNRR, Ensenada Honda consistía de un extenso bosque de mangle con una serie de canales e islotes. Sin embargo, el mismo fue reducido a aproximadamente 25% de su área original (con una pérdida de cerca de 41 cuerdas) debido, en gran medida, a actividades de relleno con material de dragado de la bahía durante los años 1963 y 1964 (Weaver, et al., 1976; DON, 2007).</p> <p>Al presente, vegetación de zona de transición y especies de terrenos firmes han invadido los terrenos más elevados y distantes del agua. En los terrenos más bajos y húmedos, el mangle negro y el mangle blanco han podido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-3, Ma-4,</li> <li>• Sa-1</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>regenerarse. No obstante, todavía existen áreas extensas con relleno compactado fuertemente que no tienen ningún tipo de vegetación, especialmente en la parte sur de Ensenada Honda. Sin duda, la recuperación por sucesión natural de las áreas de bosque de mangle que fueron impactadas por este relleno es sumamente lenta (Weaver, et al., 1976; DON, 1987).</p> <p>Otra área que fue alterada en la bahía de Ensenada Honda fue la desembocadura de la Quebrada Aguas Claras. Originalmente, esta quebrada fluía en dirección sureste a través de la porción central de la antigua base naval hacia Ensenada Honda, pero la Marina la desvió al momento de construir el campo de aviación <i>Oftsie</i> a finales de la década de 1950. La construcción de este aeropuerto militar alteró la cuenca de la quebrada al canalizar sus aguas por todo el norte del aeropuerto y del camino <i>Boxer Drive</i> hasta llegar a los mangles de Demajagüa al noreste de la antigua base naval y desembocar en el Puerto Medio Mundo (DON, 2005b).</p>	
Derrames de petróleo y otros contaminantes	<p>Durante el tiempo en que estuvo en operación la ABNRR, ocurrieron varios derrames de productos de petróleo, aceite y lubricantes o sus derivados en la bahía de Ensenada Honda; aunque debe resaltarse que la documentación en relación a los derrames ocurridos previo al año 1986 es mínima. Dos de los derrames que tuvieron un impacto significativo sobre los bosques de mangle que hoy forman parte del área natural protegida en el área de Ensenada Honda fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el año 1981 se derramaron aproximadamente 210,000 galones de combustible diesel en Ensenada Honda, a lo largo de la costa adyacente al Atracadero #3, el pantano de mangle al norte de la playa conocida como <i>Community Beach</i> y en el área sur de Punta Cascajo. El derrame de combustible ocurrió cuando el barco-tanque (civil) <i>Arco Prestige</i>, confrontó problemas con su sistema de tuberías mientras estaba atracado en el Atracadero #3. Las operaciones de limpieza fueron hechas utilizando una barcaza separadora de aceite y almohadillas absorbentes. Se estima que se recuperaron aproximadamente 110,000 galones de combustible, mientras que el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>resto del combustible derramado se adentro en el área de manglar de Ensenada Honda o se hundió. No hay documentación de investigaciones o acciones remediativas adicionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El 19 de octubre de 1999, en el campo de aviación <i>Ofstie</i>, se derramaron 110,000 galones de combustible JP-5 (<i>jet fuel</i>) durante la transferencia de combustible del Tanque #381 al Tanque #429 (DON, 2005e). La recolección del combustible derramado fue realizada hasta donde fue posible. La dificultad de acceso a las áreas de mangle limitó los esfuerzos de limpieza en dichas áreas. Se estima que se recobró entre un 15 a un 20 por ciento del total del producto derramado. El remanente se evaporó o se mantiene no contabilizado (DON, 2005e).</li> </ul> <p>Las evaluaciones obtenidas indican que el combustible derramado entró al sistema de drenaje pluvial del campo de aviación <i>Ofstie</i> y contaminó los suelos en cerca de 30 cuerdas de mangle ubicadas en las cercanías de <i>Towway Drive</i> y Ensenada Honda. También se reportó una reducción en área densidad de tres especies de mangle (rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), negro (<i>Laguncularia racemosa</i>) y blanco (<i>Avicennia germinans</i>)) y diversos impactos secundarios; entre estos, con reducción en el área del manglar y la densidad de las tres (3) especies de mangle. Los impactos secundarios que afectaron las áreas consistieron en pérdida de follaje, muerte de hierba de eneas y helechos, impactos a la estructura del dosel y por consiguiente a las áreas de hábitat de aves, vegetación bajo estrés o muerta, exposición de los árboles y arbustos del sotobosque, y la eventual expansión del área cubierta por las hierbas de eneas (DON, 2002a; DON, 2005e; CSA, Inc., 2008).</p> <p>Estudios realizados por la Marina indicaron que la alternativa compensatoria de restauración preferida debía efectuarse fuera del área impactada. Por consiguiente, se recomendó implantar el <i>Plan para la Restauración del Mangle de Los Machos</i> (1996b).</p>	



2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Acumulación de desperdicios sólidos	Existe un problema de acumulación de desperdicios sólidos, los cuales son transportados por las corrientes marinas hacia Ensenada Honda o Bahía Cascajo. Si en el futuro aumenta el tráfico marino y el uso de estos cuerpos de agua por embarcaciones recreativas, existe una posibilidad de aumento en la disposición inadecuada y acumulación de desperdicios sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6, Ma-7</li> <li>• Pa-1</li> </ul>
Prácticas incompatibles de pesca	Existen usuarios que practican la captura de jueyes y cangrejos, actividades que están prohibidas dentro de áreas a ser designadas como reserva natural, según el Reglamento de Pesca del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2, Ma-3, Ma-4</li> <li>• Bs-1, Bs-2</li> </ul>
Futuro aumento en la cantidad de visitantes	Los terrenos aledaños a esta Zona de Manejo serán re-desarrollados por diversas entidades públicas y privadas, lo que aumentará la cantidad de personas interesadas en acceder las Áreas de Conservación sin todavía conocer la capacidad de carga de toda esta zona. Estos visitantes utilizarán los principales caminos que transcurren por el centro y el sur de la ABNRR y que en algunas partes representan el límite de algunas secciones de esta Zona de Manejo, específicamente <i>Towway Road, Langley Drive y Roosevelt Drive</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> <li>• Pa-1</li> </ul>
Tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas, comerciales y pesqueras	El Plan de Reuso y el borrador del Plan de Usos de Terrenos de la ABNRR establecen que la bahía de Ensenada Honda se desarrollará como un destino importante para el turismo náutico (cruceros, <i>ferry</i> , marinas recreativas, etc.). Por consiguiente, toda esta zona experimentará un aumento significativo en el tránsito de embarcaciones turísticas, recreativas, comerciales y pesqueras en el futuro. El futuro aumento en la cantidad, la velocidad y el uso intensivo de embarcaciones en Ensenada Honda podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos de esta Zona de Manejo y los ecosistemas marinos adyacentes, tales como las praderas de yerbas marinas que sirven de fuente de alimentación para especies en peligro de extinción como el manatí antillano y diversas tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5</li> <li>• Pa-1</li> <li>• ZAC-3, ZAC-4, ZAC-7, ZAC-9</li> </ul>
Contaminación de suelo y agua	Algunas de las parcelas adyacentes a las Áreas de Conservación (Parcelas # 25 y 59) tienen secciones que han sido identificadas como Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos ( <i>Solid Waste Management Units</i> (SWMU, por sus siglas en inglés)) o Áreas de Preocupación ( <i>Areas of Concern</i> (AOC, por sus siglas en inglés)) sobre posible contaminación según las	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4</li> <li>• Bs-1, Bs-7, Bs-8</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-3, ZAC-4,</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (RCRA, según sus siglas en inglés)). Estos incluyen (Ver Figura 3.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SWMU 1 – Antiguo Crematorio (<i>Former Cremator Disposal Site</i>)</li> <li>• SWMU 2 – Sitio de Disposición de <i>Langley Drive</i> (<i>Langley Drive Disposal Site</i>)</li> <li>• SWMU 3 – Vertedero de la ABNRR (<i>Base Landfill</i>)</li> <li>• SWMU 71 – Sitio de Disposición de la Cantera (<i>Quarry Disposal Site</i>)</li> <li>• AOC D – Sedimentos de Ensenada Honda (<i>Ensenada Honda Sediments</i>)</li> </ul> <p>Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como estos SWMU y AOC. Por consiguiente, estos lugares tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA.</p> <p>Según el informe RCRA más reciente (DON, 2009), hasta el momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los SWMU 1 y 2, la Marina ha completado varias etapas de acción correctiva dentro del proceso RCRA. Específicamente, completó las etapas de evaluación e investigación de las zonas y se encuentra en la evaluación y selección del método de remediación (<i>Corrective Measures Study - CMS</i>) mediante una Evaluación de Riesgos Ecológicos (<i>Ecological Risk Assessment</i>).</li> <li>• Para el SWMU 3, la Marina está bastante adelantada en finalizar las etapas de acción correctiva RCRA, ya que actualmente implanta una serie de actividades de monitoreo ambiental para culminar el cierre de las acciones correctivas en esta zona.</li> <li>• Para el SWMU 71, la Marina completó la evaluación e investigación de la zona, pero todavía no ha iniciado la etapa de selección de métodos de remediación (CMS).</li> </ul>	ZAC-9

<b>2.3 Diagnóstico</b>		
<b>Elemento de Acción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Códigos</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el AOC D, la Marina ya completó todas las acciones correctivas (sin controles) identificadas.</li> </ul> <p>Como parte de un largo proceso de evaluación y remediación de daños en estos terrenos, la Marina o los futuros dueños de terrenos tendrán que completar todas las etapas de acción correctiva RCRA para el SWMU 1, 2, 3 y 71 (DON, 2009).</p>	
Límites no definidos de las Áreas de Conservación	Para el manejo adecuado del ANPMMD y la ejecución de iniciativas colaborativas con los futuros dueños de terrenos de las propiedades aledañas al área natural protegida, es necesario definir claramente cuáles son los límites de cada propiedad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> <li>• ABNRR</li> </ul>
Futuro uso del suelo incierto en terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación	Actualmente se desconoce cuáles serán los usos futuros del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación. Por consiguiente, se requiere de un manejo adaptativo y proactivo de todas las zonas de amortiguamiento y conectividad identificadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>
Hábitat de población sustancial de manatíes en Ensenada Honda y Bahía Cascajo	Existe una población de manatíes que utiliza esta Zona de Manejo como área de alimentación (praderas de yerbas marinas). El futuro aumento en la cantidad, la velocidad y el uso intensivo de embarcaciones en Ensenada Honda podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos de esta Zona de Manejo y los ecosistemas marinos adyacentes, tales como las praderas de yerbas marinas que sirven de fuente de alimentación para especies en peligro de extinción como el manatí antillano y a su vez, diversas tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-7, Ma-7</li> <li>• Praderas de Yerbas Marinas</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Mantenimiento de Playas y Erosión Costera	En los terrenos adyacentes a esta Zona de Manejo, existían varias playas naturales y artificiales designadas por la Marina para propósitos recreativos, algunas de estas conocidas como <i>Enlisted Men's Beach</i> , <i>Chief's Beach</i> , <i>Officer's Beach</i> , <i>All Hands</i> , <i>Teahouse</i> , <i>Brookings</i> y <i>Community Beach</i> . Las mismas eran limpiadas y mantenidas por una compañía privada contratada por la Marina para el mantenimiento de las áreas comunes ( <i>grounds maintenance</i> ). Por falta de especificaciones y el equipo adecuado ( <i>front end loaders to collect seaweed</i> ), las actividades de mantenimiento de playas llevaron a una pérdida excesiva de suelo y arena y aumentaron el potencial de erosión en estas playas (DON, 1998). Según la Marina, el problema de erosión costera es particularmente prevaeciente en las playas conocidas como <i>Enlisted Men's Beach</i> y <i>Chief's Beach</i> (DON, 1987).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1</li> <li>• ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>
Contaminación lumínica	Los futuros desarrollos propuestos para esta zona, especialmente los que se establezcan cercanos a las playas arenosas de Isla Cabras y Punta y Bahía Cascajo, podrían generar contaminación lumínica si no es manejada adecuadamente. La contaminación lumínica tiene el potencial de impactar los ciclos de vida y patrones de comportamiento de algunas especies en el ANPMMD, en especial en el anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-6, Ma-7</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>
Operación y futura expansión del aeropuerto	El aeropuerto de Ceiba ha iniciado un proceso de transformación y crecimiento de mejoras capitales de una unidad militar a una unidad civil. El aumento en el tráfico aéreo tiene varias implicaciones de manejo en diversas áreas, tal como manejo de aves, manejo de ruido, manejo de derrames de combustible y manejo de las aguas de escorrentía, entre otros. El manejo de derrames de combustible y el manejo de las aguas de escorrentía cobra particular importancia en esta Zona de Manejo ya que en el pasado (19 de octubre de 1999) ocurrió un derrame de combustible JP-5 ( <i>jet-fuel</i> ) que tuvo grandes impactos sobre el bosque de mangle y los humedales al noroeste de la bahía de Ensenada Honda (Ver Sección 2.1.3 ( <i>Usos Históricos del Suelo, Sub-Sección G.4</i> ) para más información sobre este derrame).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Hh-1</li> <li>• ZAC-1</li> </ul>
Manejo y Mantenimiento de las Servidumbres de Paso	La escritura de transferencia de titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (febrero 2008) establece que el Servicio Nacional de Parques ( <i>National Park Service</i> ) del Departamento del Interior se reserva a perpetuidad todas las posibles servidumbres de paso que proveen acceso a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> </ul>

### 2.3 Diagnóstico

Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>diversas partes de la antigua base naval a través de las Áreas de Conservación con el propósito de poder construir, reparar, reemplazar, mantener y operar estas carreteras de dos carriles. A su vez, el <i>National Park Service</i> se compromete en coordinar con el DRNA cualquier actividad de construcción, instalación, mantenimiento, reemplazo o remoción que se proponga realizar en estas servidumbres de paso. Además, establece que estas servidumbres de paso no se podrán utilizar en formas que interfieran irrazonablemente con los propósitos para los cuales se le transfirió la titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (específicamente, para fines recreativos y como parque público a perpetuidad). Es necesario establecer un protocolo de uso de estas servidumbres de paso con el <i>National Park Service</i> y la Marina o con sus futuros dueños. En esta Zona de Manejo, se encuentran numerosas servidumbres de paso, tales como <i>Towway Road, Langley Drive y Franklin D. Roosevelt Drive</i>. También se encuentra un camino de dos carriles al sur del Área de Conservación #26, el cual conecta a <i>Langley Drive</i> con un muelle al suroeste de la bahía de Ensenada Honda.</p> <p>Otro componente importante en el manejo y mantenimiento de estos caminos y carreteras es el control de las fuentes dispersas de contaminación que puedan llegar a los ecosistemas y cuerpos de agua de esta Zona de Manejo por medio de las tuberías de drenaje relacionadas a las servidumbres de paso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-7, ZAC-9</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Falta de mantenimiento a las tuberías de drenaje	Un área sustancial de bosque de mangle fue dividida cuando se construyó la carretera de dos carriles <i>Towway Drive</i> al noroeste de la bahía de Ensenada Honda. Según la Marina, al menos existe una tubería de drenaje en esta carretera que conecta las dos áreas de bosque de mangle divididas. En sus planes de manejo, la Marina recomendaba darle mantenimiento a estas tuberías de drenaje para ayudar a restablecer la conexión hidrológica de estos terrenos y evitar problemas de inundaciones (DON, 1987). No obstante, en el pasado algunas de estas tuberías de drenaje fueron clausuradas para evitar el esparcimiento de derrames de petróleo provenientes del aeropuerto, tal como el que ocurrió en octubre de 1999 (DON, 2005e). Por consiguiente, es necesario evaluar si esta acción sería beneficiosa o dañina a los ecosistemas que forman parte de la Zona de Manejo Ensenada Honda, tanto en este punto en <i>Towway Drive</i> como en otras de las servidumbres de paso que delimitan esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> <li>• Pa-1</li> </ul>
Presencia de especies exóticas	Ciertas especies exóticas e invasoras pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde, la mangosta y las plantas invasivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Impactos a Recursos Arqueológicos	Los yacimientos arqueológicos en esta Zona de Manejo están expuestos a la amenaza de perturbaciones naturales o antropogénicas (incluyendo el saqueo), las cuales podrían afectar adversamente la integridad o la investigación potencial de estos sitios arqueológicos [Sitio Arqueológico; Ceiba 2, RR 5, Ceiba 4 y RR 6; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo]. Sin un monitoreo y la posible intervención o mitigación, la erosión y el abandono podrían afectar la integridad de las características de estos depósitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-4</li> <li>• ZAC-2, ZAC-4, ZAC-5</li> </ul>

### 3.0 Visión Futura de la Zona de Manejo (10 años)

La Zona de Manejo Ensenada Honda es un mosaico de ecosistemas continuos que permiten el flujo de las especies y los procesos ecológicos a través del ANPMMD. Se mantiene un monitoreo, a través de la investigación científica, de los procesos de transición, reforestación y análisis de la presencia e impacto de las especies introducidas en los ecosistemas. Las fuentes de presión han sido controladas o eliminadas en la zona de manejo. Un sistema de veredas interpretativas para transeúntes y el uso de bicicletas, se encuentran en operación.

### 4.0 Plan de Acción

Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Cumplir con los objetivos y las acciones estratégicas de los Programas Especiales del ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6, Ma-7</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7, Bs-8</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Sa-1</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Permanente	Cuerdas/año
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión sobre esta zona de manejo.</b>			
1. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y rocosas y otras áreas del litoral costero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pr-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Diseñar e implantar estrategias de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> <li>• Pa-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Rotulación establecida
4. Implantar el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
5. Asegurar la implantación del Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
6. Diseñar e implantar estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre las playas de anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-6, Ma-7</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Mediano Plazo	Fuentes de luz artificial nocturna modificadas
7. Coordinar con el DRNA, el establecimiento y la demarcación de canales de navegación dentro de Ensenada Honda, con límites de velocidad y zonas de no oleaje ( <i>no wake zones</i> ), y delimitar zonas donde se debe controlar y limitar el acceso de embarcaciones para evitar impactos directos a especies en peligro de extinción y sus ecosistemas relacionados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensenada Honda</li> <li>• ABNRR</li> </ul>	Mediano Plazo	Canales de navegación demarcados Zonas de no oleaje con límites de velocidad establecidas Zonas de control de acceso a embarcaciones demarcadas
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD.</b>			
1. Proteger los yacimientos arqueológicos en la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada). [Sitio Arqueológico; Ceiba 2, RR 5, Ceiba 4 y RR 6; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-4</li> </ul>	Permanente	Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados



<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD.</b>			
1. Diseñar y distribuir material educativo sobre los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD y las especies en peligro de extinción que habitan en los mismos, que esté particularmente orientado a la audiencia de usuarios de embarcaciones recreativas y las futuras marinas recreativas que se establezcan en la zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Mediano Plazo	Material educativo desarrollado y distribuido
<b>PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>			
<b>Aclarar necesidades de información para el manejo de la zona.</b>			
1. Delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6, Ma-7</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7, Bs-8</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Sa-1</li> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Corto Plazo	Mensura completada
2. Realizar estudios hidrológico-hidráulicos (Estudios H-H) para determinar los posibles impactos de reabrir las tuberías de drenaje en las diversas servidumbres de paso que transcurren por las Áreas de Conservación, en especial el <i>Towway Drive</i> . A su vez, estudiar el movimiento de la escorrentía que discurre desde la pista del aeropuerto hacia el sistema de mangles al noroeste de la bahía de Ensenada Honda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> <li>• Pa-1</li> </ul>	Mediano Plazo	Estudio H-H completado

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Estudiar condición ambiental actual del bosque de mangle y los humedales que fueron impactados por el derrame de combustible JP-5 ( <i>jet fuel</i> ) en octubre de 1999. Dar continuidad a posibles actividades de monitoreo y restauración que pueda requerir esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Hh-1</li> </ul>	Largo Plazo	Investigación completada
4. Dar seguimiento a todas las investigaciones e inventarios de las poblaciones de tortugas marinas y sus playas de anidaje en esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1</li> </ul>	Permanente	Programa de Monitoreo de Tortugas Marinas en el ANPMMD
5. Analizar los procesos de recuperación por sucesión natural de las áreas de bosque de mangle que fueron impactadas por los rellenos históricos en la Bahía de Ensenada Honda en la década de 1950 (que hoy están cubiertos por salitrales) para recomendar posibles estrategias de reforestación y/o restauración del bosque de mangle que existía originalmente en esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-3, Ma-4,</li> <li>• Sa-1</li> </ul>	Largo Plazo	Investigación completada
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Asegurar el acceso público acorde con la visión de manejo del ANPMMD.</b>			
1. Establecer mecanismo y protocolo de uso, en conjunto con el <i>National Park Service</i> y la Marina de lo EUA, para controlar el acceso vehicular por el camino al sur del Área de Conservación #26 que conecta a <i>Langley Drive</i> con un muelle al suroeste de Ensenada Honda y ordenar el acceso vehicular a través de las otras servidumbres de paso dentro de esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3, Ma-4, Ma-5, Ma-6</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1, Bs-5, Bs-8</li> <li>• Pa-1</li> </ul>	Corto Plazo	Establecimiento de protocolo de uso de servidumbres de paso

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
2. Ordenar el acceso peatonal y de ciclistas y establecer los puntos de estacionamiento vehicular para acceder ciertas áreas de la Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-3, Ma-4, Ma-6</li> <li>• Bs-5</li> </ul>	Corto Plazo	Puntos de acceso peatonal y de estacionamiento establecidos
3. Desarrollar un Estudio del Límite de Capacidad de Carga del ANPMMD e incorporar sus resultados en el diseño e implantación de un Plan de Actividades, Accesos y Caminos que incluya como mínimo, la operación de un servicio de <i>Trolley/Tram</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Estudio completado e implementación del Plan
4. Diseñar y demarcar un sistema de veredas terrestres y acuáticas ( <i>snorkeling</i> ) y de rutas de navegación en el ANPMMD a través del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD, en cumplimiento con la Ley para establecer la Política Pública sobre Veredas de Visitantes, Ciclistas de Montaña, Veredas Acuáticas y Ecuestres en Puerto Rico (Ley Núm. 314 del 2 de septiembre de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Plan completado
<b>Operar las facilidades y edificaciones de manejo en Zona de Manejo.</b>			
1. Diseñar y construir paseos tablados, miradores o plataformas de observación hacia la bahía de Ensenada Honda y en especial, hacia las rocas donde se encuentran petroglifos indígenas, asegurando que no se construyen sobre los mismos sino en áreas adyacentes que provean buena visibilidad a los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-3, Ma-4</li> </ul>	Largo Plazo	Paseos tablados, miradores o plataformas de observación construidos
2. Considerar el diseño y la construcción de muelles de pesca recreativa, donde sus usuarios cumplan con una serie de normas básicas de pesca para evitar impactos al entorno natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-3</li> </ul>	Largo Plazo	Muelle de pesca recreativa construido

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Permitir la continuidad de los procesos naturales de sucesión y restauración de ecosistemas que está ocurriendo en la playa artificial conocida como <i>Community Beach</i> , donde la vegetación característica de bosque de mangle ha retornado a su área de distribución original.	• ZAC-7	Permanente	Cuerdas/año
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión que originan fuera de esta zona de manejo.</b>			
1. Promover la limpieza de desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y rocosas y otras áreas del litoral costero.	• ZAC-7, ZAC-9	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Colaborar en el diseño y la implantación de estrategias de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura.	• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-8, ZAC-9	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
3. Promover el diseño y la implantación de estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre las playas de anidaje de tortugas marinas.	• ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9	Mediano Plazo	Fuentes de luz artificial nocturna modificadas
4. Dar seguimiento y evaluar todas las acciones correctivas RCRA que la Marina y los futuros dueños de terrenos implanten en los SWMU 1, 2, 3 y 71 (Ver Figura 3.1).	• ZAC-1, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-9	Permanente	Participar en reuniones del Restoration Advisory Board (RAB) Culminación de Etapas de Acción Correctiva RCRA

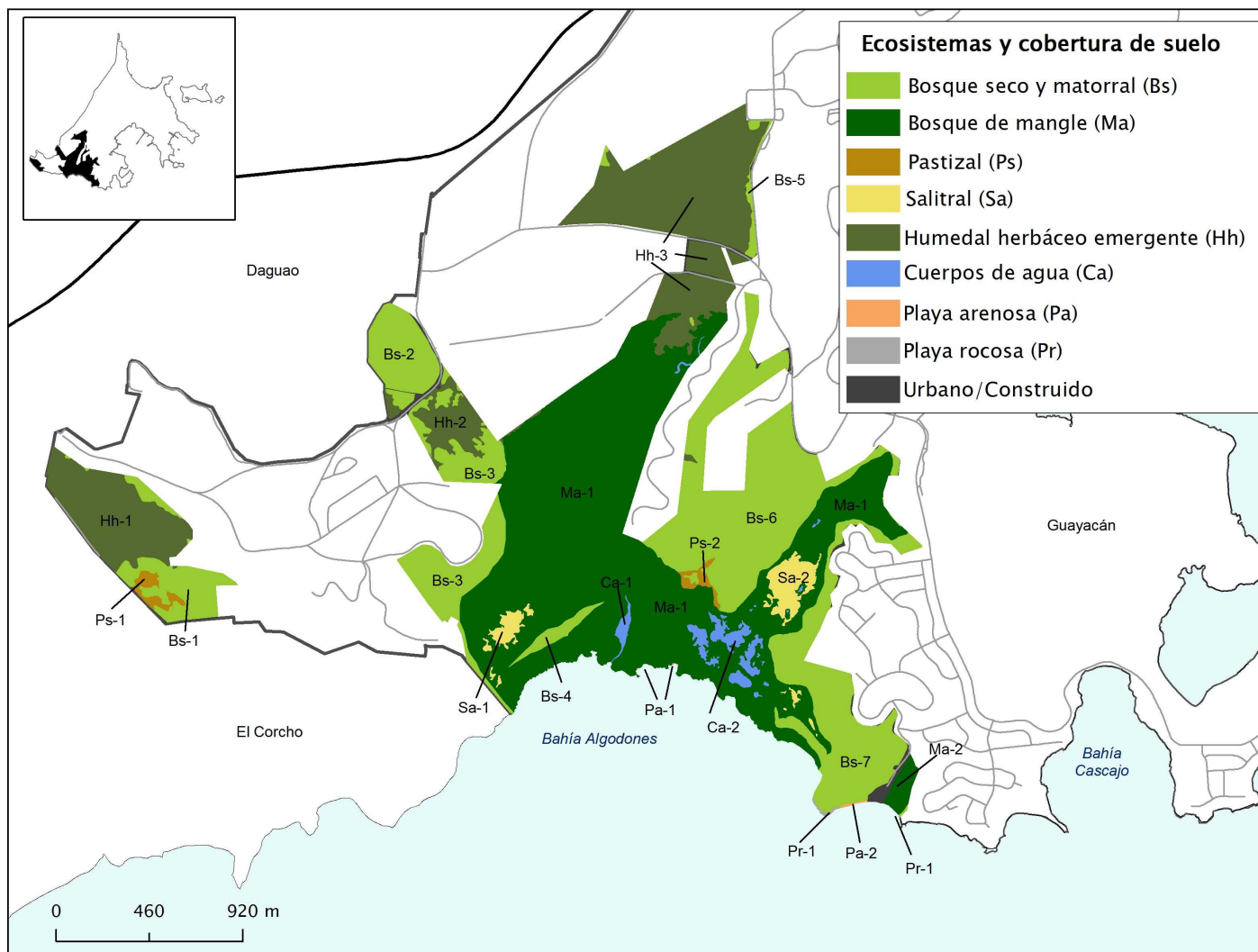
5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad			
Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
5. Crear un Grupo de Trabajo entre la Autoridad de Puertos, el DRNA y el Fideicomiso para evaluar los posibles impactos ambientales y las alternativas de manejo de los terrenos del Aeropuerto Internacional de Ceiba adyacentes al ANPMMD, incluyendo el realizar un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H) para conocer y evaluar los patrones de escorrentía en todos estos terrenos y realizar un <i>Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Assessment</i> para evaluar los posibles impactos sobre aves y las medidas para controlar posibles colisiones con aves, entre otros. Asegurar que las modificaciones para acondicionar el aeropuerto para uso civil consideran los impactos de la infraestructura de manejo de escorrentías del aeropuerto sobre los ecosistemas de esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1</li> </ul>	Corto Plazo	Grupo de Trabajo establecido y estudios finalizados
6. Recomendar que todo proyecto de construcción en las ZACs presente un Plan de Control de Erosión y Sedimentación (Plan CES detallado) que considere los impactos sobre las Áreas de Conservación. Se recomienda que todos los proyectos que afecten los drenajes o el movimiento de agua hacia y fuera los ecosistemas del ANPMMD presenten un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>	Permanente	Implantación de Planes CES y/o recomendaciones de Estudios H-H por cada proyecto propuesto
7. Recomendar que las limpiezas de todas las playas naturales o artificiales adyacentes a la Zona de Manejo se lleven a cabo manualmente o con otros métodos que no promuevan la erosión de las playas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>	Permanente	Limpiezas de playas llevadas a cabo manualmente

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos adyacentes al ANPMMD.</b>			
1. Recomendar la protección de los yacimientos arqueológicos adyacentes la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada). [Sitio Arqueológico; Ceiba 1, Ceiba 3, Ceiba 5, Ceiba 6, Ceiba 9, Ceiba 10, Ceiba 11 y GMI 4; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-2, ZAC-4, ZAC-5</li> </ul>	Permanente	Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD y capacitar a los futuros usuarios, vecinos y concesionarios del ANPMMD sobre sus atributos para asegurar la conservación y restauración de sus sistemas naturales e históricos y la ejecución de mejores prácticas de manejo y uso.</b>			
1. Diseñar y distribuir material educativo dirigido a los futuros dueños de terrenos de las parcelas adyacentes al ANPMMD para orientarles sobre opciones de manejo del suelo como la designación de servidumbres de conservación ( <i>conservation easements</i> ), diseños orientados a la conservación ( <i>conservation-oriented developments</i> ) y otros programas de incentivos para la conservación de recursos naturales y mejores prácticas de construcción para evitar impactos sobre los recursos naturales y ambientales del área natural protegida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8, ZAC-9</li> </ul>	Permanente	<p>Diseño y distribución de materiales educativos</p> <p>Cantidad de orientaciones a futuros dueños de terrenos ofrecidas</p> <p>Opciones de manejo consideradas en terrenos privados</p>
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Operar ciertas facilidades y edificaciones de manejo en las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.</b>			
1. Promover el diseño y la construcción de facilidades marítimas y una rampa de acceso marítimo para representantes del Cuerpo de Vigilantes del DRNA y el personal de manejo del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. Estas facilidades marítimas también	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>	Mediano Plazo	Rampa de acceso marítimo establecida

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
podrían utilizarse para el rescate y la rehabilitación de mamíferos marinos, en colaboración con el Programa de Varamientos de Mamíferos Marinos del DRNA, la Red de Varamientos del Caribe, el Programa Sea Grant de Puerto Rico y el <i>Sirenia Project</i> del Servicio Geológico de los EUA, entre otros.			
2. Promover el diseño y la construcción de paseos tablados, miradores o plataformas de observación hacia la bahía de Ensenada Honda y en especial, hacia las rocas donde se encuentran petroglifos indígenas, asegurando que no se construyen sobre los mismos sino en áreas adyacentes que provean buena visibilidad a los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>	Largo Plazo	Paseos tablados, miradores o plataformas de observación construidos
3. Considerar el diseño y la construcción de muelles de pesca recreativa, donde sus usuarios cumplan con una serie de normas básicas de pesca para evitar impactos al entorno natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>	Largo Plazo	Muelle de pesca recreativa construido

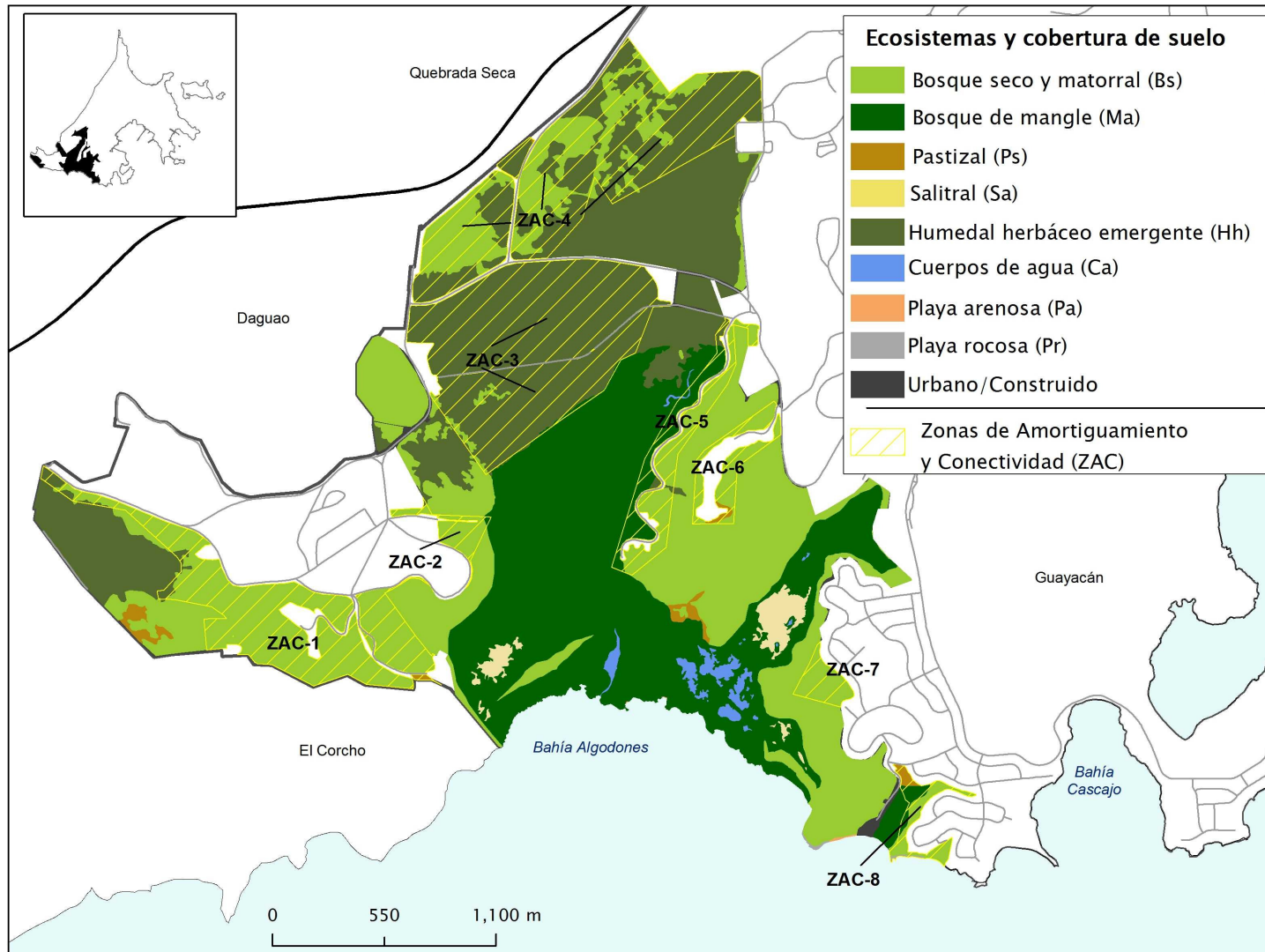
### 4.5.3 Zona de Manejo: Río Dagüao

**FIGURA 4.9**  
**UNIDADES DE MANEJO DE LA ZONA DE MANEJO: RÍO DAGÜAO**





**FIGURA 4.10**  
**ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y CONECTIVIDAD DE LA ZONA DE MANEJO: RÍO DAGÜAO**



## Plan de Manejo del Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao

### Parámetros y Directrices de la Zona de Manejo:

Río Dagüao

1.0 Datos Generales	
Nombre de la Zona de Manejo:	Río Dagüao
Número de las Áreas de Conservación (Plan de Reuso):	1, 5 y 7
Categoría DRNA:	Conservación y Zonas de Amortiguamiento
Equivalente IUCN:	Valores especiales y/o únicos ( <i>Special and/or unique values</i> )
Equivalente MAB:	Zona núcleo ( <i>Core</i> ) y Zona de Amortiguamiento ( <i>Buffer zone</i> )
Centroide de localización (Lat. / Long.):	18°12'36.70"N / 65°39'40.94"W
Superficie total en cuerdas (según mensura feb. 2008):	1,021.024 cuerdas

2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo
<p>La superficie terrestre de la Zona de Manejo Río Dagüao contiene ecosistemas de bosque de mangle (40.9%), seguido por bosque seco y matorral (33.4%) y humedales herbáceos emergentes (20.3%). Esta zona contiene el número más alto de humedales herbáceos emergentes de todas las zonas de manejo del ANPMMD. Aunque mantienen ciertas conexiones hidrológicas, estos humedales están separados físicamente por varios cruces de servidumbres de paso y de infraestructura de ecosistemas similares y adyacentes de alto valor ecológico que no forman parte del ANPMMD. Estas zonas adyacentes a las Áreas de Conservación deben ser manejadas de forma integrada con el área protegida para asegurar el funcionamiento adecuado de la importante diversidad de ecosistemas interdependientes. La Zona de Manejo Río Dagüao también incluye un remanente de pantano de palo de pollo (<i>Pterocarpus officinalis</i>) en el valle de inundación del Río Dagüao.</p> <p>El valor esta zona también se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas marinos como las praderas de yerbas marinas que se extienden desde Ceiba y Naguabo hasta la isla de Vieques, las cuales albergan una de las dos poblaciones más grandes en Puerto Rico del manatí antillano. Existe una población de manatíes que utiliza esta Zona de Manejo como dormitorio (desembocadura del Río Dagüao), bebedero de agua dulce (desembocadura del Río Dagüao y punto de descarga de las aguas tratadas de la planta de tratamiento de aguas sanitarias de <i>Capehart</i>) y alimentación (praderas de yerbas marinas). Esta población incluye al conocido Moisés, un manatí que fue varado y rescatado por la Red de Varamientos del Caribe para luego ser liberado con éxito en las costas de Ceiba y Naguabo.</p> <p>Los ecosistemas de esta zona de manejo, al igual que los ecosistemas marinos relacionados (praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral) albergan otras especies amenazadas o en peligro de extinción (tales como la marquita de Puerto Rico y varias especies de tortugas marinas). Esta zona, a su vez, exhibe una gran densidad de sitios arqueológicos de gran valor histórico que deben protegerse e investigarse.</p> <p>Algunas de las fuentes de presión presentes en esta zona de manejo son las obstrucciones al flujo hidrológico del Río Dagüao, la falta de</p>

## 2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo

mantenimiento de las tuberías de drenaje, la propuesta reapertura y expansión del antiguo campo de golf, los posibles derrames de petróleo y otros contaminantes desde la pista del Aeropuerto Internacional de Ceiba, la contaminación del agua en las quebradas y el Río Dagüao, las prácticas incompatibles de pesca y el futuro aumento en el tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas y pesqueras, entre otras. Algunas parcelas adyacentes a las Áreas de Conservación tienen secciones que han sido identificadas como áreas de contaminación que deberán completar todas las etapas de acción correctiva según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, según sus siglas en inglés)). Debido a que actualmente se desconoce cuáles serán los futuros usos del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación, se recomienda un manejo adaptativo y proactivo coordinado con los futuros dueños de terrenos de las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad.

## 2.1 Distribución de Zona de Manejo por Ecosistemas

Ecosistema	Códigos	Área Total Aprox. (cuerdas) <small>* Ver nota aclaratoria en Tabla 4.3 del Capítulo 4</small>	Cubierta Aprox. (%)
Bosque de Mangle (Ma)	Ma-1, Ma-2, Ma-3	414.0	40.9%
Bosque Seco y Matorral (Bs)	Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7	337.9	33.4%
Humedal Herbáceo Emergente (Hh)	Hh-1, Hh-2, Hh-3	205.5	20.3%
Salitral (Sa)	Sa-1, Sa-2	20.5	2.0%
Pastizal (Ps)	Ps-1, Ps-2	7.8	0.8%
Cuerpo de Agua (Ca)	Ca-1, Ca-2	14.2	1.4%
Playa Arenosa (Pa)	Pa-1, Pa-2	0.3	0.05%
Playa Rocosa (Pr)	Pr-1	0.5	0.1%

2.2 Elementos de Manejo	
<b>Especies en Riesgo</b>	<p><b>Invertebrados:</b> Juey común (<i>Cardisoma guanhumí</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p> <p><b>Mamíferos:</b> Manatí (<i>Trichechus manatus manatus</i>)</p>
<b>Especies Endémicas</b>	<p><b>Anfibios:</b> Coquí churrí (<i>Eleutherodactylus antillensis</i>), Coquí común (<i>Eleutherodactylus coqui</i>), Coquí pitito (<i>Eleutherodactylus cochranæ</i>), Sapito de labio blanco (<i>Leptodactylus albilabris</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Conservación	Áreas donde se permitirá el uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, y donde se permitirá la continuidad de los procesos de sucesión natural con el fin principal de fomentar la propagación de las especies de flora y fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7</li> <li>• Hh-1, Hh-2, Hh-3</li> <li>• Sa-1, Sa-2</li> <li>• Ca-1, Ca-2</li> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Restauración	Áreas degradadas por usos de suelo pasados y que requieren de manejo activo, incluyendo actividades tales como reforestación, restauración hidrológica, e investigación y monitoreo científico, entre otras medidas de manejo, para que luego se conviertan en áreas de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ps-1, Ps-2</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Manejo de especies críticas	En esta Zona de Manejo, habitan una serie de especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción – ver listado en encasillado sobre Elementos de Manejo) que requieren de un manejo especial, incluyendo la implantación de las medidas de conservación detalladas para cada una de las parcelas de la antigua base naval según estableció el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre con la Marina de los EUA en la <i>Evaluación Biológica para el Cierre de la Base Naval Roosevelt Roads</i> (DON, 2006a).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>
Hábitat de población sustancial de Manatíes en Desembocadura del Río Dagüao y Bahía Algodones	Existe una población de manatíes que utiliza esta Zona de Manejo como dormitorio (desembocadura del Río Dagüao), bebedero de agua dulce (desembocadura del Río Dagüao y punto de descarga de la tubería de las aguas tratadas en las plantas de tratamiento de aguas sanitarias) y alimentación (praderas de yerbas marinas). Esta población incluye al conocido Moisés, un manatí que fue varado y rescatado por la Red de Varamientos del Caribe para luego ser liberado con éxito en las costas de Ceiba y Naguabo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca-1</li> <li>• Praderas de yerbas marinas</li> </ul>
Bosque de Pantano de Palo de Pollo ( <i>Pterocarpus officinalis</i> )	Un remanente de un pantano de palo de pollo ( <i>Pterocarpus officinalis</i> ) se encontró en el ANPMMD durante una visita del personal técnico del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico en el año 2005 al hábitat potencial de la especie en el valle de inundación del Río Dagüao. La insuficiencia de datos sobre la localización y cobertura de dicha ecosistema conllevó a no poder representarlo en el mapa de ecosistemas y cobertura de suelos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> </ul>
Fragmentación de ecosistemas	Existen áreas de alto valor ecológico adyacentes a las Áreas de Conservación que deben ser manejadas de forma integrada con las áreas protegidas para asegurar el funcionamiento adecuado de los diversos ecosistemas interdependientes, tales como los bosques secos, los bosques de mangle y humedales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>
Contaminación de agua	La calidad del agua del Río Dagüao y los tributarios de la Quebrada Seca se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros también es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-3, ZAC-4</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	desperdicios llegan eventualmente al litoral costero del ANPMMD, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas. La sedimentación también es un problema considerable las cuencas del Río Dagüao y Quebrada Seca, debido a actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al oeste y noroeste de los límites del ANPMMD.	
Obstrucción al Flujo Hidrológico del Río Dagüao	<p>La obstrucción principal que restringe el flujo del agua del Río Dagüao y contribuye a los problemas históricos de inundación del antiguo campo de golf es un cruce de concreto con cuatro tubos de drenaje de 30 pulgadas, conocido como el <i>California Crossing</i>, ubicado en la confluencia del Río Dagüao con la Quebrada Seca. Este cruce actúa como un dique y limita el flujo de agua y nutrientes al bosque de mangle del Río Dagüao.</p> <p>Durante periodos extremos de lluvia y de inundaciones, el río transcurre al este de esta estructura elevada de concreto y también la rebosa. Cuando los cuatro tubos de drenaje no están ataponados con material vegetativo y basura, son apropiados para manejar el flujo base. Sin embargo, la obstrucción que causa el <i>California Crossing</i>, al igual que la porción de camino elevado que lleva al mismo desde el oeste, restringe el flujo del agua y contribuye a los altos niveles de acumulación de aluvión e inundación que experimenta el Río Dagüao aguas arriba del mismo. En sus planes de manejo, la Marina recomendaba que esta estructura de concreto fuera removida para restaurar el flujo hidrológico del Río Dagüao sin impedimentos (DON, 1998).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• ZAC-3</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Acumulación de sedimentos e inundaciones	<p>La sedimentación es un problema considerable las cuencas del Río Dagüao y Quebrada Seca, debido a actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de diversos proyectos residenciales al oeste y noroeste de los límites del ANPMMD. Esta sedimentación ha contribuido a la acumulación de aluvión en secciones aguas abajo del Río Dagüao y los canales de Quebrada Seca. La acumulación de grandes sedimentos ha reducido la capacidad de permitir el flujo de los ríos y quebradas, especialmente cuando se ha establecido vegetación densa en los canales y las orillas de los ríos.</p> <p>En el pasado, la Marina removía estos sedimentos del canal con una draga y los amontonaba en un banco al suroeste del Río Dagüao. Aunque estas acciones ayudaban a que la capacidad del canal mejorara, esta acumulación de sedimentos terminaba convirtiéndose en un dique, alterando los patrones de flujo durante eventos extremos de lluvia. El restringir las aguas de inundación del valle inundable al sur del río aumentaba los problemas de inundación al lado norte del río (especialmente en el antiguo campo de golf). La Marina recomendaba que este material de dragado fuera disperso en el valle inundable o removido de la zona (DON, 1987 y DON, 1998). Por otra parte, la Marina también recomendaba mejorar el flujo de los canales de la Quebrada Seca para facilitar un drenaje más efectivo y evitar problemas de inundación futuros (DON, 1998).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-3, ZAC-4</li> </ul>
Falta de mantenimiento a las tuberías de drenaje	<p>En sus planes de manejo, la Marina recomendaba darle mantenimiento a las tuberías de drenaje que transcurren por las servidumbres de paso de esta Zona de Manejo para ayudar a restablecer la conexión hidrológica de estos terrenos y evitar problemas de inundaciones (DON, 1987 y DON, 1998). Específicamente recomendaba que en todas las tuberías de drenaje se efectuaran limpiezas periódicas de sedimentación, escombros y basura, especialmente luego de eventos extremos de lluvia.</p> <p>Por consiguiente, es necesario evaluar si esta acción sería beneficiosa o dañina a los ecosistemas que forman parte de la Zona de Manejo Río Dagüao, tanto en puntos como el <i>California Crossing, Langley Drive y Boxer Drive</i>, como en otras de las servidumbres de paso de esta Zona de Manejo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-1, Hh-2, Hh-3</li> <li>• ZAC-1, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-8</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Servidumbres de Infraestructura	Tanto al este como al suroeste del Río Dagüao, la Marina construyó las facilidades y las tuberías de descarga de dos de las tres plantas de tratamiento de aguas sanitarias que servían a toda la infraestructura de la antigua base. Una servía al sector residencial <i>Capehart</i> o otra servía al sector del Fuerte Bundy ( <i>Fort Bundy</i> ). La construcción de ambas tuvo algunos impactos sobre los bosques secos y los bosques de mangle de esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Bs-3, Bs-7</li> <li>• Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-8</li> </ul>
Acumulación de desperdicios sólidos	Existe un problema de acumulación de desperdicios sólidos, los cuales son transportados por las descargas del Río Dagüao o por las corrientes marinas hacia el litoral costero. Si en el futuro aumenta el tráfico marino y el uso de estos cuerpos de agua por embarcaciones recreativas, existe una posibilidad de aumento en la disposición inadecuada y acumulación de desperdicios sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>
Depósito clandestino de desperdicios	En el camino de dos carriles que conecta al Barrio Dagüao con el Sector El Corcho en Naguabo, existe un problema de vertederos clandestinos con desperdicios sólidos y escombros mayores, tales como carros, neveras y enseres.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Ps-1</li> </ul>
Prácticas incompatibles de pesca	Existen usuarios que practican la captura de jueyes y cangrejos, actividades que están prohibidas dentro de áreas a ser designadas como reserva natural, según el Reglamento de Pesca del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Hh-1</li> <li>• Ps-1</li> </ul>
Futuro aumento en la cantidad de visitantes	Los terrenos aledaños a esta Zona de Manejo serán re-desarrollados por diversas entidades públicas y privadas, lo que aumentará la cantidad de personas interesadas en acceder las Áreas de Conservación sin todavía conocer la capacidad de carga de toda esta zona. Estos visitantes utilizarán los principales caminos que transcurren por la ABNRR y que en algunas partes representan el límite de algunas secciones de esta Zona de Manejo, específicamente <i>Langley Drive</i> , <i>Bennington Road</i> y el camino que lleva hasta la Torre de Observación de Manatíes, entre otras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-7</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-3</li> </ul>



2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas y pesqueras	Según el Plan de Reuso y el borrador del Plan de Usos de Terrenos de la ABNRR se espera que toda esta zona experimente un aumento significativo en el tránsito de embarcaciones turísticas, recreativas y pesqueras en el futuro. El futuro aumento en la cantidad, la velocidad y el uso intensivo de embarcaciones en la desembocadura del Río Dagüao y en Bahía Algodones podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos de esta Zona de Manejo y los ecosistemas marinos adyacentes relacionados, tales como las praderas de yerbas marinas que sirven de fuente de alimentación para especies en peligro de extinción como el manatí antillano y diversas tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> <li>• Praderas de Yerbas Marinas</li> </ul>
Contaminación de suelo	<p>Algunas de las parcelas adyacentes a las Áreas de Conservación (Parcelas # 25 y 59) tienen secciones que han sido identificadas como Unidades de Manejo de Desperdicios Sólidos (<i>Solid Waste Management Units</i> (SWMU, por sus siglas en inglés)) o Áreas de Preocupación (<i>Areas of Concern</i> (AOC, por sus siglas en inglés)) sobre posible contaminación según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (RCRA, según sus siglas en inglés)). Estos incluyen (ver Figura 3.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SWMU 27 – Áreas para secar el lodo (<i>sludge</i>) de la planta de tratamiento de aguas sanitarias de Capehart (<i>Capehart WWTP Sludge Drying Bed</i>)</li> <li>• SWMU 28 – Áreas para secar el lodo (<i>sludge</i>) de la planta de tratamiento de aguas sanitarias del Fuerte Bundy (<i>Bundy WWTP Sludge Drying Bed</i>)</li> <li>• SWMU 42 – Embalses de la planta de filtración de agua (<i>Water Purification Plant Lagoons</i>)</li> <li>• SWMU 61 – Facilidades de mantenimiento del Fuerte Bundy (<i>Former Bundy Area Maintenance Facilities</i>)</li> <li>• SWMU 62 – Área de disposición del Fuerte Bundy (<i>Former Bundy Disposal Area</i>)</li> <li>• SWMU 68 – Área de entrenamiento de fuegos (<i>Former Southern Fire Training Area</i>)</li> <li>• AOC F – Sitios Monitoreados de Atenuación Natural 124, 731, 734, 2824E, 1738, 520, 735 y 1995 (<i>Monitored Natural Attenuation Sites</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-1, Bs-3, Bs-7</li> <li>• Hh-1, Hh-2</li> <li>• Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> <li>• ZAC-1, ZAC-4</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como estos SWMU y AOC. Por consiguiente, estos lugares tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA.</p> <p>Según el informe RCRA más reciente (DON, 2009), hasta el momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los SWMU 27 y 28, la Marina ha completado varias etapas de acción correctiva dentro del proceso RCRA. Específicamente, completó las etapas de evaluación e investigación de las zonas (<i>RCRA Facilities Investigation – RFI</i>) y necesita realizar la evaluación y selección del método de remediación (<i>Corrective Measures Study - CMS</i>).</li> <li>• Para el SWMU 42, la Marina completó las etapas de evaluación e investigación de la zona (<i>RCRA Facilities Investigation – RFI</i>) y completó la identificación de acciones correctivas con controles al momento de remover sedimentos de los embalses al cerrar la planta de tratamiento.</li> <li>• Para el SWMU 61, la Marina completó la evaluación e investigación de la zona (RFI) y el estudio de medidas correctivas (CMS).</li> <li>• Para el SWMU 62, la Marina todavía se encuentra en la etapa de evaluación e investigación de la zona (RFI).</li> <li>• Para el SWMU 68, la Marina completó la evaluación e investigación de la zona (RFI) y el estudio de medidas correctivas (CMS).</li> <li>• Para el AOC F, la Marina ha establecido varios puntos de monitoreo para identificar posibles escapes de contaminantes que necesiten más investigación como parte de la primera etapa de acción correctiva RCRA (<i>RCRA Facilities Assessment – RFA</i>).</li> </ul> <p>Como parte de un largo proceso de evaluación y remediación de daños en estos terrenos, la Marina o los futuros dueños de terrenos tendrán que completar todas las etapas de acción correctiva RCRA para el SWMU 27, 28, 42, 61, 62 y 68 y el AOC F (DON, 2009).</p>	

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Límites no definidos de las Áreas de Conservación	Para el manejo adecuado del ANPMMD y la ejecución de iniciativas colaborativas con los futuros dueños de terrenos de las propiedades aledañas al área natural protegida, es necesario definir claramente cuáles son los límites de cada propiedad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>
Futuro uso del suelo incierto en terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación	Actualmente se desconoce cuáles serán los usos futuros del suelo en los terrenos adyacentes a las Áreas de Conservación. Por consiguiente, se requiere de un manejo adaptativo y proactivo de todas las zonas de amortiguamiento y conectividad identificadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>
Propuesto re-uso y expansión del antiguo campo de golf	<p>Tanto el Plan de Reuso como el borrador del Plan Especial de Usos de Terrenos de la ABNRR proponen mantener el uso del antiguo campo de golf de nueve hoyos y expandirlo a un campo de 18 hoyos (Parcela #21), Este campo de golf fue establecido en el año 1966 en terrenos pantanosos y anegados que anteriormente se usaron para el cultivo de caña (DON, 1987). Como consecuencia de su localización y la composición del suelo, esta área está sujeta a inundaciones recurrentes, las cuales mantenían fuera de servicio al campo de golf por varios meses al año. Luego del cierre de la ABNRR en el año 2004, se le ha dado muy poco mantenimiento y ningún tipo de uso al campo de golf. Actualmente, esta área se mantiene cubierta de agua durante la mayor parte del año y la vegetación característica de humedales herbáceos emergentes ha retornado a su área de distribución original. Por ejemplo, especies como la yerba de Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) fue sustituida por la yerba de eneas (<i>Typha dominguensis</i>).</p> <p>La propuesta de restablecer y operar este campo de golf podría tener impactos de contaminación al Río Dagüao y sus ecosistemas relacionados, esto por el posible uso de plaguicidas y herbicidas en el mantenimiento de los terrenos del campo de golf.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-3</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Propuesta construcción de proyectos residenciales-turísticos	En los terrenos adyacentes al Área de Conservación 1, se propone la construcción de un proyecto residencial-turístico conocido como <i>Cotton Bay Resort</i> . Este tipo de proyecto podría causar problemas de deforestación, movimientos de terreno, fragmentación de bosques, impermeabilización del suelo, cambios en los patrones naturales de escorrentía a quebradas y otras corrientes de agua que descargan en el Bosque Estatal de Ceiba (Segmento Naguabo), y contaminación del agua por erosión y sedimentación. Los residentes del Barrio Dagüao expresaron una gran preocupación sobre los posibles impactos de este proyecto, en particular la propuesta de expandir el camino de dos carriles que conecta al Barrio Dagüao con el Sector El Corcho a una carretera de 4 carriles, lo que representa una amenaza de expropiación a residentes y comerciantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Bs-1</li> </ul>
Contaminación lumínica	Los futuros desarrollos propuestos para esta zona, especialmente los que se establezcan en los terrenos elevados, podrían generar contaminación lumínica si no es manejada adecuadamente. La contaminación lumínica tiene el potencial de impactar los ciclos de vida y patrones de comportamiento de algunas especies en el ANPMMD, en especial en el anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>
Operación y futura expansión del aeropuerto	El aeropuerto de Ceiba ha iniciado un proceso de transformación y crecimiento de mejoras capitales de una unidad militar a una unidad civil. El aumento en el tráfico aéreo tiene varias implicaciones de manejo en diversas áreas, tal como manejo de aves, manejo de ruido, manejo de derrames de combustible y manejo de las aguas de escorrentía, entre otros. Esta Zona de Manejo colinda al norte con los humedales al suroeste de la pista de aterrizaje del aeropuerto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> <li>• ZAC-4</li> </ul>
Manejo y Mantenimiento de las Servidumbres de Paso	La escritura de transferencia de titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (febrero 2008) establece que el Área de Conservación 5 está sujeta a una servidumbre de paso para las cuales el Servicio Nacional de Parques ( <i>National Park Service</i> ) del Departamento del Interior retiene su titularidad ( <i>Road Conservation Zone 5</i> ). En la escritura, el <i>National Park Service</i> también se reserva a perpetuidad todas las posibles servidumbres de paso que proveen acceso a diversas partes de la antigua base naval a través de las Áreas de Conservación con el propósito de poder construir, reparar,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-3</li> <li>• ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>reemplazar, mantener y operar estas carreteras de dos carriles. A su vez, el <i>National Park Service</i> se compromete en coordinar con el DRNA cualquier actividad de construcción, instalación, mantenimiento, reemplazo o remoción que se proponga realizar en estas servidumbres de paso. Además, establece que estas servidumbres de paso no se podrán utilizar en formas que interfieran irrazonablemente con los propósitos para los cuales se le transfirió la titularidad de las Áreas de Conservación al DRNA (específicamente, para fines recreativos y como parque público a perpetuidad).</p> <p>Es necesario establecer un protocolo de uso de estas servidumbres de paso con el <i>National Park Service</i> y la Marina o con sus futuros dueños. Otro componente importante en el manejo y mantenimiento de estos caminos y carreteras es el control de las fuentes dispersas de contaminación que puedan llegar a los ecosistemas y cuerpos de agua de esta Zona de Manejo por medio de las tuberías de drenaje relacionadas a las servidumbres de paso.</p>	
Prácticas no sostenibles de ganadería	En el pasado, los terrenos del Área de Conservación 1 fueron utilizados para el pastoreo de ganado. A su vez, los terrenos al suroeste de esta parcela, fuera de los límites oficiales de la ABNRR, todavía son utilizados para el pastoreo de ganado. La práctica de la ganadería ha tenido impactos sobre la compactación y la erosión de los suelos y la sedimentación y la contaminación de los cuerpos de agua adyacentes a esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hh-1</li> <li>• Ps-1</li> <li>• ZAC-4</li> </ul>
Presencia de especies exóticas	Ciertas especies exóticas e invasoras pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde, la mangosta y las plantas invasivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>
Impactos a Recursos Arqueológicos	Los yacimientos arqueológicos en esta Zona de Manejo están expuestos a la amenaza de perturbaciones naturales o antropogénicas (incluyendo el saqueo), las cuales podrían afectar adversamente la integridad o la investigación potencial de estos sitios arqueológicos [Sitio Arqueológico: RR 1, RR 3, RR 4, RR 17 y R 20; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo]. Sin un monitoreo y la posible intervención o mitigación, la erosión y el abandono podrían afectar la integridad de las características de estos depósitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-7</li> </ul>

### 3.0 Visión Futura de la Zona de Manejo (10 años)

La Zona de Manejo Río Dagüao es un mosaico de ecosistemas continuos que permiten el flujo de las especies y los procesos ecológicos a través del ANPMMD. Se mantiene un monitoreo, a través de la investigación científica, de los procesos de transición, reforestación y análisis de la presencia e impacto de las especies introducidas en los ecosistemas. Las fuentes de presión han sido controladas o eliminadas en la zona de manejo. Un sistema de veredas interpretativas para transeúntes y el uso de bicicletas, se encuentran en operación.

### 4.0 Plan de Acción

Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Cumplir con los objetivos y las acciones estratégicas de los Programas Especiales del ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-4, Bs-5, Bs-6, Bs-7</li> <li>• Hh-1, Hh-2, Hh-3</li> <li>• Sa-1, Sa-2</li> <li>• Ca-1, Ca-2</li> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Permanente	Cuerdas/año
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión sobre esta zona de manejo.</b>			
1. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y rocosas y otras áreas del litoral costero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en los cuerpos de agua de la zona de manejo, incluyendo la el Río Dagüao y la Quebrada Seca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Diseñar e implantar estrategias de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-3</li> <li>• Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
4. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Rotulación establecida
5. Implantar el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
6. Asegurar la implantación del Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
7. Diseñar e implantar estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre las playas de anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2</li> </ul>	Mediano Plazo	Fuentes de luz artificial nocturna modificadas
8. Coordinar con el DRNA, el establecimiento y la demarcación de los límites de velocidad y las zonas de no oleaje ( <i>no wake zones</i> ), y la delimitación zonas donde se debe controlar y limitar el acceso marítimo, tanto en la Bahía Algodones como en la desembocadura del Río Dagüao, para evitar impactos a especies en peligro de extinción y sus ecosistemas relacionados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca-1</li> <li>• Pa-1, Pa-2</li> <li>• Pr-1</li> <li>• Praderas de Yerbas Marinas</li> </ul>	Mediano Plazo	Canales de navegación demarcados Zonas de no oleaje con límites de velocidad establecidas Zonas de control de acceso a embarcaciones demarcadas
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD.</b>			

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
1. Proteger los yacimientos arqueológicos en la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada). [Sitio Arqueológico: RR 1, RR 3, RR 4, RR 17 y R 20; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-7</li> </ul>	Permanente	Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados
<b>PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>			
<b>Aclarar necesidades de información para el manejo de la zona.</b>			
1. Delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras, especialmente el área de cobertura del bosque de palo de pollo ( <i>Pterocarpus officinalis</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1</li> </ul>	Corto Plazo	Mensura completada
2. Realizar estudios hidrológico-hidráulicos (Estudios H-H) para determinar los posibles impactos de reabrir las tuberías de drenaje en las diversas servidumbres de paso que transcurren por las Áreas de Conservación, en especial el <i>California Crossing</i> , <i>Langley Drive</i> y <i>Boxer Drive</i> . A su vez, estudiar el movimiento de la escorrentía que discurre desde la pista del aeropuerto hacia el sistema de humedales herbáceos al norte de la Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2</li> <li>• Bs-1, Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-1, Hh-2, Hh-3</li> <li>• Ca-1</li> </ul>	Mediano Plazo	Estudio H-H completado
3. Dar seguimiento a todas las investigaciones e inventarios de la población del manatí antillano en esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Permanente	Investigaciones e Inventarios Continuos sobre la Población del Manatí



<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD.</b>			
1. Diseñar y distribuir material educativo sobre los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD y las especies en peligro de extinción que habitan en los mismos, que esté particularmente orientado a la audiencia de usuarios de embarcaciones recreativas, tales como los usuarios de la rampa de acceso al mar en el sector El Corcho en la comunidad de Dagüao en el Municipio de Naguabo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Mediano Plazo	Material educativo desarrollado y distribuido
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Asegurar el acceso público acorde con la visión de manejo del ANPMMD.</b>			
1. Establecer mecanismo y protocolo de uso, en conjunto con el <i>National Park Service</i> y la Marina de lo EUA, para ordenar el acceso vehicular a través de las servidumbres de paso dentro de esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-3</li> </ul>	Corto Plazo	Establecimiento de protocolo de uso de servidumbres de paso
2. Ordenar el acceso peatonal y de ciclistas y establecer los puntos de estacionamiento vehicular para acceder ciertas áreas de la Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Bs-2, Bs-3, Bs-5, Bs-7</li> <li>• Hh-3</li> </ul>	Corto Plazo	Puntos de acceso peatonal y de estacionamiento establecidos
3. Desarrollar un Estudio del Límite de Capacidad de Carga del ANPMMD e incorporar sus resultados en el diseño e implantación de un Plan de Actividades, Accesos y Caminos que incluya como mínimo, la operación de un servicio de <i>Trolley/Tram</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Estudio completado e implementación del Plan

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
4. Diseñar y demarcar un sistema de veredas terrestres y acuáticas ( <i>snorkeling</i> ) y de rutas de navegación en el ANPMMD a través del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa del ANPMMD, en cumplimiento con la Ley para establecer la Política Pública sobre Veredas de Visitantes, Ciclistas de Montaña, Veredas Acuáticas y Ecuestres en Puerto Rico (Ley Núm. 314 del 2 de septiembre de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Corto Plazo	Plan completado
<b>Operar las facilidades y edificaciones de manejo en la Zona de Manejo.</b>			
1. Restaurar y dar mantenimiento continuo al paseo tablado y la torre de observación de manatíes que da visibilidad a Bahía Algodones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> </ul>	Permanente	Restauración completada Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Considerar el diseño y la construcción de muelles de pesca recreativa, donde sus usuarios cumplan con una serie de normas básicas de pesca para evitar impactos al entorno natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-2</li> <li>• Pr-1</li> </ul>	Largo Plazo	Muelle de pesca recreativa construido

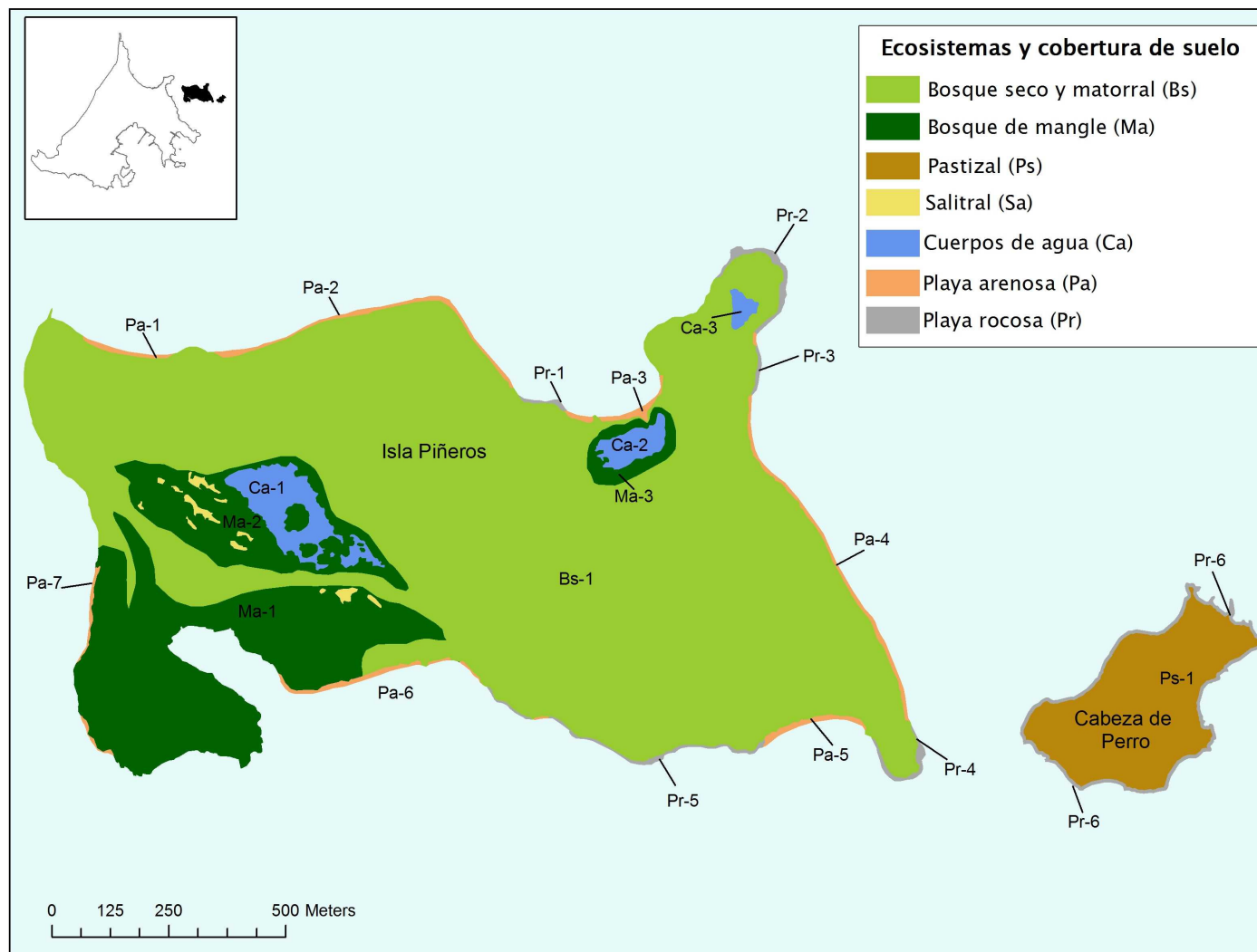
<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Permitir la continuidad de los procesos naturales de sucesión y restauración de ecosistemas que está ocurriendo donde se ubicaba el antiguo campo de golf de 9 hoyos (Parcela # 21), donde la vegetación característica de humedales herbáceos emergentes ha retornado a su área de distribución original.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-3</li> </ul>		
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión que originan fuera de esta zona de manejo.</b>			
1. Promover la limpieza de desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y rocosas y otras áreas del litoral costero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sector El Corcho</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Promover la limpieza de desperdicios sólidos y escombros en los cuerpos de agua que discurren hasta la zona de manejo, incluyendo el Río Dagüao y la Quebrada Seca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-3, ZAC-4</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
3. Colaborar en el diseño y la implantación de estrategias de mantenimiento y control de erosión de las servidumbres de paso y las servidumbres de infraestructura. Colaborar en el recogido de escombros mayores en el camino de dos carriles que conecta al Barrio Dagüao con el Sector El Corcho, adyacente al Área de Conservación 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6</li> </ul>	Permanente	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
4. Dar seguimiento y evaluar todas las acciones correctivas RCRA que la Marina y los futuros dueños de terrenos implanten en los SWMU 27, 28, 42, 61, 62 y 68 y el AOC F (Ver Figura 3.1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-4</li> </ul>	Permanente	Participar en reuniones del Restoration Advisory Board (RAB) Culminación de Etapas de Acción Correctiva RCRA

5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad			
Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<p>5. Crear un Grupo de Trabajo entre la Autoridad de Puertos, el DRNA y el Fideicomiso para evaluar los posibles impactos ambientales y las alternativas de manejo de los terrenos del Aeropuerto Internacional de Ceiba adyacentes al ANPMMD, incluyendo el realizar un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H) para conocer y evaluar los patrones de escorrentía en todos estos terrenos y realizar un <i>Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Assessment</i> para evaluar los posibles impactos sobre aves y las medidas para controlar posibles colisiones con aves, entre otros. Asegurar que las modificaciones para acondicionar el aeropuerto para uso civil consideran los impactos de la infraestructura de manejo de escorrentías del aeropuerto sobre los ecosistemas de esta Zona de Manejo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-4</li> </ul>	Corto Plazo	Grupo de Trabajo establecido y estudios finalizados
<p>6. Recomendar que todo proyecto de construcción en las ZACs presente un Plan de Control de Erosión y Sedimentación (Plan CES detallado) que considere los impactos sobre las Áreas de Conservación. Se recomienda que todos los proyectos que afecten los drenajes o el movimiento de agua hacia y fuera los ecosistemas del ANPMMD presenten un Estudio Hidrológico-Hidráulico (Estudio H-H).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>	Permanente	Monitoreo de implantación de Planes CES y/o Estudios H-H por cada proyecto propuesto

<b>5.0 Recomendaciones para las Zonas de Amortiguamiento y Conectividad</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD y capacitar a los futuros usuarios, vecinos y concesionarios del ANPMMD sobre sus atributos para asegurar la conservación y restauración de sus sistemas naturales e históricos y la ejecución de mejores prácticas de manejo y uso.</b>			
<p>1. Diseñar y distribuir material educativo dirigido a los futuros dueños de terrenos de las parcelas adyacentes al ANPMMD para orientarles sobre opciones de manejo del suelo como la designación de servidumbres de conservación (<i>conservation easements</i>), diseños orientados a la conservación (<i>conservation-oriented developments</i>) y otros programas de incentivos para la conservación de recursos naturales y mejores prácticas de construcción para evitar impactos sobre los recursos naturales y ambientales del área natural protegida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZAC-1, ZAC-2, ZAC-3, ZAC-4, ZAC-5, ZAC-6, ZAC-7, ZAC-8</li> </ul>	<p>Permanente</p>	<p>Diseño y distribución de materiales educativos</p> <p>Cantidad de orientaciones a futuros dueños de terrenos ofrecidas</p> <p>Opciones de manejo consideradas en terrenos privados</p>

#### 4.5.4 Zona de Manejo: Isla Piñeros

**FIGURA 4.11**  
**UNIDADES DE MANEJO DE LA ZONA DE MANEJO: ISLA PIÑEROS**



## Plan de Manejo del Área Natural Protegida Medio Mundo y Dagüao

### Parámetros y Directrices de la Zona de Manejo: Isla Piñeros

1.0 Datos Generales	
Nombre de la Zona de Manejo:	Isla Piñeros
Número de las Áreas de Conservación (Plan de Reuso):	67 y 68
Categoría DRNA:	Preservación y Conservación
Equivalente IUCN:	Valores especiales y/o únicos ( <i>Special and/or unique values</i> )
Equivalente MAB:	Zona núcleo ( <i>Core</i> )
Centroide de localización (Lat. / Long.):	18°15'03.48"N / 65°35'19.57"W
Superficie total en cuerdas (según Acuerdo NPS y DRNA, 2007):	365.038 cuerdas

2.0 Estado Actual de la Zona de Manejo
<p>Aproximadamente un 68.7% de la superficie de la Zona de Manejo Isla Piñeros está cubierta por bosque seco y matorral, seguido por bosque de mangle (17.9%). La Isla Cabeza de Perro, que forma parte de esta zona de manejo, está compuesta aproximadamente de 25.9 cuerdas de pastizales, los cuales representan un 7.1% de la superficie total de la zona de manejo. Isla Piñeros contiene una gran extensión de playas arenosas de importancia para el anidaje de varias especies de tortugas marinas, al igual que tres lagunas de agua salobre, dos permanentes y una intermitente. Esta zona, a su vez, contiene varios sitios arqueológicos y antiguas estructuras militares de gran valor histórico que deben protegerse e investigarse.</p> <p>Desde la década de 1950, ambas islas fueron utilizadas para entrenamientos militares y el uso de armamentos de menor calibre. La titularidad de estos terrenos pertenece a la Marina de los EUA, aunque la misma será transferida al DRNA una vez la Marina culmine el proceso de limpieza de contaminación del suelo y el agua de esta zona de manejo. Ambas islas fueron identificadas como Áreas de Preocupación sobre contaminación que deberán completar todas las etapas de acción correctiva según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (RCRA, según sus siglas en inglés)). Una de las fuentes de presión actuales en esta zona de manejo es el acceso indiscriminado de personas y embarcaciones a áreas controladas, peligrosas o contaminadas.</p>

2.1 Distribución de Zona de Manejo por Ecosistemas			
Ecosistema	Códigos	Área Total Aprox. (cuerdas) * Ver nota aclaratoria en Tabla 4.3 del Capítulo 4	Cubierta Aprox. (%)
Bosque de Mangle (Ma)	Ma-1, Ma-2, Ma-3	65.5	17.9%
Bosque Seco y Matorral (Bs)	Bs-1	251.4	68.7%
Humedal Herbáceo Emergente (Hh)	---	0.0	0.0%
Salitral (Sa)	Sa-1, Sa-2	1.2	0.3%
Pastizal (Ps)	Ps-1	25.9	7.1%
Cuerpo de Agua (Ca)	Ca-1, Ca-2, Ca-3	9.7	2.7%
Playa Arenosa (Pa)	Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7	6.1	1.7%
Playa Rocosa (Pr)	Pr-1, Pr-2, Pr-3, Pr-4, Pr-5, Pr-6	6.2	1.7%

2.2 Elementos de Manejo	
<b>Especies en Riesgo</b>	<p><b>Invertebrados:</b> Juey común (<i>Cardisoma guanhumi</i>)</p> <p><b>Reptiles:</b> Carey de concha (<i>Eretmochelys imbricata</i>), Tinglar (<i>Dermochelys coriacea</i>), Peje blanco o tortuga verde (<i>Chelonia Mydas</i>), Cabezón (<i>Caretta caretta</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p> <p><b>Mamíferos:</b> Manatí (<i>Trichechus manatus manatus</i>)</p>
<b>Especies Endémicas</b>	<p><b>Anfibios:</b> Coquí churrí (<i>Eleutherodactylus antillensis</i>), Coquí común (<i>Eleutherodactylus coqui</i>)</p> <p><b>Aves:</b> Mariquita de Puerto Rico (<i>Agelaius xanthomus</i>)</p>



2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
Investigación de Usos Históricos y Pasadas Prácticas Militares	Desde finales de la década de 1950, la Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro fueron utilizadas para entrenamientos militares y el uso de armamentos de combate de menor calibre, tales como: explosivos, artefactos de pirotecnia ( <i>flares</i> ), granadas y minas, entre otras municiones. En su mayoría, estas prácticas y operaciones eran realizadas por las Fuerzas Especiales de la Marina ( <i>Special Forces</i> ) y por el área de disposición de armamentos explosivos ( <i>Explosive Ordnance Disposal Technology Division</i> (EOD)). En la Isla Piñeros también se establecieron alrededor de 15 de polvorines ( <i>bunkers</i> ) de almacenaje de municiones, un área de detonación de explosivos, un área de aterrizaje de helicópteros, una zona de prácticas de tiro y un área de campamento ( <i>Bivouac Site</i> ). Las aguas costeras, tanto al norte como al sureste de de Isla Piñeros, también se utilizaron para la detonación sub-marina de explosivos. Según la Marina, estas islas nunca se utilizaron como área de impacto ( <i>Impact Area</i> ), tal como se utilizaron terrenos de las islas de Vieques y Culebra (DON, 2004). Existe una necesidad de realizar un estudio histórico exhaustivo sobre los usos y las prácticas militares efectuadas por la Marina de los EUA en ambas islas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Contaminación de suelo y agua	<p>En una inspección rápida que realizó la Marina de los EUA en el año 2004, no encontraron evidencia de explosivos sin detonar en ambas islas, salvo una granada (DON, 2004). No obstante, tanto Isla Piñeros como Isla Cabeza de Perro se identificaron como Áreas de Preocupación (<i>Areas of Concern</i> (AOC, por sus siglas en inglés)) sobre posible contaminación según las especificaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (RCRA, según sus siglas en inglés)).</p> <p>Como parte del proceso de cierre y re-desarrollo de la antigua base naval que inició en el año 2004, la Marina y la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA, por sus siglas en inglés) firmaron una Orden Administrativa por Consentimiento 7003 en enero de 2007 para regular las etapas de acción correctiva en las áreas contaminadas de la antigua base, tal como la Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro clasificadas como la AOC E (<i>Offshore Islands of Piñeros and Cabeza de Perro</i>). Por consiguiente, ambas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>

2.3 Diagnóstico		
Elemento de Acción	Descripción	Códigos
	<p>islas tienen que pasar por todas las etapas de acción correctiva de RCRA. Hasta el momento, la Marina completó la primera etapa de acción correctiva dentro del proceso RCRA para esta Área de Preocupación (AOC E), que es la identificación de que existen contaminantes presentes y se requiere más investigación sobre los mismos (DON, 2009). Próximamente, la Marina tendrá que completar la segunda etapa de acción correctiva RCRA, donde se determina la naturaleza y la extensión de la contaminación. Estas son las primeras etapas de un largo proceso de evaluación y remediación de daños en estos terrenos.</p>	
Manejo de especies críticas	<p>En esta Zona de Manejo, habitan una serie de especies críticas (endémicas, amenazadas o en peligro de extinción – ver listado en encasillado sobre Elementos de Manejo) que requieren de un manejo especial, incluyendo la implantación de las medidas de conservación detalladas para cada una de las parcelas de la antigua base naval según estableció el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre con la Marina de los EUA en la <i>Evaluación Biológica para el Cierre de la Base Naval Roosevelt Roads</i> (DON, 2006a).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>
Acceso de personas y embarcaciones a áreas controladas y/o contaminadas	<p>Aunque la Marina de los EUA ha ubicado letreros indicando el peligro de utilizar el litoral costero de Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro debido a la posible presencia de armamentos sin detonar, en los fines de semana y días feriados visitantes en embarcaciones recreativas (lanchas, motoras acuáticas, kayaks, etc.) se acercan y anclan en las playas y el litoral costero de estas islas, particularmente al noroeste de Isla Piñeros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> <li>• Bs-1</li> </ul>
Conservación	<p>Áreas donde se permitirá el uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, y donde se permitirá la continuidad de los procesos de sucesión natural con el fin principal de fomentar la propagación de las especies de flora y fauna.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Sa-1, Sa-2</li> <li>• Ps-1</li> <li>• Ca-1, Ca-2, Ca-3</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> <li>• Pr-1, Pr-2, Pr-3, Pr-4, Pr-5, Pr-6</li> </ul>

<b>2.3 Diagnóstico</b>		
<b>Elemento de Acción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Códigos</b>
Restauración	Áreas degradadas por usos de suelo pasados y que requieren de manejo activo, incluyendo actividades tales como reforestación, restauración hidrológica, e investigación y monitoreo científico, entre otras medidas de manejo, para que luego se conviertan en áreas de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A determinarse luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación</li> </ul>
Tránsito y anclaje de embarcaciones recreativas y pesqueras	Los playas de Isla Piñeros y el pasaje entre Isla Piñeros y Cabeza de Perro son muy atractivos para el tránsito de embarcaciones recreativas y pesqueras (kayaks, motoras acuáticas y diversas lanchas de motor). El futuro aumento en la cantidad y el uso incompatible e indiscriminado de embarcaciones en este litoral costero podría tener impactos negativos sobre los recursos naturales sensitivos de esta zona (playas de anidaje de tortugas marinas, etc.), al igual que exceder la capacidad de carga de la misma. También se ha documentado el anclaje de embarcaciones en el litoral costero de la Zona de Manejo, en particular en las playas al noroeste de Isla Piñeros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> <li>• Praderas de Yervas Marinas</li> <li>• Arrecifes de Coral</li> </ul>
Presencia de especies exóticas	Ciertas especies exóticas e invasoras pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde y otras plantas invasivas.	Zona de Manejo
Impactos a Recursos Arqueológicos	Los yacimientos arqueológicos en esta Zona de Manejo están expuestos a la amenaza de perturbaciones naturales o antropogénicas (incluyendo el saqueo), las cuales podrían afectar adversamente la integridad o la investigación potencial de estos sitios arqueológicos [Sitio Arqueológico; RR16; Ver Sección 2.3.2 del Plan de Manejo]. Sin un monitoreo y la posible intervención o mitigación, la erosión y el abandono podrían afectar la integridad de las características de estos depósitos.	Bs-1

### 3.0 Visión Futura de la Zona de Manejo (10 años)

La Zona de Manejo Isla Piñeros es un mosaico de ecosistemas continuos que permiten el flujo de las especies y los procesos ecológicos a través del ANPMMD. La limpieza de contaminación de los ecosistemas terrestres y marinos ha sido culminada o se encuentra en etapa de culminación. Se mantiene un monitoreo, a través de la investigación científica, de los procesos de transición, reforestación y restauración. Las fuentes de presión han sido controladas o eliminadas en la zona de manejo. Un sistema de veredas interpretativas, tanto terrestres como marinas, se encuentran en operación para los visitantes.

### 4.0 Plan de Acción

Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<b>PROGRAMA DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>			
<b>Permitir la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión.</b>			
1. Cumplir con los objetivos y las acciones estratégicas de los Programas Especiales del ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Sa-1, Sa-2</li> <li>• Ps-1</li> <li>• Ca-1, Ca-2, Ca-3</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> <li>• Pr-1, Pr-2, Pr-3, Pr-4, Pr-5, Pr-6</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Cuerdas/año
<b>Controlar o eliminar fuentes de presión sobre esta zona de manejo.</b>			
1. Limpiar y eliminar desperdicios sólidos y escombros en las playas arenosas y rocosas y otras áreas del litoral costero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Implantación de Programa de Infraestructura y Mantenimiento
2. Proveer rotulación adecuada que detalle las actividades permitidas y prohibidas en el ANPMMD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Rotulación establecida

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Implantar el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza y el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción del DRNA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
4. Asegurar la implantación del Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Núm. 6768 del 12 de marzo de 2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Presencia/Ausencia y Reglamentos implantados
5. Diseñar e implantar estrategias de control, manejo y monitoreo de luz artificial nocturna para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre las playas de anidaje de tortugas marinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> </ul>	Mediano Plazo	Fuentes de luz artificial nocturna modificadas
6. Establecer y demarcar los límites de velocidad y las zonas de no oleaje ( <i>no wake zones</i> ), y delimitar zonas donde se debe controlar y limitar el acceso marítimo, tanto por razones de seguridad (áreas de municiones sin detonar o de contaminación) como por razones de valor ecológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> <li>• Praderas de yerbas marinas</li> <li>• Arrecifes de coral</li> </ul>	Mediano Plazo	Canales de navegación demarcados Zonas de no oleaje con límites de velocidad establecidas Zonas de control de acceso a embarcaciones demarcadas
7. Dar seguimiento y evaluar todas las acciones correctivas RCRA que la Marina implante en el AOC-E (Ver Figura 3.1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Permanente	Participar en reuniones del <i>Restoration Advisory Board</i> (RAB) Culminación de Etapas de Acción Correctiva RCRA
<b>Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos del ANPMMD.</b>			
1. Proteger los yacimientos arqueológicos en la Zona de Manejo con miras a su conservación y su aprovechamiento potencial como parte de los atractivos turísticos y recreativos del área natural protegida, en estricto cumplimiento con la Ley de Patrimonio Arqueológico (Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, según enmendada).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bs-1</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Yacimientos arqueológicos protegidos y estudiados

4.0 Plan de Acción			
Objetivos / Acciones de Manejo	Códigos	Prioridad de Implementación	Indicador de Monitoreo
<b>PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>			
<b>Aclarar necesidades de información para el manejo de la zona.</b>			
<p>1. Dada la naturaleza de las prácticas y operaciones militares que se llevaron a cabo en Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro (áreas de demolición de explosivos, campos de prácticas de tiro y almacenamiento de municiones, entre otras) deben realizarse investigaciones ambientales exhaustivas para identificar los impactos potenciales a la salud humana y al ambiente, especialmente la contaminación por plomo y otros metales pesados en los suelos, sub-suelos, sedimentos, cuerpos de agua, acuíferos y las aguas costeras antes de fomentar el acceso público y recreativo a estos terrenos y su costa. Este estudio también debe incluir documentación histórica/cronológica del tipo de actividad militar, municiones utilizadas y tiempo de duración de los entrenamientos militares que se llevaron a cabo en estas islas desde la década de 1950.</p> <p>También se recomienda obtener datos LiDAR de Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro para poder contar con información topográfica precisa, incluyendo posibles áreas de tiro impactadas (cráteres) u otras áreas de demolición que no hayan sido identificadas anteriormente y que luego podrían ser investigadas a fondo mediante trabajos de campo. En una imagen con datos LiDAR se puede remover digitalmente la vegetación densa de estas islas para poder estudiar posibles impactos a sus suelos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Largo Plazo	Estudio de Análisis de Riesgos Completado
<p>2. Estudiar las estructuras de almacenamiento (“bunkers”) y túneles subterráneos en Isla Piñeros y analizar futuros usos posibles de los mismos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Largo Plazo	Estudio completado

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
3. Delimitar con mayor precisión las cabidas de cada uno de los ecosistemas del ANPMMD mediante mensuras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma-1, Ma-2, Ma-3</li> <li>• Bs-1</li> <li>• Sa-1, Sa-2</li> <li>• Ps-1</li> <li>• Ca-1, Ca-2, Ca-3</li> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> <li>• Pr-1, Pr-2, Pr-3, Pr-4, Pr-5, Pr-6</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Mensura completada
4. Dar seguimiento a todas las investigaciones e inventarios de las poblaciones de tortugas marinas y sus playas de anidaje en esta zona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pa-1, Pa-2, Pa-3, Pa-4, Pa-5, Pa-6, Pa-7</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Programa de Monitoreo de Tortugas Marinas en el ANPMMD
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CIUDADANO CIENTÍFICO</b>			
<b>Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre el ANPMMD.</b>			
1. Diseñar y distribuir material educativo sobre los ecosistemas marinos adyacentes al ANPMMD y las especies en peligro de extinción que habitan en los mismos, que esté particularmente orientado a la audiencia de usuarios de embarcaciones recreativas, tales como los usuarios de la rampa de acceso al mar de la Asociación de Pescadores de Playa Los Machos en el Municipio de Ceiba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANPMMD</li> </ul>	Mediano Plazo	Material educativo desarrollado y distribuido
<b>PROGRAMA DE ECOTURISMO, RECREACIÓN Y MANEJO DE VISITANTES</b>			
<b>Limitar el acceso público hasta tanto la Zona de Manejo esté libre de contaminantes.</b>			
1. Establecer los mecanismos y el protocolo de uso, en conjunto con el <i>National Park Service</i> y la Marina de lo EUA, para limitar el acceso público a esta Zona de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Corto Plazo	Establecimiento de protocolo de acceso

<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
<b>Asegurar el acceso público acorde con la visión de manejo del ANPMMD (una vez se transfieran los terrenos al DNRA).</b>			
1. Desarrollar un Estudio del Límite de Capacidad de Carga de la Zona de Manejo e incorporar sus resultados en el diseño e implantación de un Plan de Actividades, Accesos y Caminos en esta zona.	• Zona de Manejo	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Estudio completado e implementación del Plan
2. Diseñar y demarcar un sistema de veredas terrestres y acuáticas ( <i>snorkeling</i> ) y de rutas de navegación en el ANPMMD a través del desarrollo y la implantación de un Plan para el Diseño y la Construcción del Sistema de Veredas y Rotulación Interpretativa de la Zona de Manejo Isla Piñeros, en cumplimiento con la Ley para establecer la Política Pública sobre Veredas de Visitantes, Ciclistas de Montaña, Veredas Acuáticas y Ecuestres en Puerto Rico (Ley Núm. 314 del 2 de septiembre de 2000).	• Zona de Manejo	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Plan completado
3. Coordinar visitas guiadas a Isla Piñeros e Isla Cabeza de Perro.	• Zona de Manejo	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Plan de Educación Implantado
<b>Operar las facilidades y edificaciones de manejo.</b>			
1. Diseñar y construir un centro de manejo de visitantes que ofrezca primeros auxilios, entre otros servicios, de ser necesario para Isla Piñeros (según lo establezca el Estudio del Límite de Capacidad de Carga de la Zona de Manejo y su Plan de Actividades, Accesos y Caminos).	• Bs-1	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Centro de manejo de visitantes operando



<b>4.0 Plan de Acción</b>			
<b>Objetivos / Acciones de Manejo</b>	<b>Códigos</b>	<b>Prioridad de Implementación</b>	<b>Indicador de Monitoreo</b>
2. Diseñar y construir miradores o plataformas de observación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Miradores o plataformas de observación construidas
3. Construir un muelle en algún punto de Isla Piñeros que sirva de base para la transportación marítima futura de visitantes entre la Zona de Manejo: Medio Mundo y Los Machos y la Zona de Manejo: Isla Piñeros, de esto ser viable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	Evaluación Ambiental de Alternativas de Ubicación de Muelle Muelle construido y operando
<b>PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD</b>			
<b>Velar por los recursos naturales, ambientales e históricos de esta Zona de Manejo.</b>			
1. Asignar personal de vigilancia y seguridad exclusivamente para Isla Piñeros durante fines de semana y días feriados para velar por los usos y actividades que realicen los futuros visitantes de Isla Piñeros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Manejo</li> </ul>	Luego de la transferencia de uso de los terrenos para propósitos de conservación	



# CAPÍTULO 5

## REFERENCIAS

- Abbad y Lasierra, F. I. (1979). *Historia Geográfica, Civil y Natural de la Isla de San Juan Bautista de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Acevedo, M., y Aide, M. (2008). Bird community dynamics and habitat association in karst, mangrove and pterocarpus forest fragments in an urban zone in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Sciences* 44 (3): 402-416.
- Álvarez, M. (1990). *Ecology of Pterocarpus officinalis forested wetlands of Puerto Rico*, en Lugo, A.E., Brinson, Marlo, y Brown, Sandra, editores, *Forested Wetlands, Ecosystems of the World*, vol. 15; New York, Elsevier, p. 251-265.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos. (2008). *Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura – Documento de Política Pública Mayo 2008*. San Juan, PR.
- Barboza F, Barreto M B, Figueroa V, Francisco AM, Gonzalez A, Lucena L, Mata KY, Narváez E, Ochoa E, Parra L, Romero D, Sanchez J, Soto MN, Vera AJ, Villarreal AL, Yabroudi SC, Medina E (2006). Desarrollo estructural y relaciones nutricionales de un manglar ribereño bajo clima semi-árido. *Ecotropicos* 19: 13-29.
- Bass, A. L., Good, D. A., Bjorndal, K. A., Richardson, J. I., Hillis, Z.-M., Horrocks, J. A., y Bowen, B. W. (1996). Testing models of female reproductive migratory behaviour and population structure in the Caribbean hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, with mtDNA sequences. *Mol. Ecol.* 5, 321-328.
- Beierle, T. y D. Konisky. 2000. Values, conflict and trust in participatory environmental planning. *Journal of Policy Analysis and Management*, 19 (4): 587-602.
- BirdLife International (2008). *Important Bird Areas in the Caribbean: Key Sites for Conservation*. Editado por David C, Wege y Veronica Anadon-Irizarry.
- BirdLife International (2009). *Important Bird Area factsheet: Ceiba and Naguabo, Puerto Rico (to USA)*. Downloaded from the Data Zone at <http://www.birdlife.org> on 19/6/2009
- Boccheciamp, R. A. (1977). *Soil survey of Humacao Area of Eastern Puerto Rico*. San Juan, PP: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service.

- Brough, T. and C.J. Bridgeman. (1974). An evaluation of long grass as a deterrent on British airfields. Report for the Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, Pest Infestation Control Laboratory, Tangley Place, Worplesdon, Guildford, Surrey. 23 pp.
- Burke, L., Maidens, J. (2005). *Arrecifes en Peligro en el Caribe*. World Resources Institute. Hyacinth Billing Publisher. Washington, D.C., USA.
- Cardona, Julio E., and M. Rivera. (1988). *Critical Coastal Wildlife Areas of Puerto Rico Commonwealth of Puerto Rico*. Department of Natural Resources. Puerto Rico Coastal Zone Management Program. Scientific Research Area. San Juan, P.R. 170 pp.
- Cardona, P. (2009). "Plan Especial (Grupo en Tándem/CSA Group)". *Roosevelt Roads: Cubriendo Las Bases*. Entorno. Revista del Colegio de Arquitectos y Arquitectos Paisajistas de Puerto Rico. Año 4, Vol. 2, 2009.
- Causey, B., J. Delaney, E. Diaz, D. Dodge, J. Garcia, J. Higgins, B. Keller, R. Kelty, W. Jaap, C. Matos, G. Schmalhl, C. ogers, M. Miller, and D. Turgeon. (2002). Status of coral reefs in the U.S. Caribbean and Gulf of Mexico: Florida, Texas, Puerto Rico, US Virgin Islands, Navassa. Pages 251-276 in C. Wilkinsosn (ed.). Status of coral reefs of the world: 2002. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- CB Richard Ellis (2004). *Naval Station Roosevelt Roads Reuse Plan. Preparado para: Autoridad para el Redesarrollo de los Terrenos y Facilidades de la Estación Naval Roosevelt Roads del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico*. Diciembre 2004.
- Chiappone, M. (2001). *Conservación de Arrecifes de Coral en Áreas Marinas Protegidas. Estudio del Parque Nacional del Este, República Dominicana*. Nature Conservancy, Caribbean Division, USA.
- Cintrón, B. B. (1983). Coastal freshwater swamp forests—Puerto Rico's most endangered ecosystem? In: Los bosques de Puerto Rico. (A. E. Lugo, ed.),pp. 249-282. US Department of Agriculture Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras,PR.
- Cintrón, G. (1982). Mangrove Forests: Ecology and Response to Natural and Man Induced Stressors. Puerto Rico Department of Natural Resources, San Juan.
- Colón, J. (1977). Parte II: Climatología. En: De Galiñales, M. T. B. (Ed.), *Geovisión de Puerto Rico*. (pp. 47-101). San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Commonwealth of Puerto Rico, Puerto Rico Conservation Trust and United States Department of Interior. (2002). Management plan for the western Vieques conservation areas. 99 p.

- Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico [CPN] y Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable [CEDES]. (2005). *Infraestructura Verde y Nuestros Parques*.
- Cruz Baez, A., Guilbe, C., y A. Lopez. (2002). *Vive la Geografía de Nuestro Puerto Rico*. Hato Rey, PR: Editorial Cordillera, Inc.
- CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2003). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Actualizada San Miguel Four Seasons Resort (JCA-01-0030(CT))*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group Inc. (2008). *Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la Adopción del Plan Especial del Portal del Futuro*. Preparado para la Autoridad del Portal del Futuro. Noviembre 2008.
- CSA Group Inc. y Grupo En Tándem, Inc. (2008). *Plan Especial para el Portal del Futuro y Reglamento de Ordenación de la Forma Urbana*. Preparado para la Autoridad del Portal del Futuro. Octubre 2008.
- Daly C., E. H. Helmer and M. Quiñones. (2003). *Mapping the Climate of Puerto Rico, Vieques and Culebra*. Int. J. Climatol. 23: 1359-1381 (2003). Royal Meteorological Society
- Dawes, C. (1986). *Botánica Marina*. Mexico DF: Editorial Limusa.
- De Torres Vargas, D. (1995). Descripción de la Isla y Ciudad de Puerto Rico, y de su Vecindad y Poblaciones, Presidio, Gobernadores y Obispos; Frutos y Minerales. Enviada por el Licenciado Don Diego de Torres Vargas, Canónigo de la Santa Iglesia de esta Isla en el Aviso que llegó a España en 23 de abril de 1647. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 171-217). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Departamento de Recursos Naturales [DRN]. (1978). *Los Sistemas de Mangles de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- DRN. (1979). *Critical Wildlife Areas of Puerto Rico*. San Juan, PR.
- DRN. (1988). *Ecología del Manglar*. Compendio Enciclopédico de los Recursos Naturales de Puerto Rico. Volumen II.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales [DRNA]. (2004). *Job 3. Comprehensive Census of the Marine Fishery of Puerto Rico, 2002*.

- DRNA. (2004b). *Inventario de los Recursos de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004c). Revisión y Actualización Preliminar del Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico. Noviembre de 2004.
- DRNA. (2007). *Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico – Borrador Final para Vistas Públicas*. San Juan, PR.
- DRNA. (2008). Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico: Documento para Revisión por el DRNA. Preparado por: Estudios Técnicos Inc. Abril, 2008.
- DRNA y JP. (2008). *Plan Integral de Uso de Terrenos y Manejo de la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste*.
- Department of the Navy [DON]. (1985). *The distribution of manatees and sea turtles in Puerto Rico, with an emphasis on Roosevelt Roads Naval Station*. Preparado para: Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk Virginia. Preparado por: Rathbun, G. B., Carr, T., Carr, N. y Woods, C. A. Florida State Museum, University of Florida, Gainesville.
- DON. (1985). *Cultural Resource Management Plan for Naval Station Roosevelt Roads, The Atlantic Fleet Facility, and the Vieques Naval Reservation*. Department of the Navy, Atlantic Division, Norfolk, Virginia.
- DON. (1987). *Land Management Plan Naval Station Roosevelt Roads Ceiba, Puerto Rico*. Preparado para: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. Preparado por: Ecology and Environment Inc., Buffalo, New York.
- DON. (1992). *Final Workplan, Phase I Remedial Investigation Installation, Restoration program activities, Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico*. Preparado para: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. Preparado por: Baker Environmental Inc., Coraopolis, Pensilvania.
- DON. (1994). *Bird Aircraft Strike Hazard Assessment: U.S. Naval Station Roosevelt Roads. Final Report*. Prepared by: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. August 12, 1994.
- DON. (1996a). *Survey of potential habitat for yellow-shouldered blackbird on U.S. Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico. Final Report*. Preparado para: Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk Virginia. Preparado por: Legacy Resource Management Program.

- DON (1996b). *Los Machos Mangrove Restoration Plan U.S. Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico*. Prepared for Department of Navy-U.S. Naval Station Roosevelt Roads and Atlantic Division – Naval Facilities Engineering Command. Prepared by: Geo-Marine, Inc. (Contract No. N6470-91-D-9280). September 1996.
- DON (1997). *Archaeological Survey of Portions of NAVSTA Roosevelt Roads, Puerto Rico (Year 2)*. Preparado para: Naval Facilities Engineering Command, Atlantic Division, Norfolk, VA. Preparado por: Goodwin, R. C., and Associates, Inc. March 1997.
- DON. (1998). *Integrated Natural Resources Management Plan, U.S. Naval Station Roosevelt Roads*. Preparado para: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. Preparado por: Geo-Marine Inc., Texas.
- DON. (1999a). *Historic Archaeological Resources Protection Plan, Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico*. Department of the Navy Atlantic Division, Norfolk, Virginia.
- DON. (1999b). *Archival and Architectural Investigations at Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico*. Prepared for Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. Prepared by: by R. Christopher Goodwin & Associates, Inc., Frederick, Maryland.
- DON. (2001). *Yellow shouldered blackbird survey and monitoring report for 2000, U. S. Naval Station Roosevelt Roads Ceiba, Puerto Rico. Final Report*. Preparado para: Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk Virginia. Preparado por: Geo-Marine, Inc., Fajardo, Puerto Rico.
- DON. (2002a). *Natural Resource Injury Assessment for a JP-5 Fuel Spill at Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico. Final Report*. Prepared for: Naval Facilities Engineering Command-Atlantic Division. Prepared by: Geo-Marine, Inc. (Contract No. N62470-95-D-1160). February 2002.
- DON. (2002b). *Marine Resource Assessment for the Puerto Rico/St Croix Operating Area*. Commander in Chief. U.S. Atlantic Fleet. Contract Number: N62470-95-D-1160. November 2002.
- DON (2003). *Final Environmental Assessment for the Proposed Permanent Facilities and Training Operations for Special Operations Command South at Naval Station Roosevelt Roads Puerto Rico*. Prepared by: Commander, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command for U.S. Naval Station Roosevelt Roads in compliance with Section 102(2)(C) of the National Environmental Policy Act of 1969. March 2003.

- DON. (2004). *UXO Site Analysis Roosevelt Roads, Puerto Rico Piñeros and Cabeza de Perro Islands*. Prepared by: Naval Explosive Ordnance Disposal Technology Division. December 2004.
- DON. (2005a). *Final Phase I/II Environmental Condition of the Property Report Former U.S. Naval Station Roosevelt Roads Ceiba, Puerto Rico*. Preparado para: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia.
- DON. (2005b). *Environmental Assessment for the Disposal of Naval Activity Puerto Rico (formerly Naval Station Roosevelt Roads)*. Preparado Por: Department of Navy, Commander, Navy Installations. Diciembre 2005.
- DON. (2005c). *Essential Fish Habitat Assessment Naval Activity Puerto Rico*. Preparado para: Department of the Navy, Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Norfolk, Virginia. Preparado por: Geo-Marine, Inc., Plano, Texas. GMI Project No. 17097.00.50. August 2005.
- DON. (2005d). *Rapid Ecological Assessment (REA) of the Nearshore Area at Naval Activity Puerto Rico*. Preparado para: Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command Atlantic, Virginia. Preparado por: Geo-marine, Inc., Texas. (Contract No. N62470-02-D-9997). February 2005.
- DON. (2005e). *Damage Assessment and Restoration Plan Environmental Assessment for the 19 October 1999 JP-5 Fuel Spill at U.S. Naval Station Roosevelt Roads, Ceiba, Puerto Rico*. Prepared by Department of the Navy, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Fish and Wildlife Service and Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. Final Report. (Contract No. N62470-95-D-1160). June 2005.
- DON. (2005f). *2005 Archaeological Survey and Site Evaluations, Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico. Miscellaneous Report of Investigations Number 323*. Prepared for: Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command Atlantic. Prepared by. Geo-Marine, Inc., Newport News, VA.
- DON. (2005g). *Biological Assessment for the Disposal of Naval Station Roosevelt Roads Naval Activity Puerto Rico, Final Report*. Preparado para el Comando Naval de Instalaciones de Ingeniería, División del Atlántico, Norfolk, Virginia. Preparado por: Geo-marine, Inc., Texas. Septiembre 2005.
- DON. (2006). *2006 Archaeological Survey of 80 Acres and Limited Evaluations for Sites RR-GMI-2, RRGMI-3, and RR-GMI-4, Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico. Miscellaneous Report of Investigations Number 347*. Prepared for: Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command Atlantic. Prepared by: Geo-Marine, Inc., Newport News, VA.



- DON. (2007). *Draft Finding of Suitability to Transfer Conservation Area Parcels 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 28, 36, 39, 65 and 66: Naval Activity Puerto Rico. Ceiba, Puerto Rico.* Prepared by. Department of Navy Base Realignment and Closure. North Charleston, SC. July 2007.
- DON. (2009). *RCRA § 7003 Administrative Order on Consent Quarterly Progress Report February 1, 2009 – April 30, 2009.* Prepared for: NAVAL ACTIVITY PUERTO RICO. Department of Navy, NAVFAC Southeast. Prepared by: Michael Baker Jr., Inc. Contract No. N62470-07-D-0502. May 26, 2009.
- DON y SHPO. (2007). Memorandum of Agreement between the United States Navy and the Puerto Rico State Historic Preservation Officer Concerning the Disposal of Department of Defense Properties at Naval Station Roosevelt Roads, Puerto Rico: December, 15, 2006. Signed on February 23, 2007.
- Domínguez Cristóbal, C. M. (2000). *Panorama Histórico Forestal de Puerto Rico.* San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Eckert, K.L. (1995). Anthropogenic threats to sea turtles. Pages 611-612 in K.A. Bjorndal, ed. *Biology and conservation of sea turtles.* Rev. ed. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Environmental Quality Board. [EQB]. (2006). *2006 303(d)/305(b) Integrated Report: Water Quality Assessment and List of Impaired Waters.* San Juan, PR.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico [ELAPR]. (2008b). *Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Crear y Demarcar la “Región Turística Este Central – Puerto Rico”; así como la Junta Ejecutiva para su Desarrollo, la Marca, el Plan Estratégico y las Guías Correspondientes.* Boletín Administrativo Núm. OE-2008-20.
- Estudios Científicos y Técnicos, Inc. (2004). *Declaración de Impacto Ambiental Final Proyecto Residencial Turístico y Hotel Dos Mares (DIA 98-0015 (JP) Consulta Número 98-24-0681-JPU).* San Juan, PR: Junta de Planificación.
- Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers. (2006). *Memorial del Plan Territorial de Fajardo.* San Juan, PR: Municipio de Fajardo.
- Ewel, J. J. y Whithmore, J. L. (1973). The ecological life zones of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. USDA-Forest Service Resp. Pap. ITF-18, Río Piedras, Puerto Rico: Institute of Tropical Forestry.
- Fernández de Oviedo, G. (1995). Fragmentos de la Historia General y Natural de las Indias por Gonzalo Fernández de Oviedo 1535 - Libro XVI y Algunos Capítulos de otros libros referentes a Puerto Rico. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de*

*Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 33-106). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.

Fernández, J., y Jiménez, M. P. (2006). Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 54 (Suppl. 3): 121-130.

Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico [FCPR]. (2007). *Puerto Rico Brilla Naturalmente: Reduce el Impacto de la Contaminación Lumínica*. Folleto educativo impreso con fondos de la *National Fish and Wildlife Foundation*.

Figuroa-Colón, J.C. (1996). Geoclimatic regions of Puerto Rico (map). U.S. Dept. Interior Geol. Surv. Water Res. Div. San Juan, Puerto Rico.

Francis, John K. ed. (2004). *Wildland shrubs of the United States and its Territories: thamnisc descriptions: volume 1*. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-26. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, and Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 830p.

Gannon, M., Kurta, A., Rodríguez-Durán and Willig, M. (2005). *Bats of Puerto Rico*. Kingston, Jamaica: University of the West Indies Press,. 239 p.

García, J.R., C. Lilyestrom, Appeldoorn, A. Bruckner, and E. Williams. (2004). Status of coral reefs in the U.S. Caribbean and Gulf of Mexico: Puerto Rico. Pages 431-450 in C. Wilkinsosn (ed.). *Status of coral reefs of the world: 2004*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.

García Ríos, C. I. (1990). *Praderas de Thalassia de Puerto Rico*. Centro Educación Marina. Programa Sea Grant, UPR-Humacao, Puerto Rico, 53 pp.

García Ríos, C. I. (2005). Las playas de arena. En Joglar, R. L. (Ed.). *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas-Serie de Historia Natural* (1<sup>era</sup> ed., pp. 361-393). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.

García Sais, J., Richard Appeldoorn, R., Bruckner, A., Caldow, C., Christensen, J. D., Lilyestrom, C., Monaco, M. E., Sabater, E., Williams, E., Díaz, E. (2005). The State of Coral Reef Ecosystems of the Commonwealth of Puerto Rico. In: Waddell, J. E. (Ed.), *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States*. (pp. 91-134). NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 11. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration.

Geoghegan, T y V. Barzetti. 1994. "Protected Areas and Community Management". *Community & The Environment: Lessons from the Caribbean*. Number One. PANOS Institute and Caribbean Natural Resources Institute.

- Getter, C. Scott, G., and Michel, J. (1981). The Effects of Oil Spills on Mangrove Forests: A Comparison of Five Oil Spill Sites in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. Proceedings: 1981 Oil Spill Conference.
- Gesch, D., Evans, G., Mauck, J., Hutchinson, J., Carswell Jr., W.J. (2009). *The National Map*—Elevation: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2009-3053, 4 p.
- Gingell F., and J. Harding (2005). "*Iguana iguana*". Biology of Amphibians and Reptiles (On-line), Animal Diversity Web. Accessed May, 16, 2008 at [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Iguana\\_iguana.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Iguana_iguana.html)
- Goenaga, C.; Cintrón, G. (1979). Inventory of the Puerto Rican Coral Reefs. Report submitted to the Coastal Zone Management of the Department of Natural Resources, San Juan, P.R. 190 pp.
- Gould, W.A., Alarcón, C., Fevold, B., Jiménez, M.E., Martinuzzi, S., Potts, G.T., Quiñones, M., Solórzano, M., Ventosa, E. (2008). The Puerto Rico Gap Analysis Project. Volume 1: Land cover, vertebrate species distributions, and land stewardship. IITF-GTR-39. Río Piedras, PR.
- Granas, F. (2007). *Nomenclatura de los Organismos Acuáticos y Marinos de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Vol. 8 Vertebrados Acuáticos y Marinos de Puerto Rico e Islas Vírgenes*, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junio 2007.
- Granizo, Tarsicio et al. (2006). *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA*. Quito: The Nature Conservancy y United States Agency for International Development
- Griffith, G., Valdés-Pizzini, M., & García-Quijano, C. (2007). *Entangled Communities: Socioeconomic Profiles of Fishers, their Communities and their Responses to Marine Protective Measures in Puerto Rico (Volumes I, II, and III)*. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service Technical Memorandum edited by Juan J. Agar and Brent Stoffle. NMFS-SEFSC-556.
- Harlin, M. M., Thorne-Miller, B. (1981). Nutrient enrichment of seagrass beds in a Rhode Island coastal lagoon. *Marine biology*. 65, 221-229.
- Heimlich, J. E. (2002). *Environmental Education; a resource handbook*. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Hernández Delgado, E. A. (2005). Arrecifes de Coral. En Joglar, R. L. (Ed.). *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas-Serie de Historia Natural* (1<sup>era</sup> ed., pp. 283-357). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.

- Herrera, B. y L. Corrales (2004). *Metodología para la selección de criterios e indicadores y análisis de verificadores para la evaluación del manejo forestal a escala de paisaje*. Serie de Documentos Técnicos No. 14. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, Pachauri, R. K and Reisinger, A. (eds.)] IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IUCN (1994). *Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas*. CPNAP con la ayuda de WCMc. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. x + 26 pp.
- Jones, A., Gladstone, W. y Hacking, N. (2004). Sandy-Beach Ecosystems and Climate Change: Potential Ecological Consequences and Management Implications. In: *The Second Decade - Coastal Planning and Management in Australia towards 2014*. Proceedings of Coast to Coast 2004, Australia's 6th National Coastal Management Conference, 2004 April 19-23, Hobart. CD-ROM, Department of Primary Industries Water and Environment, Hobart, Tasmania. <[www.cdesign.com.au/coast2coast2004](http://www.cdesign.com.au/coast2coast2004)> ISBN 0 7246 6342 8.
- Junta de Calidad Ambiental. (2003). *Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2007). *Informe Ambiental 2006*. San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2008). *305(b) y 303(d) Informe Integrado*. Preparado por la División de Planes y Proyectos, Área de Evaluación y Planificación. Revisado el agosto 2008.
- Junta de Planificación. (1983). *Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17)*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1991). *Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional del Caribe (El Yunque)*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (2000). *Planes Regionales – Región Este*. San Juan, PR.
- K.L. Eckert, *General Guidelines and Criteria for Management of Threatened and Endangered Marine Turtles in the Wider Caribbean Region*, UNEP(OCA)/CAR WG.19/ INF.7 (1995), United Nations Environment Programme, Kingston (Prepared by WIDECASST for the Third Meeting of the Interim Scientific and Technical Advisory Committee to the SPAW Protocol. Kingston, 11-13 October 1995, 95 pp..)

- Krushensky, R. D. and J. H. Schellekens. (1998). Geology of Puerto Rico. In: Bawiec W. J. (Ed.), *Geology, Geochemistry, Geophysics, Mineral Occurrences and Mineral Resource Assessment for the Commonwealth of Puerto Rico*. U.S Geological Survey Open-File Report 98-38.
- Larsen, M. C. (2000). *Analysis of 20<sup>th</sup> Century Rainfall and Streamflow to Characterize Drought and Water Resources in Puerto Rico*. In: *Physical Geography*, 2000, 21, 6 pp. 494-521.
- Layfield, J. (1995). Relación del Viaje a Puerto Rico de la Expedición de Sir George Clifford, Tercer Conde de Cumberland, escrita por el Reverendo Doctor John Layfield, Capellán de la Expedición – Fragmentos Año 1598. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 135-156). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Lefebvre, L., Reid, J., Kenworthy, J. y Powell, J. (2000). Characterizing manatte habitat use and seagrass grazing in Florida and Puerto Rico: implication for conservation and management. *Pacific Conservation Biology* 5: 289-298.
- Lewis, R.R., III. (1986). *Status of the Mangrove Forests on Roosevelt Roads Naval Station, Puerto Rico*.
- Lioger, H., Martorell, L., (1982). *Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: a systematic synopsis*. San Juan, Puerto Rico: Editorial Universidad de Puerto Rico.
- López Marrero, T. del M. & N. Villanueva Colón. (2006). *Atlas Ambiental de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Lugo, A.E. (1988). The mangroves of Puerto Rico are in trouble. *Acta Científica* 2: 48-61.
- Lugo, A. E. (2005). Los Bosques. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 397-548). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Lugo, A. y Cintrón, G. (1975). The mangroves of Puerto Rico and their management. In: G. Walsh, S. Snedaker, and H. Teas (Eds.). *Proceed. Int. Symp. On Biol. And Management of Mangroves*, pp. 825-846. Inst Food Agr. Sci., Univ. of Florida, Gainesville. 846.
- Lugo, A.; Cintrón, G.; and Goenaga, C. (1981). *Mangrove Ecosystems Under Stress: Stress Effects on Natural Ecosystems*. John Wiley & Sons Ltd.
- Lugo, A.E., Medina, E., Trejo-Torres, J.C. & Helmer E. (2006). Botanical and ecological basis for the resilience of Antillean dry forest in *Neotropical savannas and seasonally dry forests: diversity, biogeography, and conservation*, Pennington, R.T., Lewis,

- G.P., and Ratter J.A., Editors. Systematics association special volumes; no. 69. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- Martinez, C. (2008). "Al Rescate de Nuestros Mamíferos Marinos". *Marejada*. Programa del Colegio Sea Grant. Vol. III, Núm. 1, Otoño 2008-Primavera 2009. p. 8 – 13.
- Martinuzzi S., Gould W.A., Lugo A.E., Medina E. (2009). Conversion and recovery of Puerto Rican mangroves: 200 Years of change. *Forest Ecology and Management* 257:75-84.
- McLachlan, A. and A. Brown. (2006). The ecology of sandy shores. Second edition. Academic Press.
- Medina E; Cuevas E; Lugo A. (2007). Nutrient and salt relations of *Pterocarpus officinalis* L. in coastal wetlands of the Caribbean: assessment through leaf and soil analyses, *Trees*, 21, pp. 321-327.
- Meffe, G.K., C.R. Carroll, and Contributors. 1994. Principles of Conservation Biology (Second Edition). Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, 600 pp.
- Melgarejo, J. (1995). Memoria y Descripción de la Isla de Puerto Rico Mandada a Hacer por S. M. El Rey Don Felipe II en el año 1582 y sometida por el Ilustre Señor Capitán Jhoan Melgarejo, Gobernador y Justicia Mayor en esta Ciudad e Isla. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 107-134). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Mercado Irizarry, A., Grindlay N., Lynett, P., Liu, P. L. F. (2002). *Investigation of the Potencial Tsunami Hazard on the North COSAT of Puerto Rico Due to Submarine Landslides along the Puerto Rico Trench*. San Juan, PR: Puerto Rico State Emergency Management Agency and Sea Grant College Program, University of Puerto Rico.
- M'Gonigle, J.W. (1979). Geologic map of the Naguabo and part of the Punta Puerca quadrangles, Puerto Rico: U.S. Geological Survey, Miscellaneous Investigations Series Map I-1099, scale 1:20000.
- Mignucci-Giannoni, A., Cardona-Maldonado, M., Ortíz-Rivera, M., Rodríguez-Maldonado, M., y Toyos-González, G. (2002). Censos poblaciones de mamíferos y tortugas marinas en aguas adyacentes a la Isla de Vieques, Puerto Rico. *Revista Cupey* (Universidad Metropolitana) XV-XVI: 225-236.
- Mitsch, W.J. and Gosselink J.G. (2000). *Wetlands* (3 ed., pp. 335-343). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

- Miyares González, F. (1995). Noticias Particulares de la Isla y Plaza de San Juan Bautista de Puerto Rico. Actual Estado, Noticia de los Pueblos Siguiendo de Norte a Sur, y Diferencia que se Advierte según el Antiguo Estado de Plaza e Isla y el Presente – Año 1775. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 171-217). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Municipio de Naguabo (2001). Borrador Plan de Ordenación Territorial de Naguabo (Fase Avance). Preparado por Marcano & Asociados. 24 de febrero de 2001.
- Murphy, P.G. and Lugo, A.E. (1995). Dry forest of Central America and the Caribbean, in *Seasonally dry tropical forests*, Bullock, S.H., Mooney, H.A., and Medina E., Editors. Cambridge University Press, Cambridge, London.
- National Park Service [NPS] and DNER. (2008). Quitclaim deed. 7 de febrero de 2008.
- National Parks Company. (2008). *State Comprehensive Outdoor Recreation Plan 2008-2013*. San Juan, PR: Commonwealth of Puerto Rico.
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], US Environmental Protection Agency, US Coast Guard, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales & US Department of the Interior. (2000). *Sensitivity of Coastal and Inland Resources to Spilled Oil Puerto Rico Atlas*. Seattle, WA.
- Naumann, M. (1994). *A water use budget for the CNF of Puerto Rico*. European Postgraduate Programme in Environmental Management. Thesis. University Trier. Germany.
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]. 2004. Caribbean Fishery and Management Council. 2004. Final Environmental Impact Statement for Generic Essential Fish Habitat Amendment. March 2004.
- NOAA (2009). *Coastal Pilot 5 Atlantic Coast: Gulf of Mexico, Puerto Rico and Virgin Islands*. US Department of Commerce and National Ocean Center. Washington, DC. 2009 (37<sup>th</sup>) Edition.
- O'reilly, A. (1995). Memoria de D. Alejandro O'Reylly sobre la Isla de Puerto Rico, Año 1765. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 237-269). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Patterson Zucca, C. (1978). "The effects of road construction on a mangrove ecosystems". Thesis for the Degree of Master of Science. University of Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.

- PBS&J Caribe Engineering CSP. (2007). *Roosevelt Roads International Airport Master Plan*. Prepared for: Puerto Rico Ports Authority. Prepared by: PBS&J Caribe Engineering CSP. September 2007.
- Pierre Ledru, A. (1957). *Viaje a la Isla de Puerto Rico en el Año 1797*. San Juan, PR: Ediciones del Instituto de Literatura Puertorriqueña de la Universidad de Puerto Rico.
- Piñero Cádiz, G. (2008). *Puerto Rico: El Gibraltar del Caribe: Intereses estratégicos estadounidense y la base aeronaval Roosevelt Roads*. Editorial Isla Negra.
- Powell, J. A., Belitsky, D. W. y Rathburn, B. (1981). Status of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. *J. Mamm.* 62(3): 642-646.
- Raffaele, Herbert A., and J. M. Duffield. 1979. Critical Wildlife Areas of Puerto Rico. Department of Natural Resources. Area of Planning and Resources Analysis. Division of Coastal Resources and Wildlife Planning. San Juan, P.R. 89 pp.
- Ramos, O. (2001). Assessing the vegetation and land cover changes in northeastern Puerto Rico: 1978-1995. *Caribbean Journal of Science* Vol. 37 (1-2): 95-106.
- Reid, J., Bonde, R., Easton, D., y Kochman, H. (1993). Can Puerto Rican manatees be tracked from space? The first satellite-based telemetry of *Trichechus manatus* outside the continental United States. Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Galveston, Texas. November 1993.
- Rich, C. and T. Longcore. (2006). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press. Washington, DC. 2006.
- Rivera, E., Aide, M., y Riós, N. (2007). The effects of salinity on the dynamics of a *Pterocarpus officinalis* forest stand in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 23: 559-568. Cambridge University Press.
- Rivera Colón, N. (1983). *Fajardo: Notas para su Historia*. San Juan, PR: Oficina Estatal de Preservación Histórica.
- Rivero, J. (1998). Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico. 510 p.
- Rodríguez-Durán, A. (2005). Murciélagos. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas- Serie de Historia Natural* (1era. Ed., pp. 253-256). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Rodríguez Fourquet, C. (2004). Abundance and demography of *Cardisoma guanhumí* in Puerto Rico. Thesis for Doctoral Degree. University of Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.



- Rouse, Irving. (1952). Porto Rican Prehistory. In *Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands*. Volume XVIII, Parts 3 and 4. New York Academy of Sciences, NY.
- Sanders, S., E. Saint Onge, and R.C. Goodwin (1998). Archeological Investigations at NAVSTA Roosevelt Roads (Year 3), Ceiba, Puerto Rico. R. Christopher Goodwin & Associates, Inc., Frederick, Maryland.
- Schlacher, T., Schoeman, D.S., Dugan, J., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F. y McLachlan, A. (2008). Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*: Vol. 29, No. s1, pp70-90.
- Schwartz, A. y Henderson, R. (1991). *Amphibians and reptiles of the West Indies – descriptions, distributions, and natural history*. University of Florida Press. 720p.
- Sepúlveda Rivera, A. (2004). *Puerto Rico Urbano – Atlas Histórico de la Ciudad Puertorriqueña*. (1era. ed.). San Juan, PR: Publicaciones Carimar.
- Southeastern Archaeological Research, Inc. (2008a) Executive Summary: Phase III Data Recovery Investigations at Archaeological Sites GMI-2, GMI-4, RR-14 and Ceiba 11 Naval Activity Puerto Rico. Prepared for: Naval Facilities Engineering Command Southeast. June 5, 2008
- Southeastern Archaeological Research, Inc. (2008b). Significance Evaluations of Eight Archaeological Sites at the Naval Facility Formerly Known as Roosevelt Roads, Ceiba, Puerto Rico. Report pending. To be submitted to: U.S. Naval Facilities Engineering Command, Southeast Division.
- Spalding, M.D., C. Ravilious, and E.P. Green (2001). World atlas of coral reefs. Berkeley: University of California Press.
- Stutz, H. C. (1989). Evolution of shrubs. In: McKell, C. M., ed., The biology and utilization of shrubs. The biology and utilization of shrubs. San Diego, CA: Academic Press, Inc.: 323-340.
- Sullivan-Sealy, K., and G. Bustamante. (1999). Etting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Consevancy Publication 77. <http://www.bsponline.org/bsp/publications/lac/marine/Titlepage.htm>.
- The Southeast Regional Climate Center. (2009). *Historical Climate Summaries for Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Accesado el 20 de julio de 2009 en [http://www.sercc.com/climateinfo/historical/historical\\_pr.html](http://www.sercc.com/climateinfo/historical/historical_pr.html)
- Thomas, L. and J. Middleton. (2003). *Guidelines for Management Planning of Protected Areas*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 79pp.

- Tomlinson, P.B. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge University Press, London.
- Torres Sierra, H. (1996). *Storm-Tide Elevations caused by Hurricane Hugo on the U.S. Virgin Islands and Puerto Rico, September 18, 1989*. (USGS Open File Report 92-87). San Juan, PR: U.S. Geological Survey.
- Tronolone, C.A. and M.A. Cinquino. (1985). National Register of Historic Places Inventory—Nomination Form. Ceiba 1, Ceiba 3, Ceiba 5, Ceiba 6, Ceiba 9, Ceiba 10, and Ceiba 11. On file at the State Historic Preservation Office, San Juan, Puerto Rico.
- United States Army Corps of Engineers. (2009). *Final Environmental Assessment of Construction and Operation of an Armed Forces Reserve Center Pursuant to Base Realignment and Closure at Ceiba, Puerto Rico*. Prepared for: United States Army Reserve. Prepared by United States Army Corps of Engineers (Mobile District). January 2009.
- United States Geological Survey [USGS] (2009). *National Elevation Data Set*. Data available and downloaded from U.S. Geological Survey, EROS Data Center, Sioux Falls, SD. at <http://ned.usgs.gov/>
- United States Fish and Wildlife Service [USFWS]. (1986). Recovery Plan for the Puerto Rico population of the West Indian (Antillean) manatee (*Trichechus manatus manatus L.*). Preparado para: Southeast Region, U.S. Fish and Wildlife Service, Atlanta, Georgia. Preparado por: Rathbun, G. B. y E., Possardt.
- USFWS. (1990). Manatee research in Roosevelt Roads Naval Station and Vieques Island- Research Proposal to the Department of the Navy. Preparado para: U.S. Fish and Wildlife Service, Caribbean Field Office, Boquerón, PR. Preparado por: Carlos Díaz.
- USFWS. (1986). Recovery plan for the Puerto Rico population of the West Indian manatee (*Trichechus manatus manatus L.*). Prepared by: G.B. Rathbun and E. Possardt for the U.S. Fish and Wildlife Service, Atlanta, GA. 28 pp.
- USFWS. (2007). West Indian Manatee. 5-year review: Summary and Evaluation. Jacksonville Ecological Services Office, Florida; Caribbean Field Office, Puerto Rico. 79 pp.
- USFWS. (2007). Unpublished Data.
- USFWS. (2009). Stock Assessment – West Indian Manatee (*Trichechus manatus*), Puerto Rico Stock (Antillean subspecies, *Trichechus manatus manatus*). Draft 05/20/2009. Caribbean Field Office, Boquerón, Puerto Rico.

- Vélez-Vélez, J. G. (2000). Evaluación de Recursos Culturales Fase IA y IB – Proyecto Residencial Turístico Dos Mares. En: *Declaración de Impacto Ambiental Final Proyecto Residencial Turístico Dos Mares*. San Juan, PR.
- Ventosa-Febles, E. A., Camacho-Rodríguez, M., Chabert-Llompart, J. L., Sustache-Sustache, J., & Dávila-Casanova, D. (2005). *Puerto Rico Critical Wildlife Areas*. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Ventosa-Febles, E. A., Camacho-Rodríguez, M., Ramos, D., Chabert-Llompart, J. L., Sustache-Sustache, J., & Dávila-Casanova, D. (2007). *Puerto Rico Waterfowl Focus Areas*. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y Atlantic Joint Venture.
- Veve, T. D., and Taggart, B.E., (editors). (1996). *Atlas of ground-water resources in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*: U.S. Geological Survey Water Resources Investigations Report 94-4198, 151 p.
- Vicente, V; López, F.; Vilella, F; and Silander, S. (1989). A Qualitative Post-Hurricane Habitat and Population Assessments at Ceiba and Vieques Island, Puerto Rico. U.S. Fish and Wildlife Service.
- Weaver, P.; Nieves, L.; and Crow, T. (1976). Roosevelt Roads: Survey of Mangrove Forest and the Rio Daguao Watershed. Ecosystems Management. Institute of Tropical Forestry. U.S.D.A. Forest Service, Rio Piedras, PR. September 1976.
- Witherington, B. & Martin, E. (2003). *Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas*. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. Traducción al Español de la Tercera Edición, Revisada. 75 p.
- Wondolleck, J. y Yaffee, S. 2000. *Making Collaboration Work: Lessons from Innovation in Natural Resource Management*. Island Press. California.
- Woods, Michael E. (1977). Survey of Caño de los Indios. Manuscript on file at United States Naval Station Roosevelt Roads, Ceiba, Puerto Rico.
- Yaffee, S. y Wondolleck J. Ecosystem Management Initiative. Obtenido el 9 de mayo de 2008 en <http://www.snre.umich.edu/ecomgt/collaboration/whatls.htm>



# **ANEJOS**



# **ANEJO 1**

Listado de Especies Clasificadas como  
Elementos Críticos por el DRNA

**ANEJO 1**  
**LISTADO DE ESPECIES CLASIFICADAS COMO ELEMENTOS CRÍTICOS POR EL DRNA**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Invertebrados</b>			
<i>Acropora cervicornis</i>	Cuerno de ciervo	Staghorn coral	Nativo
<i>Acropora palmata</i>	Cuerno de alce	Elk Horn coral	Nativo
<i>Cardisoma guanhumi</i>	Juey común	Great land crab	Nativo
<b>Reptiles</b>			
<i>Epicrates inornatus</i>	Boa de Puerto Rico	Puerto Rican boa	Endémico
<i>Epicrates monensis granti</i>	Boa de las Islas Vírgenes	Virgin Island tree boa	Endémico
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	Hawsbill sea turtle	Migratorio
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tinglar	Leatherback sea turtle	Migratorio
<i>Caretta caretta</i>	Cabezona	Loggerhead sea turtle	Migratorio
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde, Peje blanco	Green turtle	Migratorio
<b>Aves</b>			
<i>Agelaius xanthomus</i>	Mariquita	Yellow-shoulder black bird	Endémico
<i>Pelecanus occidentales</i>	Pelicano pardo	Brown pelican	Nativo
<i>Falco peregrinus</i>	Falcon peregrino	Pelegrine falcon	Migratorio
<i>Sterna antillarum</i>	Gaviota chica, Gaviota pequeña	Least tern	Nativo
<i>Dendrocyna arborea</i>	Chiriría	West Indian Whistling-dusk	Nativo
<i>Fulica caribaea</i>	Gallinazo nativo	Caeibbean coot	Nativo
<i>Sterna dougallii</i>	Palometa	Roseate tern	Nativo
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Playero blanco	Snowy plover	Nativo
<i>Charadrius melodus</i>	Playero melódico	Piping plover	Migratorio
<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma cabeciblanca	White-crowned pigeon	Nativo
<b>Mamíferos</b>			
<i>Trichechus manatus manatus</i>	Manatí antillano	Antillean manatee	Nativo
<b>Plantas</b>			
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Silk-cotton tree	Nativo



Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Plantas (cont.)</b>			
<i>Mucuna urens</i>	Mato	Ox-eye bean	Nativo
<i>Oplonia spinosa</i>	Espinosa	Prickly bush	Nativo
<i>Rondeletia pilosa</i>	Cachimbo peludo		Nativo
<i>Ruppia maritima</i>	Yerba de zanja	Ditch-grass	Nativo
<i>Sthalia monosperma</i>	Cóbana negra		Nativo



# **ANEJO 2**

Listado de Invertebrados Identificados en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 2**  
**LISTADO DE INVERTEBRADOS IDENTIFICADOS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Porifera</b>			
<b>Chondrillidae</b>			
<i>Chondrilla nucula</i>		Chicken liver sponge	Nativo
<b>Cnidarios</b>			
<b>Acroporidae</b>			
<i>Acropora cervicornis</i>	Cuerno de ciervo	Staghorn coral	Nativo
<i>Acropora palmata</i>	Cuerno de alce	Elk Horn coral	Nativo
<i>Acropora prolifera</i>	Coral corneo fundido	Fused Staghorn Coral	Nativo
<b>Agariciidae</b>			
<i>Agaricia spp.</i>	Coral lechuga	Lettuce Coral	Nativo
<b>Astrocoeniidae</b>			
<i>Stephanocoenia michelini</i>	Coral estrella sonrojada	Blusing Star Coral	Nativo
<b>Caryophylliidae</b>			
<i>Eusmilia fastigiata</i>	Coal floral	Smooth flower coral	Nativo
<b>Faviidae</b>			
<i>Diploria clivosa</i>	Coral cerebro verrugoso	Knobby Brain Coral	Nativo
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	Coral cerebro surcado	Grooved Brain Coral	Nativo
<i>Diploria strigosa</i>	Coral cerebro parejo	Symmetrical Brain Coral	Nativo
<i>Favia fragum</i>	Coral empelotado	Golfball Coral	Nativo
<i>Montastraea annularis</i>	Coral estrella macizo	Boulder Star Coral	Nativo
<i>Montastraea cavernosa</i>	Coral cavernoso macizo	Great Star Coral	Nativo
<i>Montastraea faveolata</i>	Coral montanoso	Mountainous Star Coral	Nativo
<i>Montastraea franksi</i>	Coral macizo de Franks	Frank's Builde Starcoral	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Gorgoniidae</b>			
<i>Gorgonia ventalina</i>	Abanico de mar	Common Sea Fan	Nativo
<b>Meandrinidae</b>			
<i>Meandrina meandrites</i>	Coral laberinto	Maze Coral	Nativo
<b>Milleporidae</b>			
<i>Millepora spp</i>	Coral de fuego	Fire Corals	Nativo
<b>Mussidae</b>			
<i>Scolymia cubensis</i>	Alcachifa de mar	Artichoke Coral	Nativo
<b>Poritidae</b>			
<i>Porites astreoides</i>	Coral mostaza	Mustard Hill Coral	Nativo
<i>Porites porites</i>	Coral de dedos	Finger coral	Nativo
<b>Siderastreidae</b>			
<i>Siderastrea radians</i>	Coral estrellita chico	Lesser Starlet Coral	Nativo
<i>Siderastrea siderea</i>	Coral estrellita macizo	Massive Starlet Coral	Nativo
<b>Molluscos</b>			
<b>Arcidae</b>			
<i>Arca imbricata</i>	Arca musgora	Mossy ark	Nativo
<i>Arca zebra</i>	Pata de mula	Turkey wing	Nativo
<b>Fasciariidae</b>			
<i>Fasciolaria tulipa</i>	Tulipan	True tulip	Nativo
<b>Isognomonidae</b>			
<i>Isognomon spp.</i>	Ostra	Flat Oysters	Nativo
<b>Littorinidae</b>			
<i>Nodilittorina tuberculata</i>		Princkly winkle	
<i>Tectarius muricatus</i>		Knowbe periwinkle	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Muricidae</b>			
<i>Chicoreus pomum</i>	Purpureo redondo	Apple murex	Nativo
<b>Neritidae</b>			
<i>Nerita peloronta</i>	Nerita sangrante	Bleeding toothnerite	Nativo
<i>Nerita tessellata</i>	Nerita cuadriculada	Checkered nerite	Nativo
<b>Ovulidae</b>			
<i>Cyphoma gibbosum</i>		Flamingo tongue	
<b>Strombidae</b>			
<i>Eustrombus gigas</i>	Carrucho rosado	Queen Conch	
<b>Tonnidae</b>			
<i>Tonna maculosa</i>	Cantaro plumoso	Atlantic Partridge Tun	
<b>Trochidae</b>			
<i>Cittarium pica</i>	Bulgao	West Indian top snail	Nativo
<b>Crustaceae</b>			
<b>Coenobitidae</b>			
<i>Coenobita clypeatus</i>	Cangrejo hermitaño	Hermit crab	Nativo
<b>Gecarcinidae</b>			
<i>Cardisoma guanhumi</i>	Juey común	Great land crab	Nativo
<b>Ocypodidae</b>			
<i>Ucides cordatus</i>	Sambuco, Juey pelú	Swamp ghost crab	Nativo
<i>Uca pugnax</i>	Juey violinista de pantano	Mud fiddler crab	Nativo
<i>Uca rapax</i>	Juey violinista de lodazal	Caribbean mud fiddlercrab	Nativo
<b>Palinuroidea</b>			
<i>Panulirus argus</i>	Langosta	Caribbean Spiny Lobster	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Portunidae</b>			
<i>Callinectes sp.</i>	Cocolía	Common blue crab	Nativo
<b>Echinodermata</b>			
<b>Diadematidae</b>			
<i>Diadema antillarum</i>	Erizo negro	Long-spined Sea Urchin	Nativo
<b>Echinometridae</b>			
<i>Echinometra lucunter</i>	Erizo rojo	Redrock Urchin	Nativo
<b>Toxopneustidae</b>			
<i>Lytechinus variegatus</i>	Erizo verde	Green sea urchin	Nativo





# **ANEJO 3**

Listado de Peces Identificados en el ANPMMD y  
sus Áreas Circundantes

**ANEJO 3**  
**LISTADO DE PECES IDENTIFICADOS EN EL ANPMMD Y SUS ÁREAS CIRCUNDANTES**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Acanthuridae</b>			
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirujano rayado	Doctor fish	Nativo
<i>Acanthurus coeruleus</i>	Barbero	Blue tang	Nativo
<b>Antennariidae</b>			
<i>Histrion histrio</i>	Pez sargazo	Sargassum fish	
<b>Apogonidae</b>			
<i>Apogon maculatus</i>	Cardenal manchado	Flamefish	
<i>Apogon townsendi</i>	Cardenal con cinto	Belted cardinalfish	
<i>Astrapogon stellatus</i>	Cardenal del cobo	Conchfish	
<b>Aulostomidae</b>			
<i>Aulostomus maculatus</i>	Trompeta del Atlántico	Trumpetfish	
<b>Balistidae</b>			
<i>Balistes vetula</i>	Peje puerco	Queen Triggerfish	Nativo
<i>Melichthys niger</i>	Negrilo	Black durgon	
<b>Belonidae</b>			
<i>Strongylura timucu</i>	Agujón, timicú	Longjaw	Nativo
<b>Blenniidae</b>			
<i>Ophioblennius atlanticus</i>	Blénido lucio	Redlip blenny	
<b>Bothidae</b>			
<i>Bothus lunatus</i>	Lenguado lunado	Peacock flounder	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Carcharhinidae</b>			
<i>Carcharhinus perezii</i>	Tiburón coralino	Caribbean reef shark	
<i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón limón	Lemon shark	
<b>Centropomidae</b>			
<i>Centropomus undecimalis</i>	Róbalo común, róbalo blanco	Snook	Nativo
<b>Chaetodontidae</b>			
<i>Chaetodon capistratus</i>	Mariposa ocelada o de cuatro ojos	Foureye butterflyfish	Nativo
<i>Chaetodon striatus</i>	Mariposa rayada	Banded butterflyfish	Nativo
<b>Clupeidae</b>			
<i>Harengula humeralis</i>	Sardina de ley	Redear sardine	
<i>Opisthonema oglinum</i>	Machuelo	Atlantic tread herring	
<b>Dasyatidae</b>			
<i>Dasyatis americana</i>	Raya americana, raya látigo blanco	Southern Stingray	
<b>Dactylopteridae</b>			
<i>Dactylopterus volitans</i>	Alón volador, pez murciélago	Flying gurnard	
<b>Diodontidae</b>			
<i>Diodon holocanthus</i>	Pez erizo, guanábano	Ballonfish	Nativo
<i>Diodon hystrix</i>	Pez erizo pecos, puerco espín	Porcupinefish	
<b>Ephippidae</b>			
<i>Chaetodipterus faber</i>	Chabela, paguala	Atlantic spadefish	
<b>Gerreidae</b>			
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	Mojarra pinta, mojarrita	Mottled mojarra	
<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca, trompetera	Yellowfin mojarra	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Ginglymostomatidae</b>			
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gata	Nurse shark	
<b>Gobiidae</b>			
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	Gobio con brida, gobio de rienda	Bridled Goby	Nativo
<i>Coryphopterus personatus</i>	Gobio enmascarado	Masked goby	
<i>Elacatinus evelynae</i>	Gobio tiburoncito, hocicudo	Sharknose goby	
<i>Elacatinus genie</i>	Gobio limpiador	Cleaning goby	
<i>Gnatholepis thompsoni</i>	Gobio puntidorado	Goldspot goby	
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	Gobio crestado	Crested goby	
<i>Nes longus</i>	Gobio de manchas naranja	Orangespotted goby	
<b>Grammatidae</b>			
<i>Gramma loreto</i>	Loreto	Fairy Basslet, Royal Gramma	Nativo
<b>Haemulidae</b>			
<i>Anisotremus surinamensis</i>	Pompón, pez burro	Black margate	
<i>Anisotremus virginicus</i>	Burro payaso, catalineta	Porkfish	Nativo
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Jeniguano bocón	Tomtate	
<i>Haemulon flavolineatum</i>	Ronco, arraya'o	French Grunt	Nativo
<i>Haemulon macrostomum</i>	Jeniguano español	Spanish Grunt	Nativo
<i>Haemulon plumierii</i>	Boquicolorado, ronco arará	White Grunt	Nativo
<i>Haemulon sciurus</i>	Ronco amarillo, carite	Blue stripe grunt	Nativo
<b>Hemiramphidae</b>			
<i>Hemiramphus balao</i>	Balao, escribano balao	Balao	
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	Agujeta brasileña	Ballyhoo	Nativo
<b>Holocentridae</b>			
<i>Holocentrus adscensionis</i>	Gallito, cándil de vidrio	Squirelfish	
<i>Holocentrus rufus</i>	Candil Rufo	Longspine squirrelfish	
<i>Myripristis jacobus</i>	Soldado rayanegra	Blackbar soldierfish	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Labridae</b>			
<i>Bodianus rufus</i>	Vieja española	Spanish hogfish	
<i>Halichoeres bivittatus</i>	Doncella rayada	Slippery dick	Nativo
<i>Halichoeres garnoti</i>	Doncella cabeciamarilla	Yellowhead wrasse	
<i>Halichoeres maculipinna</i>	Doncella payaso	Clown wrasse	
<i>Halichoeres poeyi</i>	Doncella orejinegra	Blackear wrasse	Nativo
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Pez perro, capitán	Hogfish	
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Cabeza azul, cara de cotorra	Bluehead	
<i>Xyrichtys martinicensis</i>	Doncella llorona	Rosy Razorfish	
<b>Labrisomidae</b>			
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	Sapito cabezón, trambollo peludo	Hairy blenny	
<b>Lutjanidae</b>			
<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo	Mutton snaper	Nativo
<i>Lutjanus apodus</i>	Cají, pargo canchix	School master snaper	Nativo
<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo prieto	Gray snapper	Nativo
<i>Lutjanus jocu</i>	Jocú, pargo caballera	Dog Snaper	Nativo
<i>Lutjanus mahogoni</i>	Ojanco, pargo ojón	Majogany Snaper	Nativo
<i>Lutjanus synagris</i>	Pargo biajaiba	Lane snapper	
<i>Lutjanus vivanus</i>	Pargo alto	Silk snapper	Nativo
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rabirubia, colirubia	Yellowtail Snaper	Nativo
<b>Malacanthidae</b>			
<i>Malacanthus plumieri</i>	Matejuelo blanco	Sand tilefish	
<b>Megalopidae</b>			
<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	Tarpon	
<b>Monacanthidae</b>			
<i>Aluterus scriptus</i>	Lija trompa	Scrawled filefish	
<i>Cantherhines macrocerus</i>	Lija de lunares blancos, chivo	White spotted filefish	
<i>Cantherhines pullus</i>	Lija colorada	Orange spotted filefish	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<i>Monacanthus tokeri</i>	Lija reticulada	Slender filefish	
<b>Mugilidae</b>			
<i>Mugil curema</i>	Jarea, lisa blanca	White Mullet	Nativo
<b>Mullidae</b>			
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	Chivo amarillo, salmonete amarillo	Yellow goatfish	
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Chivo manchado, salmonete colorado	spotted goatfish	
<b>Muraenidae</b>			
<i>Gymnothorax funebris</i>	Morena verde	Green Moray	
<i>Gymnothorax moringa</i>	Morena manchada	Spotted moray	
<b>Myliobatidae</b>			
<i>Aetobatus narinari</i>	Chucho pintado, obispo	Spotted Eagle Ray	
<b>Ostraciidae</b>			
<i>Acanthostracion quadricornis</i>	Torito cornudo	Scrawled cowfish	Nativo
<i>Lactophrys trigonus</i>	Chapín búfalo, chapín de lunares	Trunkfish	
<i>Lactophrys triqueter</i>	Chapín común	Smooth trunkfish	
<b>Ophichthidae</b>			
<i>Myrichthys breviceps</i>	Anguila de manchas blancas	Sharptail eel	
<i>Myrichthys ocellatus</i>	Anguila ocelada	Goldspotted eel	
<b>Pempheridae</b>			
<i>Pempheris schomburgkii</i>	Pemferis bandeado	Glassy sweeper	
<b>Pomacanthidae</b>			
<i>Holacanthus ciliaris</i>	Ángel reina	Queen angelfish	
<i>Holacanthus tricolor</i>	Chabelita tricolor	Rock Beauty	
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Gallineta café	Gray Angelfish	
<i>Pomacanthus paru</i>	Gallineta negra	French Angelfish	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Pomacentridae</b>			
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sargento, petaca rayada	Sergeant Mayor	Nativo
<i>Chromis cyanea</i>	Cromis azul	Blue Chromis	
<i>Chromis multilineata</i>	Cromis prieto	Brown Chromis	
<i>Microspathodon chrysurus</i>	Chopita de cola amarilla	Yellowtail damselfish	
<i>Stegastes diencaeus</i>	Chopita miel	Longfin damselfish	
<i>Stegastes fuscus</i>	Damisela	Dusky Damsel fish	Nativo
<i>Stegastes leucosticus</i>	Chopita coliamarilla, jagueta bonita	Beaugregory	Nativo
<i>Stegastes planifrons</i>	Chopita amarilla, jaqueta de tres puntos	Threespot damselfish	
<b>Polynemidae</b>			
<i>Polydactylus virginicus</i>	Barbudo	Barbu	
<b>Priacanthidae</b>			
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Catalufa espinosa	Glasseye snapper	
<i>Priacanthus arenatus</i>	Catalufa ojón	Bigeye	
<b>Scaridae</b>			
<i>Scarus guacamaia</i>	Loro guacamayo	Rainbow Parrotfish	Nativo
<i>Scarus vetula</i>	Loro reina	Queen parrotfish	
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Vieja lora, cotorro	Redband Parrotfish	Nativo
<i>Sparisoma chrysopteron</i>	Loro verde	Redtail parrotfish	Nativo
<i>Sparisoma radians</i>	Loro dientuso	Bucktooth parrotfish	
<i>Sparisoma rubripinne</i>	Aletirrojo, coliamarilla	Redfin Parrotfish	Nativo
<i>Sparisoma viride</i>	Loro, loro brillante	Stoplight parrotfish	
<b>Scombridae</b>			
<i>Scomberomorus regalis</i>	Sierra, pintada	Cero	
<b>Scorpaenidae</b>			
<i>Scorpaena plumieri</i>	Escorpión negro, rascacio multicolor	Spotted scorpionfish	

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Serranidae</b>			
<i>Cephalophilis fulva</i>	Mero mantequilla	Coney	Nativo
<i>Epinephelus adscensionis</i>	Cabra mora, cabrilla payaso	Rock hind	
<i>Epinephelus guttatus</i>	Mero cabrilla	Red Hind	Nativo
<i>Epinephelus itajara</i>	Mero guasa	Jewfish	
<i>Epinephelus striatus</i>	Mero cherna	Nasso Gruper	Nativo
<i>Hypoplectrus puella</i>	Mero barril	Barret hamlet	
<i>Mycteroperca tigris</i>	Cabrilla gato	Tiger grouper	
<i>Rypticus saponaceus</i>	Jaboncillo grande	Greater soapfish	
<i>Serranus tigrinus</i>	Serrano arlequín	Harlequin bass	
<b>Sparidae</b>			
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Sargo amarillo, salema	Seabream	Nativo
<i>Calamus calamus</i>	Pez de pluma	Saucereye porgy	
<i>Calamus pennatula</i>	Pulma del Caribe	Pluma	
<b>Sciaenidae</b>			
<i>Equetus punctatus</i>	Payasito punteado	Spotted drum	
<b>Sphyraenidae</b>			
<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda, picúa	Great Barracuda	Nativo
<b>Synodontidae</b>			
<i>Synodus intermedius</i>	Lagarto Manchado, chile manchado	Sand diver	
<b>Tetraodontidae</b>			
<i>Canthigaster rostrata</i>	Tamboríl narizón	Sharpnose puffer	
<i>Sphoeroides spengleri</i>	Tamboríl manchado	Bandtail buffer	



# **ANEJO 4**

Listado de Anfibios Identificados en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 4**  
**LISTADO DE ANFIBIOS IDENTIFICADOS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Bufonidae</b>			
<i>Bufo marinus</i>	Sapo común	Marine toad	Introducido
<b>Leptodactylidae</b>			
<i>Eleutherodactylus antillensis</i>	Coquí churrí	Puerto Rican red eye frog	Endémico
<i>Eleutherodactylus coqui</i>	Coquí común	Puerto Rican coqui frog	Endémico
<i>Eleutherodactylus cochranae</i>	Coquí pitito	Puerto Rican whistling frog	Endémico
<i>Leptodactylus albilabris</i>	Sapito de labio blanco	Puert Rican ditch frog	Endémico
<b>Ranidae</b>			
<i>Rana catesbeiana</i>	Rana toro o rana mugidora	Bull frog	Introducido

# **ANEJO 5**

Listado de Reptiles Identificados en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 5**  
**LISTADO DE REPTILES IDENTIFICADOS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Boidae</b>			
<i>Epicrates inornatus</i>	Boa de Puerto Rico	Puerto Rican boa	Endémico
<i>Epicrates monensis granti</i>	Boa de las Islas Vírgenes	Virgin Island tree boa	Endémico
<b>Cheloniidae</b>			
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	Hawksbill sea turtle	Nativo
<i>Caretta caretta</i>	Cabezón o caguana	Loggerhead sea turtle	Nativo
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde, Peje blanco	Green turtle	Nativo
<b>Colubridae</b>			
<i>Alsophis portoricensis</i>	Culebra corredora		Endémico
<i>Arrhyton exiguum</i>	Culebra de jardín		Endémico
<b>Dermochelyidae</b>			
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tinglar	Leatherback sea turtle	Nativo
<b>Iguanidae</b>			
<i>Iguana iguana</i>	Gallina de palo	Green iguana	Exótico
<b>Polychrotidae</b>			
<i>Anolis cristatellus</i>	Lagartijo común	Puerto Rican crested anole	Endémico
<i>Anolis pulchellus</i>	Lagartijo jardinero	Common grass anole	Endémico
<i>Anolis stratulus</i>	Lagartijo manchado	Barred anole	Endémico
<b>Typhlopidae</b>			
<i>Typhlops richardi</i>	Víbora de richard	Richard's Blind Snake	Nativo
<i>Typhlops rostellatus</i>	Víbora de pico	Puerto Rican Wetland Blind Snake	Endémico
<b>Teiidae</b>			
<i>Ameiva exsul</i>	Siguana común	Greater Puerto Rican ameiva	Endémico

# **ANEJO 6**

Listado de Aves Identificadas en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 6**  
**LISTADO DE AVES IDENTIFICADAS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Accipitridae</b>			
<i>Buteo jamaicensis</i>	Guaraguao colirojo	Red-tailed Hawk	Nativo
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	Osprey	Migratorio
<b>Alcedinidae</b>			
<i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador	Belted Kingfisher	Migratorio
<b>Anatidae</b>			
<i>Anas americana</i>	Pato cabeciblanco	American wigeon	Migratorio
<i>Anas bahamensis</i>	Pato quijada colorada	White-cheeked Pintail	Nativo
<i>Ana crecca</i>	Pato cerrano	Green-winged teal	Migratorio
<i>Anas discors</i>	Pato zarcel	Blue-winged teal	Migratorio
<i>Dendrocygna arborea</i>	Chiriría	West indian whistling-duck	Nativo
<b>Ardeidae</b>			
<i>Ardea alba</i>	Garza real	Great Egret	Nativo
<i>Ardea herodias</i>	Garzón cenizo	Great Blue Heron	Migratorio
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza de ganado	Cattle Egret	Introducido
<i>Butoroides virescens</i>	Martinete	Green Heron	Nativo
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Little Blue Heron	Nativo
<i>Egretta thula</i>	Garza blanca	Snowy Egret	Nativo
<i>Egretta tricolor</i>	Garza pechiblanca	Tricolored Heron	Nativo
<i>Ixobrychus exilis</i>	Martinetito	Least bittern	Nativo
<i>Nyctanassa violacea</i>	Yaboa común	Yellow-crowned night-heron	Nativo
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Yaboa real	Black-crowned night-heron	Nativo
<b>Caprimulgidae</b>			
<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Guabairo mayor	Chuck-will's-widow	Migratorio
<i>Chordeiles gundlachi</i>	Querequequé	Antillean nighthawk	Nativo
<i>Chordeiles minor</i>	Querequequé migratorio	Common nighthawk	Migratorio

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Charadriidae</b>			
<i>Charadrius melodus</i>	Chorlito melódico	Piping plover	Migratorio
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito acollarado	Semipalmated plover	Migratorio
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito sabanero	Killdeer	Nativo
<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo marítimo	Wilson's plover	Nativo
<b>Cuculidae</b>			
<i>Coccyzus americanus</i>	Pájaro bobo pechiblanco	Yellow-billed cuckoo	Migratorio
<i>Coccyzus minor</i>	Pájaro bobo menor	Mangrove cuckoo	Nativo
<i>Coccyzya vieilloti</i>	Pájaro bobo mayor	Puerto Rican lizard cuckoo	Endémico
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero	Smooth-billed ani	Nativo
<b>Coerebidae</b>			
<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	Bannaquit	Nativo
<b>Columbidae</b>			
<i>Columba livia</i>	Paloma casera	Rock pigeon	Introducido
<i>Columbina passerina</i>	Rolita	Common ground dove	Nativo
<i>Geotrygon montana</i>	Perdiz rojiza	Ruddy quail-dove	Nativo
<i>Geotrygon mystacea</i>	Perdiz de martinica	Bridled quail-dove	Nativo
<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma cabeciblanca	White-crowned pigeon	Nativo
<i>Patagioenas squamosa</i>	Paloma turca	Scaly-naped pigeon	Nativo
<i>Streptopelia risoria</i>	Paloma collarina	Ringed turtle-dove	Introducido
<i>Zenaida aurita</i>	Tórtola cardosanterera	Zenaida dove	Nativo
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca	White-winged dove	Nativo
<i>Zenaida macroura</i>	Tórtola rabilarga	Mourning dove	Nativo
<b>Emberizidae</b>			
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chicharra	Grasshopper sparrow	Nativo
<i>Tiaris bicolor</i>	Gorrión negro	Black-faced grassquit	Nativo
<i>Tiaris olivaceus</i>	Gorrión barba amarilla	Yellow-faced grassquit	Nativo
<b>Estrildidae</b>			
<i>Estrilda melpoda</i>	Veterano	Orange-cheeked waxbill	Introducido

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Estrildidae (cont.)</b>			
<i>Lonchura cucullata</i>	Diablito	Bronze mannikin	Introducido
<i>Lonchura punctulata</i>	Gorrión canela	Nutmeg mannikin	Introducido
<i>Lonchura malabarica</i>	Pinzón de pico plateado	Indian silverbill	Introducido
<b>Fregatidae</b>			
<i>Fregata magnificens</i>	Tijereta	Magnificent frigatebird	Nativo
<b>Falconidae</b>			
<i>Falco columbaris</i>	Falcón migratorio	Merlín	Migratorio
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Peregrine falcon	Migratorio
<i>Falco sparverius</i>	Falcón común	American kestrel	Nativo
<b>Haematopodidae</b>			
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero	American oystercatcher	Nativo
<b>Hirundinidae</b>			
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina de horquilla	Barn swallow	Migratorio
<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina de cuevas	Cave swallow	Nativo
<i>Progne dominicensis</i>	Golondrina de iglesias	Caribbean martin	Nativo
<i>Progne subis</i>	Golondrina púrpura	Purple martin	Migratorio
<b>Icteridae</b>			
<i>Agelaius xanthomus</i>	Mariquita	Yellow-shouldered blackbird	Endémico
<i>Icterus galbula</i>	Calandria del norte	Baltimore oriole	Migratorio
<i>Icterus portoricensis</i>	Calandria	Puerto Rican oriole	Endémico
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo lustroso	Shiny cowbird	Introducido
<i>Quiscalus niger</i>	Mozambique	Greater antillean grackle	Nativo
<b>Laridae</b>			
<i>Anous stolidus</i>	Cervera	Noddy tern	Nativo
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota gallega	Laughing gull	Nativo
<i>Sterna anaethetus</i>	Gaviota monja	Bridled tern	Nativo
<i>Sterna antillarum</i>	Gaviota chica	Least tern	Nativo



Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Laridae (cont.)</b>			
<i>Sterna maxima</i>	Charrán real	Royal tern	Nativo
<i>Sterna sandvicensis</i>	Gaviota piquiaguda	Sandwich tern	Migratorio
<b>Mimidae</b>			
<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	Pearly-eyed trasher	Nativo
<i>Mimus polyglottos</i>	Ruiseñor	Northern mockingbird	Nativo
<b>Parulidae</b>			
<i>Dendroica adelaidae</i>	Reinita mariposera	Adelaidae's warbler	Endémico
<i>Dendroica discolor</i>	Reinita galana	Prairie warbler	Migratorio
<i>Dendroica caerulescens</i>	Reinita azul	Black-throated blue warbler	Migratorio
<i>Dendroica magnolia</i>	Reinita manchada	Magnolia warbler	Migratorio
<i>Dendroica palmarum</i>	Reinita palmera	Palm warbler	Migratorio
<i>Dendroica petechia</i>	Canario de mangle	Yellow warbler	Nativo
<i>Dendroica striata</i>	Reinita rayada	Blackpoll warbler	Migratorio
<i>Dendroica tigrina</i>	Reinita tigre	Cape may warbler	Migratorio
<i>Geothlypis trichas</i>	Reinita pica tierra	Common yellowthroat warbler	Migratorio
<i>Helmitheros vermivorus</i>	Reinita gusanera	Worm-eating warbler	Migratorio
<i>Mniotilta varia</i>	Reinita trepadora	Black-and-white warbler	Migratorio
<i>Parula americana</i>	Reinita pechidorada	Northern parula	Migratorio
<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita anaranjada	Prothonotary warbler	Migratorio
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Pizpita dorada	Ovenbird	Migratorio
<i>Seiurus motacilla</i>	Pizpita de río	Louisiana waterthrush	Migratorio
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Pízpita de mangle	Northern waterthrush	Migratorio
<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita	American redstart	Migratorio
<i>Wilsonia citrina</i>	Reinita encapuchada	Hooded warbler	Migratorio
<b>Pelecanidae</b>			
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	Brown Pelican	Nativo
<b>Phaethontidae</b>			
<i>Phaethon aethereus</i>	Chirre de pico colorado	Red-billed tropicbird	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Picidae</b>			
<i>Melanerpes portoricensis</i>	Carpintero de Puerto Rico	Puerto Rican Woodpecker	Endémico
<b>Ploceidae</b>			
<i>Vidua macroura</i>	Viuda colicinta	Pin-tailed whydah	Introducido
<b>Podicipedaceae</b>			
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zaramago	Pied-billed grebe	Nativo
<b>Rallidae</b>			
<i>Fulica americana</i>	Gallinazo americano	American coot	Nativo
<i>Fulica caribea</i>	Gallinazo nativo	Caribbean coot	Nativo
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallareta común	Common moorhen	Nativo
<i>Rallus longirostris</i>	Pollo de mangle	Clapper rail	Nativo
<b>Scolopacidae</b>			
<i>Actitis macularius</i>	Playero coleador	Spotted sandpiper	Migratorio
<i>Arenaria interpres</i>	Playero turco	Ruddy turnstone	Migratorio
<i>Calidris alba</i>	Playero arenero	Sanderling	Migratorio
<i>Calidris himantopus</i>	Playero patilargo	Stilt sandpiper	Migratorio
<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	Western sandpiper	Migratorio
<i>Calidris melanotos</i>	Playero manchado	Pectoral sandpiper	Migratorio
<i>Calidris minutilla</i>	Playero menudo	Least sandpiper	Migratorio
<i>Calidris pusilla</i>	Playero gracioso	Semipalmated sandpiper	Migratorio
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero aliblanco	Willet	Migratorio
<i>Gallinago gallinago</i>	Becasina	Common snipe	Migratorio
<i>Himantopus mexicanus</i>	Viuda	Black-necked Stilt	Nativo
<i>Limnodromus griseus</i>	Chorlo pico corto	Short-billed dowitcher	Migratorio
<i>Limosa fedoa</i>	Aguja canela	Marbled godwit	Migratorio
<i>Numenius phaeopus</i>	Playero picocurvo	Whimbrel	Migratorio
<i>Pluvialis squatarola</i>	Playero cabezón	Black-bellied plover	Migratorio
<i>Tringa flavipes</i>	Playero guineílla pequeña	Lesser yellowlegs	Migratorio
<i>Tringa melanoleuca</i>	Playero guineílla mayor	Greater yellowlegs	Migratorio

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Strigidae</b>			
<i>Asio flammeus</i>	Múcaro real	Short-eared owl	Nativo
<b>Sulidae</b>			
<i>Sula leucogaster</i>	Boba parda	Brown booby	Nativo
<b>Thraupidae</b>			
<i>Spindalis portoricensis</i>	Reina mora	Puerto Rican spindalis	Endémico
<b>Todidae</b>			
<i>Todus mexicanus</i>	San pedrito	Puerto Rican tody	Endémico
<b>Trochilidae</b>			
<i>Anthracothorax dominicus</i>	Zumbador dorado	Antillean mango	Nativo
<i>Anthracothorax viridis</i>	Zumbador verde	Green mango	Endémico
<i>Chlorostilbon maugaeus</i>	Zumbadorcito de Puerto Rico	Puerto Rican emerald	Endémico
<i>Eulampis holosericeus</i>	Zumbador pechiazul	Green-throated carib	Nativo
<i>Orthorhyncus cristatus</i>	Zumbador crestado	Antillean crested hummingbird	Nativo
<b>Tyrannidae</b>			
<i>Elaenia martinica</i>	Juí blanco	Caribbean Elaenia	Nativo
<i>Empidonax virescens</i>		Acadian flycatcher	Migratorio
<i>Myiarchus antillarum</i>	Juí de Puerto Rico	Puerto Rican flycatcher	Endémico
<i>Tyrannus caudifasciatus</i>	Clérigo	Loggerhead kingbird	Nativo
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Pitirre	Gray kingbird	Nativo
<b>Turdidae</b>			
<i>Turdus plumbeus</i>	Zorzal de patas coloradas	Red-legged thrush	Nativo



# **ANEJO 7**

Listado de Mamíferos Identificados en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 7**  
**LISTADO DE MAMÍFEROS IDENTIFICADOS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Balaenopteridae</b>			
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	Sei Whale	Migratorio
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Blue Whale	Migratorio
<b>Canidae</b>			
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro doméstico	Domestic dog	Introducido
<b>Felidae</b>			
<i>Felis domesticus</i>	Gato	Cat	Introducido
<b>Muridae</b>			
<i>Mus musculus</i>	Ratón	House mouse	Introducido
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda	Norway rat	Introducido
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Black rat	Introducido
<b>Mustelidae</b>			
<i>Herpestes javanicus</i>	Mangosta	Indian Mongoose	Introducido
<b>Physeteridae</b>			
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Sperm Whale	Migratorio
<b>Trichechidae</b>			
<i>Trichechus manatus</i>	Manati antillano	West Indian Manatee	Nativo

# **ANEJO 8**

Listado de Plantas Identificadas en el ANPMMD y la ABNRR

**ANEJO 8**  
**LISTADO DE PLANTAS IDENTIFICADAS EN EL ANPMMD Y LA ABNRR**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Common name</b>	<b>Origen</b>
<b>Acanthaceae</b>			
<i>Blechnum pyramidatum</i>	Yerba de papayo		Nativo
<i>Oplonia spinosa</i>	Espinosa	Prickly bush	Nativo
<i>Stenadium tuberosum</i>	Yerba maravilla blanca		Nativo
<b>Aizoaceae</b>			
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga rosada	Sea purslane	Nativo
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Verdolaga de hoja ancha		Nativo
<b>Agavaceae</b>			
<i>Furcraea tuberosa</i>	Maguey	Puerto rico century plant	Nativo
<b>Amaranthaceae</b>			
<i>Achyranthes aspera</i>	Rabo de gato	Devil's horsewhip	Nativo
<i>Blutaparon vermiculare</i>	Yerba de sal	Salt-weed	Nativo
<i>Chamissoa altissima</i>			Nativo
<i>Iresine angustifolia</i>			Nativo
<b>Amaryllidaceae</b>			
<i>Hymenocallis caribaea</i>	Lirio de playa	Spider lily	Nativo
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Comocladia dodonea</i>	Chicharrón	Poison ash	Nativo
<i>Mangifera indica</i>	Mangó	Mango tree	Introducido
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Plumeria alba</i>	Alelí	Milk tree	Nativo
<i>Rauvolfia nitida</i>	Palo amargo	Bitter-ash	Nativo
<i>Rauvolfia viridis</i>		Bitter bush	Nativo



Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Araceae</b>			
<i>Syngonium podophyllum</i>	Malanga trepadora	Arrow head vine	Introducido
<b>Araliaceae</b>			
<i>Dendropanax arboreus</i>	Palo de pollo		Nativo
<i>Schefflera morototoni</i>	Yagrumo macho	Matchwood	Nativo
<b>Arecaceae</b>			
<i>Coccothrinax alta</i>	Palma de abanico	Teyer palm	Endémico
<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco	Coconut palm	Introducido
<i>Roystonea borinquena</i>	Palma real	Royal palm	Endémico
<b>Aristolochiaceae</b>			
<i>Aristolochia trilobata</i>	Bejuco de Santiago		Nativo
<b>Asclepiadaceae</b>			
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Bejuco de cuernos	Purple allamanda	Introducido
<i>Metastelma lineare</i>			Endémico
<i>Metastelma parviflorum</i>			Nativo
<b>Asteraceae</b>			
<i>Bidens alba var. radiata</i>	Margarita	Beggar-ticks	Nativo
<i>Bidens pilosa</i>			Nativo
<i>Eupatorium macrophyllum</i>	Guerrero		Nativo
<i>Mikania cordiflora</i>	Guaco		Nativo
<i>Neurolaena lobata</i>	Sepí		Nativo
<i>Pluchea odorata</i>	Salvia		Nativo
<i>Wedelia lanceolata</i>			Endémico
<i>Wedelia trilobata</i>	Margarita amarilla		Nativo
<b>Avicenniaceae</b>			
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Black mangrove	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Bataceae</b>			
<i>Batis maritima</i>	Barilla	Saltwort	Nativo
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Amphilophium paniculatum</i>	Liana de cuello		Nativo
<i>Crescentia cujete</i>	Higüero	Calabash-tree	Nativo
<i>Cydista aequinoctialis</i>	Bejuco blanco	Guard white	Nativo
<i>Distictis lactiflora</i>	Pegapalo		Nativo
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	Uña de gato	Cat's claw	Nativo
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	African tulip tree	Introducido
<i>Tabebuia aurea</i>			Introducido
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Roble blanco	White cedar	Nativo
<b>Bombacaceae</b>			
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Silk-cotton tree	Nativo
<i>Melochia nodiflora</i>	Bretónica prieta		Nativo
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Bouyeria succulenta</i>	Palo de vaca	Bodywood	Nativo
<i>Cordia alliodora</i>	Capá prieto		Nativo
<i>Cordia collococca</i>	Cerezo	Manjack	Nativo
<i>Cordia laevigata</i>	Capá colorado	Red manjack	Nativo
<i>Cordia polycephala</i>	Basora prieta	Black sage	Nativo
<i>Cordia rickseckeri</i>	Lija	Manjack	Endémico
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Cotorrero de playa	Seaside heliotrope	Nativo
<i>Tournefortia hirsutissima</i>	Nigua	Chiggery grapes	Nativo
<i>Tournefortia volubilis</i>	Nigua enredadera		Nativo
<b>Bromeliaceae</b>			
<i>Bromelia pinguin</i>	Maya	Pinguin	Nativo
<i>Tillandsia fasciculata</i>			Nativo
<i>Tillandsia recurvata</i>	Nidos de gungulén	Bunch moss	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Burseraceae</b>			
<i>Bursera simaruba</i>	Almácigo	Turpentine tree	Nativo
<b>Cactaceae</b>			
<i>Hylocereus trigonus</i>	Pitahaya	Night-blooming cereus	Nativo
<i>Melocactus intortus</i>	Melón de costa	Turk's cap	Nativo
<i>Pilosocereus royerii</i>	Sebucán		Nativo
<b>Canellaceae</b>			
<i>Canella winterana</i>	Barbasco	Canella	Nativo
<b>Capparaceae</b>			
<i>Capparis cynophallophora</i>	Burro prieto	Black willow	Nativo
<i>Capparis flexuosa</i>	Palinguán	Jamaican caper	Nativo
<i>Capparis hastata</i>	Burro	Broad-leaved caper	Nativo
<i>Cleome spinosa</i>	Aromo	Spider flower	Introducido
<b>Celastraceae</b>			
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	Aceituno	Marble tree	Nativo
<b>Combretaceae</b>			
<i>Bucida buceras</i>	Ucar	Black olive	Nativo
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botón	Button mangrove	Nativo
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	White mangrove	Nativo
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	Indian almond	Introducido
<b>Commelinaceae</b>			
<i>Commelina diffusa</i>	Cohitre	Blue day flower	Nativo
<b>Convolvulaceae</b>			
<i>Convolvulus nodiflorus</i>	Aguinaldo blanco		Nativo
<i>Ipomoea alba</i>	Bejuco de vaca	Moon vine	Nativo
<i>Ipomoea indica</i>	Bejuco de gloria	Oceanblue mourning-glory	Introducido
<i>Ipomoea tiliacea</i>	Bejuco de puerco	Sweet potatoe	Introducido

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Convolvulaceae (cont.)</b>			
<i>Ipomoea triloba</i>	Bejuco de puerco	Little bell	Nativo
<i>Ipomoea violacea</i>	Bejuco de luna	Coast moon vine	Introducido
<i>Jacquemontia pentanthos</i>	Aguinaldo azul		Nativo
<i>Merremia dissecta</i>	Noyó	Noyau vine	Nativo
<i>Merremia quinquefolia</i>	Batatilla blanca		Nativo
<i>Stictocardia tiliifolia</i>			Introducido
<i>Turbina corymbosa</i>	Corona de novia	Christmas vine	Introducido
<b>Crassulaceae</b>			
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	Yerba bruja	Life plant	Introducido
<b>Cucurbitaceae</b>			
<i>Cayaponia racemosa</i>	Coloquintilla		Nativo
<i>Momordica charantia</i>	Cundeamor	Wild balsam apple	Introducido
<b>Cymodoceaceae</b>			
<i>Syringodium filiformis</i>	Yerba de manatí	Manatee grass	Nativo
<i>Halodule beaudettei</i>			Nativo
<b>Cyperaceae</b>			
<i>Cyperus elegans</i>			Nativo
<i>Eleocharis interstincta</i>	Junco de ciénaga		Nativo
<i>Fimbristylis cymosa</i>			Nativo
<i>Fimbristylis ferruginea</i>			Nativo
<i>Fimbristylis miliacea</i>			Nativo
<i>Fimbristylis spadicea</i>			Nativo
<i>Rhynchospora fascicularis</i>			Nativo
<i>Scleria canescens</i>			Endémico
<i>Scleria lithosperma</i>			Nativo
<i>Scleria microcarpa</i>		Fringed razoredge	Nativo
<i>Scleria pletora</i>			Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Dioscoreaceae</b>			
<i>Rajania cordata</i>	Bejuco de guaraguao	Wild yam	Nativo
<b>Erythroxylaceae</b>			
<i>Erythroxylon areolatum</i>	Cocaína falsa		Nativo
<i>Erythroxylon brevipes</i>		Brisselet	Nativo
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Adelia ricinella</i>	Escambrón		Nativo
<i>Argythamnia candicans</i>			Nativo
<i>Argythamnia fasciculata</i>			Nativo
<i>Chamaesyce hirta</i>	Lechecillo		Nativo
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	Lechera		Nativo
<i>Chamaesyce mesembryanthemifolia</i>			Nativo
<i>Croton betulinus</i>			Nativo
<i>Croton lobatus</i>	Croton lobulado		Nativo
<i>Dalechampia scandens</i>			Nativo
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leche vana		Introducido
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaití	Crabwood	Nativo
<i>Jatropha gossypifolia</i>			Nativo
<i>Pedilanthus tithimaloides</i>	Bejuco estrella		Nativo
<i>Phyllanthus niruri</i>	Quinino del pobre	Gale of the wind	Introducido
<i>Savia sessiliflora</i>	Amansa guapo		Nativo
<i>Tragia volubilis</i>	Pringamoza	Stinging vine	Nativo
<b>Fabaceae</b>			
<i>Abrus precatorius</i>	Peronía	Crab's eye	Nativo
<i>Acacia farnesiana</i>	Aroma	Sweet acacia	Introducido
<i>Acacia muricata</i>	Tamarindo cimarrón	Sweet acacia	Nativo
<i>Acacia retusa</i>	Zarza	Catch and keep	Nativo
<i>Acacia tortuosa</i>	Casia	Twisted acacia	Nativo
<i>Andira inermis</i>	Moca	Cabbage angelin	Nativo
<i>Calopogonium coeruleum</i>			Nativo
<i>Canavalia rosea</i>	Mato de playa	Bay-bean	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Fabaceae (cont.)</b>			
<i>Centrosema pubescens</i>	Flor de conchitas	Butterfly pea	Nativo
<i>Centrosema virginianum</i>	Flor de conchitas	Wist vine	Nativo
<i>Chamaecrista diphylla</i>	Hedionda	Wild peanut	Nativo
<i>Chamaecrista nictitans</i>			Nativo
<i>Crotalaria lotifolia</i>	Cascabelillo axilar		Nativo
<i>Crotalaria retusa</i>	Cascabelillo	Rattleweeds	Nativo
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	Maraimaray	Maray-maray	Nativo
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán		Introducido
<i>Galactia dubia</i>		West Indian milkpea	Nativo
<i>Galactia striata</i>		Florida hammock milkpea	Nativo
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarroba	West india locust	Nativo
<i>Leucaena leucocephala</i>	Zarcilla	Wild tamarind	Introducido
<i>Macroptilium lathyroides</i>	Habichuela parada	Wild bush bean	Nativo
<i>Mimosa ceratonia</i>	Zarza	Climbing mimosa	Nativo
<i>Mimosa pudica</i>	Moriviví	Sensitive plant	Introducido
<i>Mucuna urens</i>	Mato	Ox-eye bean	Nativo
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Flamboyán amarillo	Yellow flamboyant	Introducido
<i>Pictetia aculeata</i>	Tachuela	Fustic	Nativo
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamá americano	Guamuchil	Introducido
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Escambrón colorado	Black bead	Nativo
<i>Poitea florida</i>	Retama		Endémico
<i>Pueraria phaseoloides</i>		Tropical kudzu	Introducido
<i>Rhynchosia minima</i>	Frijolillo		Introducido
<i>Rhynchosia reticulata</i>	Frijolillo		Nativo
<i>Senna bicapsularis</i>			Nativo
<i>Senna nitida</i>	Hediondilla		Nativo
<i>Senna obtusifolia</i>	Dormidera		Nativo
<i>Senna polyphylla</i>			Nativo
<i>Senna sophera</i>	Algarobilla		Nativo
<i>Senna spectabilis</i>	Algarobilla		Nativo
<i>Sesbania sericea</i>	Papagayo		Introducido
<i>Sthalia monosperma</i>	Cóbana negra		Nativo
<i>Stizolobium pruriens</i>	Pica-pica	Cow-itch	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Fabaceae (cont.)</b>			
<i>Stylosanthes hamata</i>	Zarabacoa enana	Pencil flower	Introducido
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Tamarind	Introducido
<i>Tephrosia senna</i>	Añil racemillo		Introducido
<i>Vigna adenantha</i>	Habicuela cimmarona	Wild bean	Nativo
<i>Vigna luteola</i>	Frijol silvestre		Nativo
<i>Vigna sp</i>			Nativo
<b>Flacourtiaceae</b>			
<i>Casearia decandra</i>	Tostado	Wild honey tree	Nativo
<i>Casearia guianensis</i>	Cafeílo	Wild coffee	Nativo
<i>Casearia sylvestris</i>	Cafeillo cimarrón	Crakopen	Nativo
<i>Samyda dodecandra</i>	Guayabilla		Nativo
<b>Guttiferae</b>			
<i>Callophylum calaba</i>	María		Nativo
<i>Callophylum inophyllum</i>	Santa María		Introducido
<b>Goodeniaceae</b>			
<i>Scaevola plumieri</i>	Bosborin	Ink berry	Introducido
<b>Haemodoraceae</b>			
<i>Xiphidium caeruleum</i>	Cola de paloma		Nativo
<b>Hippocrateaceae</b>			
<i>Hippocratea volubilis</i>	Bejuco prieto		Nativo
<b>Hydrocharitaceae</b>			
<i>Thalassia testudinum</i>	Yerba de tortuga	Turtlegrass	Nativo
<b>Lauraceae</b>			
<i>Ocotea leucoxylon</i>	Laurel geo		Nativo
<i>Cassytha filiformis</i>	Bejuco dorado	Love-vine	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Liliaceae</b>			
<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	Lengua de vaca	Sweet sansevieria	Introducido
<b>Malpighiaceae</b>			
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Bejuco de buey	Dragon with	Nativo
<i>Heteropterys purpurea</i>	Bejuco de paralejo	Bull with	Nativo
<i>Stigmaphyllon bannisteroides</i>			Nativo
<i>Stigmaphyllon emarginatum</i>	Bejuco de san pedro		Nativo
<b>Malvaceae</b>			
<i>Abuliton umbellatum</i>	Malvisco cimmarón		Nativo
<i>Anoda acerifolia</i>	Anoda, Violeta		Nativo
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón silvestre	Wild cotton	Introducido
<i>Malvastrum corchorifolium</i>			Nativo
<i>Pavonia paludicola</i>	Cadillo de ciénaga	Swamp bush	Nativo
<i>Sida cordifolia</i>	Escoba acorazonada		Nativo
<i>Sida stipularis</i>			Nativo
<i>Thespesia populnea</i>	Emajagüilla	Cork tree	Introducido
<i>Urena lobata</i>	Cadillo	Bur	Nativo
<b>Meliaceae</b>			
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba dominicana	Mahogany	Introducido
<i>Trichilia hirta</i>	Tinancio	Broomstick	Nativo
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Miconia laevigata</i>	Camasey de paloma		Nativo
<b>Menispermaceae</b>			
<i>Cissampelos pareira</i>	Bejuco de mona	Velvet leaf	Nativo
<b>Moraceae</b>			
<i>Cecropia shreberiana</i>	Yagrumo hembra	Trumpet-tree	Nativo
<i>Ficus citrifolia</i>	Jaguey blanco		Nativo



Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Eugenia biflora</i>	Hoja menuda	Black rod-wood	Nativo
<i>Eugenia confusa</i>	Caracolillo	Red-berry eugenis	Nativo
<i>Eugenia ligustrina</i>	Hoja menuda	Birch berry	Nativo
<i>Eugenia monticola</i>	Hoja menuda colorada	Black cherry	Nativo
<i>Eugenia sp</i>			
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Guava	Introducido
<b>Musaceae</b>			
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	Plantain	Introducido
<b>Nyctaginaceae</b>			
<i>Boerhavia coccinea</i>	Yerba de puerco	Hog-weed	Nativo
<i>Guapira fragrans</i>	Corcho	Black mampoo	Nativo
<i>Guapira obtusa</i>	Corcho blanco		Nativo
<i>Neea buxifolia</i>	Nía		Endémico
<b>Orchidaceae</b>			
<i>Oecoeclades maculata</i>			Introducido
<b>Oxalidaceae</b>			
<i>Oxalis barrelieri</i>			Nativo
<b>Passifloraceae</b>			
<i>Passiflora suberosa</i>	Flor de pasión	Passion flower	Nativo
<b>Phytolaccaceae</b>			
<i>Rivina humilis</i>	Carmin	Cat's blood	Nativo
<i>Trichostigma octandrum</i>	Bejuco de nasa	Basket wiss	Nativo
<b>Poaceae</b>			
<i>Bouteloua repens</i>	Yerba de mesquite	Mesquite-grass	Nativo
<i>Cenchrus incertus</i>	Abrojo de dunas	Sand bur grass	Nativo
<i>Chloris ciliata</i>	Cola de caballo		Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Poaceae (cont.)</b>			
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>			Introducido
<i>Distichlis spicata</i>			Introducido
<i>Echinochloa colona</i>	Arrocillo	Jungle rice	Introducido
<i>Eustachys petraea</i>	Yerba de deo	Finger grass	Nativo
<i>Ichnanthus pallens</i>	Carrucillo		Nativo
<i>Lasiacis divaricata</i>	Yerba de caña	Cane grass	Nativo
<i>Paspalum conjugatum</i>	Horquetilla		Nativo
<i>Paspalum distichum</i>			Nativo
<i>Paspalum vaginatum</i>			Nativo
<i>Pharus lappulaceus</i>	Pegadora		Nativo
<i>Spartina patens</i>	Yerba de sal	Salt grass	Nativo
<i>Sporobolus virginicus</i>	Matojo de playa	Sea-shore rush grass	Nativo
<b>Polygalaceae</b>			
<i>Securidaca virgata</i>	Bejuco de sopla		Nativo
<b>Polygonaceae</b>			
<i>Antigonon leptopus</i>	Bellisima	Love-chain	Introducido
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvilla	Doveplum	Nativo
<i>Coccoloba microstachya</i>	Uverillo	Pockhout	Nativo
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de playa	Sea grape	Nativo
<i>Coccoloba venosa</i>	Calambreña	Chiggery grape	Nativo
<b>Polypodiaceae</b>			
<i>Acrostichum aureum</i>	Palmito del río	Leather fern	Nativo
<b>Rhamnaceae</b>			
<i>Colubrina arborescens</i>	Abeyuelo	Coffe colubrina	Nativo
<i>Gouania polygama</i>	Bejuco de sopla	Chew-stick	Nativo
<i>Krugiodendrom ferreum</i>	Palo de hierro	Ironwood	Nativo
<b>Rhizophoraceae</b>			
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Mangrove	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Chiococca alba</i>	Bejuco de berac	West Indian snow-berry	Nativo
<i>Erithalis fruticosa</i>	Jayajabico	Black torch	Nativo
<i>Gonzalagunia hirsuta</i>	Rabo de ratón		Nativo
<i>Guettarda elliptica</i>	Cucubano liso	Velvet-seed	Nativo
<i>Guettarda odorata</i>	Cucubano de vieques	Black berry	Nativo
<i>Guettarda scabra</i>	Cucubano	Velvet-berry	Nativo
<i>Guettarda sp.</i>			Nativo
<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	Indian mulberry	Introducido
<i>Psychotria brownei</i>			Nativo
<i>Psychotria microdon</i>			Nativo
<i>Randia aculeata</i>	Tintillo	Box-briar	Nativo
<i>Rondeletia pilosa</i>	Cachimbo peludo		Nativo
<i>Sabicea villosa</i>			Nativo
<i>Spermacoce verticillata</i>	Botón blanco		Nativo
<b>Ruppiaceae</b>			
<i>Ruppia maritima</i>	Yerba de zanja	Ditch-grass	Nativo
<b>Rutaceae</b>			
<i>Amyris elemifera</i>	Tea	Torchwood	Nativo
<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón agrio	Lime	Introducido
<i>Triphasia trifolia</i>	Limón de Jerusalén	Lime-berry	Introducido
<i>Zanthoxylum monophyllum</i>	Palo rubio	Yellow-pricke	Nativo
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Cupania americana</i>	Guara		Nativo
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Quenepa	Spanish lime	Introducido
<i>Paullinia pinnata</i>	Bejuco de costilla		Nativo
<i>Serjania polyphylla</i>	Bejuco de canastas	Basket wood	Nativo
<b>Sapotaceae</b>			
<i>Chrysophyllum pauciflorum</i>	Caimito de perro		Endémico
<i>Sideroxylon obovatum</i>	Alquitrán	Break hill	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Scrophulariaceae</b>			
<i>Bacopa monnieri</i>	Yerba de culebra	Water hyssop	Nativo
<i>Capraria biflora</i>	Té del país	Goat-weed	Nativo
<i>Scoparia dulce</i>	Escoba amarga	Licorice weed	Nativo
<b>Smilacaceae</b>			
<i>Smilax domingensis</i>	Bejuco de membrillo		Nativo
<b>Solanaceae</b>			
<i>Cestrum laurifolium</i>	Dama de noche		Nativo
<b>Sterculiaceae</b>			
<i>Helicteres jamaicensis</i>	Cuernecillo	Cowbush	Nativo
<i>Melochia nodiflora</i>	Bretónica prieta		Nativo
<i>Melochia pyramidata</i>	Bretónica piramidal		Nativo
<i>Melochia villosa</i>	Bretónica aserrada		Nativo
<i>Waltheria indica</i>	Malvavisco		Nativo
<b>Theophrastaceae</b>			
<i>Jacquinia arborea</i>	Azúcares		Nativo
<i>Jacquinia berteroi</i>	Mercocha		Nativo
<b>Typhaceae</b>			
<i>Typha domingensis</i>	Enea	Cattail	Nativo
<b>Ulmaceae</b>			
<i>Celtis iguanaea</i>	Azufaifo	Cockspur	Nativo
<i>Trema micrantha</i>	Guacimilla		Nativo
<b>Urticaceae</b>			
<i>Pilea inaequalis</i>			Nativo
<b>Verbenaceae</b>			
<i>Citharexylum fruticosum</i>	Péndula	Florida fiddlewood	Nativo

Nombre científico	Nombre común	Common name	Origen
<b>Verbenaceae (cont.)</b>			
<i>Lantana camara</i>	Cariaquillo		Nativo
<i>Lantana involucrata</i>	Cariaquillo santa maría	Button sage	Nativo
<i>Lippia nodiflora</i>	Yerba de sapo	Cape-wood	Nativo
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Bretónica		Nativo
<b>Vitaceae</b>			
<i>Cissus verticillata</i>	Bejuco de caro	Pudding vine	Nativo
<b>Zygophyllaceae</b>			
<i>Kallstroemia maxima</i>	Abrojo	Caltrop	Nativo