



Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico



Consultores Educativos Ambientales, C.S.P.

Créditos

Redacción

Alida Ortiz Sotomayor,
Consultores Educativos Ambientales, C.S.P

Edición

Edgardo Ortiz Corps

Diseño gráfico

Adriana E. Ocaña Lara

Fotos

Héctor Ruíz
Alida Ortiz Sotomayor
Edwin Hernández
Paco López
Harry García

Esta publicación fue realizada para el Programa de Arrecifes de Coral del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales bajo la aportación federal NOAANA13NOS4820009.

Diciembre 2014.

AGRADECIMIENTOS

Queremos reconocer la colaboración y el apoyo consistente del personal del DRNA, especialmente: la Sa. Damaris Delgado, Directora del Negociado de Costas, Reservas y Refugios, de la División de Reservas y Refugios y POC de Arrecifes de Coral en Puerto Rico; la Dra. Nilda Jiménez, Asesora Técnica, Negociado Pesca y Vida Silvestre; el Dr. Craig Lyllestrom, Director de la División de Recursos Marinos; el Sr. Robert Matos, Director de la División Proyectos Especiales Marinos; Sa. Coralys Otríz Maldonado, Bióloga, División de Zona Costanera y la Dra. Antares Ramos, Coordinadora Programa de Corales y Zona Costanera de NOAA en PR, durante todo el proyecto. A los oficiales de manejo de las Reservas Marinas: Humberto Figueroa, Arrecifes de la Cordillera; Ildefonso Ruiz Valentín, Refugio de Vida Silvestre de Boquerón; Miguel (Tony) Nieves, Reserva Natural de Isla de Mona y María T. Chardón, Reserva Natural de Caja de Muertos, quienes accedieron a ser entrevistados.

Agradecemos sinceramente a todas las personas que tomaron de su tiempo para responder a la encuesta electrónica enviada por la valiosa información que nos sirvió para fortalecer el documento presente. Reconocemos, además, a todas las personas que revisaron los borradores en diferentes etapas, especialmente al Dr. Edwin Hernández, quienes nos ofrecieron recomendaciones muy valiosas para la revisión del documento final.

Lista de abreviaturas

AAA:	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
ACDEC:	Autoridad de Desarrollo y Conservación de Culebra
AMP:	Área Marina Protegida
ARPE:	Administración de Reglamentos y Permisos
CCPS:	Comité Caborrojeños Pro Salud y Ambiente
CFMC:	Caribbean Fishery Management Council (por sus siglas en inglés)
CRCP:	Coral Reef Conservation Program (por sus siglas en inglés)
CTPR:	Compañía de Turismo de Puerto Rico
DRNA:	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
EPA:	Environmental Protection Agency (por sus siglas en inglés)
FCPR:	Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico
FWS:	Fish and Wildlife Service (por sus siglas en inglés)
JCA:	Junta de Calidad Ambiental
LAS:	Local Action Strategies (por sus siglas en inglés)
NMFS:	National Marine Fisheries Services (por sus siglas en inglés)
NOAA:	National Oceanic and Atmospheric Administration (por sus siglas en inglés)
NRCS:	Natural Resources Conservation Service (por sus siglas en inglés)
ONG:	Organización No-Gubernamental
OGPE:	Oficina de Gerencia de Permisos
PMZC:	Programa de Manejo de la Zona Costanera
RN:	Reserva Natural
UPR:	Universidad de Puerto Rico
UPRSG:	Programa Sea Grant de la UPR

Tabla de contenido

3	Agradecimientos
4	Lista de abreviaturas
5	Tabla de contenido
6	Resumen Ejecutivo
11	Executive Summary
15	Introducción
20	Trasfondo
24	Importancia de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs)
27	Estado de los arrecifes
35	Base Legal
36	Leyes y Reglamentos
38	Marco Institucional
42	Enfoque y Metodología
47	Establecimiento de Estrategias, Metas y Objetivos
51	Plan de Acción
51	Cumplimiento de leyes, reglamentos y vigilancia efectiva
53	Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés
56	Participación comunitaria
58	Restauración y recuperación de arrecifes impactados
59	Protección de especies en los arrecifes
60	Creación de Áreas Marinas Protegidas aplicando principios de planificación espacial marina
61	Apoyo Institucional
63	Investigación
66	Referencias
	Apéndices
74	Apéndice 1
75	Apéndice 2
	Tablas
25	Tabla 1
32	Tabla 2
	Diagramas
28	Diagrama 1
29	Diagrama 2

Resumen ejecutivo



Este Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico, tiene como objetivo principal abordar el manejo estratégico de los arrecifes de coral mediante acciones a corto, mediano y largo plazo que contribuyan a la conservación y a la protección este ecosistema. El documento presente proveerá una visión de manejo con enfoque ecosistémico en el cual se dará énfasis, no solamente, a los aspectos biológicos y servicios ecológicos de los arrecifes de coral si no, además, a los usos económicos y elementos de política pública que inciden sobre los mismos.

El estado de los arrecifes de coral en PR refleja una pérdida de estructura física y diversidad biológica. Esto, básicamente resultado de impactos antropogénicos, tales como: sedimentación, pérdida de calidad de agua, daños por embarcaciones, impactos de buzos, sobre-pesca y especies invasivas (Pez León, macroalgas). Otros factores ambientales asociados al cambio climático: acidificación del agua de mar (reduce formación de esqueleto), altas temperaturas (aumenta probabilidad de blanqueamiento) y factores naturales: enfermedades, huracanes también contribuyen al estado crítico de los arrecifes de coral en PR.

Han servido como base para esta revisión el Plan de Manejo para la Conservación y Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico (2009) y las investigaciones sobre arrecifes de coral realizadas en Puerto Rico y en otros lugares del Caribe a partir del 2009 hasta el 2013. Se analizaron, también, diferentes documentos en los cuales se identifican las necesidades de manejo de este ecosistema. Además de la

revisión de literatura, se realizaron entrevistas, mediante cuestionarios, a personal clave, en el DRNA y un cuestionario electrónico a una población más amplia. En las entrevistas se incluyeron Oficiales de Manejo de las Reservas Marinas (Arrecifes de la Cordillera, Caja de Muertos e Isla de Mona) y personal de las oficinas centrales del DRNA, directamente relacionados con las Áreas Marinas Protegidas (Educación a la Comunidad, Persona de Contacto para el CRPR, Navegación, Recursos Marinos). Para alcanzar a un mayor número de personas, relacionadas de alguna forma con los arrecifes de coral, se desarrolló y administró un cuestionario electrónico Survey Monkey en el cual se enviaron 60 solicitudes para completarlo y se recibieron devueltas 30. La muestra incluyó: maestros, investigadores, académicos, pescadores (comerciales y recreacionales), buzos y personas relacionadas con turismo.

Las actividades identificadas, por las personas entrevistadas y encuestadas, como de mayor impacto sobre los arrecifes de coral son: la pesca comercial y la pesca recreativa, la sedimentación, la contaminación, el desarrollo costero, las enfermedades de corales y los impactos del cambio climático.

El enfoque de manejo seguido en este Plan Estratégico es de manejo ecosistémico o manejo basado en el ecosistema, en el cual se pone énfasis en la protección de la estructura del ecosistema, su funcionamiento y los procesos claves. Se reconoce la interconexión entre los sistemas como el aire, la tierra y el mar; se integran las perspectivas ecológicas, sociales, económicas e institucionales, reconociendo

las interdependencia de unas con otras y está contextualizada al espacio.

Las siguientes ocho (8) áreas fueron identificadas como importantes para manejo estratégico y en cada una se recomiendan acciones específicas:

1. Cumplimiento de leyes y reglamentos y vigilancia efectiva.

- a. Implantar una reforma profunda del Cuerpo de Vigilantes del DRNA.
- b. Evaluar la efectividad del Cuerpo de vigilantes en la aplicación de los reglamentos de protección de arrecifes y reformular la estructura del Cuerpo para mayor efectividad.
- c. Considerar la posibilidad de crear una división de vigilancia de arrecifes reclutando personal con contenido científico que sea entrenado para educar a los navegantes y otros usuarios de los servicios ecológicos de los arrecifes, previo a la aplicación de multas por infracción.
- d. Destacar Vigilantes en las AMPs.
- e. Aplicar la reglamentación para la pesca recreativa.

2. Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés.

- a. Establecer un proyecto de educación colaborativo entre el DRNA, el Departamento de Educación, los Municipios, las AMPs, UPR Sea Grant y las escuelas con materiales curriculares sobre arrecifes de coral para niveles de escuela elemental a escuela superior. Pueden desarrollarse proyectos pilotos en algunas escuelas de los municipios como Fajardo, Lajas, Cabo Rojo, Guánica y Culebra. Puede atenderse a corto, mediano y largo plazo.
- b. En coordinación con las AMPs (Arrecifes de la Cordillera, Caja de Muertos, La Parguera, Canal Luis Peña, Arrecife

de Isla Verde), el Departamento de Educación, UPR Sea Grant y colegios privados diseñar e implantar programas de viajes educativos a las áreas de arrecifes, para estudiantes y padres en los cuales el personal educativo de las AMPs les provean experiencias en el agua para familiarizarlos con los componentes de los arrecifes de coral, sus servicios ecológicos, conexiones con ecosistemas terrestres y la importancia de los mismos para la Isla.

- c. Fomentar la educación-acción en la ciudadanía a través de las redes sociales, cápsulas educativas en televisión, colocar avisos de regulaciones, vedas y otras notas de interés en todos los accesos a los arrecifes alrededor de la Isla (hoteles, aeropuertos, muelles, marinas, rampas, clubes, asociaciones pesqueras y paseos litorales). El mensaje educativo en estas cápsulas debe ir dirigido a motivar a los ciudadanos que las ven o escuchan a tomar las acciones de conservación y protección que requieren los arrecifes de coral para realizar los servicios ecológicos que utilizamos, tales como: pesquerías, arenas, protección contra oleaje, recreación y turismo.
- d. Diseñar un currículo de educación continua sobre la importancia de los arrecifes de coral y el comportamiento adecuado para evitar contactos dirigido a la capacitación de los concesionarios de servicios turísticos que llevan clientes a las AMPs. Debe ser requisito inicial para obtener la concesión y anualmente actualizado para renovar los permisos necesarios. Tanto el curso inicial, como las actividades de seguimiento, pueden ser ofrecimientos en línea que permitan acceso a los interesados y facilite la capacitación.
- e. Poner al día la página de Internet del DRNA, mantenerla consistentemente e

incluir información relevante al público sobre los arrecifes de coral y las AMPs. Además de esta página básica se debe crear una aplicación del DRNA para teléfonos inteligentes con información actualizada, para el público, sobre los arrecifes de coral y las AMPs.

- f. Celebrar anualmente “el día del arrecife” como actividad para educar y concienciar a la ciudadanía en las áreas principales de Áreas Marinas Protegidas: Oeste, Norte y Este de la Isla.

3. Participación comunitaria

- a. Promover y facilitar la identificación de líderes comunitarios en las comunidades cercanas a las AMPs que puedan establecer acuerdos de manejo colaborativo con el DRNA mediante Juntas de Manejo que se responsabilicen por las medidas cotidianas para la protección de los arrecifes. Entre estos se destacan: vigilancia, mantenimiento de facilidades, monitorías del ecosistema, entre otras.
- b. Reconocer, mediante proyectos comunitarios de educación y de participación en la discusión amplia las actividades antropogénicas en tierra que pueden impactar negativamente a los arrecifes de coral y la urgencia de controlar las escorrentías urbanas que contienen aceites y otros contaminantes adversos a la salud de los arrecifes de coral en la costa.
- c. Promover la creación de grupos de apoyo –“amigos de los arrecifes de coral” –en los municipios costeros en los cuales existen arrecifes de coral. Estos grupos de apoyo, bien pueden generar microempresas, que utilicen los servicios ecológicos de los arrecifes sin impactar el ecosistema y generar fondos que se utilicen para las medidas de mantenimiento necesarias.
- d. Promover actividades comunitarias, desde las AMPs y las RNs, que fomenten el

interés en el reconocimiento de las cuencas hidrográficas que impactan a los arrecifes de coral y las actividades que se hacen cuenca arriba y que pueden impactar negativamente las condiciones ambientales en los arrecifes, tales como: sedimentación a causa de la deforestación, y las construcciones sin medidas de mitigación, escorrentías pluviales arrastrando fertilizantes y pesticidas y acumulación de desperdicios sólidos en la costa que se originan en la montaña.

- e. Llevar a cabo una actividad anual de “casa abierta al arrecife” en las AMPs coordinada con las comunidades vecinas, organizaciones no-gubernamentales y legislatura municipal.

4. Restauración y recuperación de arrecifes impactados

- a. Dar seguimiento consistente al desarrollo de estos proyectos de restauración. Una vez finalizan los fondos de las propuestas ¿qué sucede con los corales?
- b. Apoyar y fomentar una expansión coordinada entre las comunidades y el DRNA en las actividades de base comunitaria de cultivo de corales y de restauración ecológica de los arrecifes de coral llevadas a cabo a través de diversas localidades en Puerto Rico para promover la participación comunitaria en la creación de fincas de corales.
- c. Designar áreas específicas en las AMPs que puedan servir como viveros para las siembras de corales.
- d. Explorar el cultivo de otras especies y identificación de otras fuentes de corales tales como, corales sueltos o creciendo en estructuras inestables para ser usados en la restauración.
- e. Facilitar financiamiento consistente y sostenible para la creación de fincas de corales, por ejemplo, en casos de

encallamiento la parte responsable debe cubrir los costos asociados a la restauración.

5. Protección de especies en los arrecifes

- a. Prohibir el uso de arpones y redes de pesca en las áreas de arrecifes.
- b. Permitir solamente la pesca de cordel y anzuelo, solamente en la modalidad de "captura y liberación" en las áreas de arrecifes de aguas llanas cerca de las costas.
- c. Establecer criaderos de Diadema para reproducción y dispersión.
- d. Establecer espacios de investigación en las AMPs para que las monitorias que se realizan al presente sean más extensas en cuanto a los organismos que se encuentran en los arrecifes más profundos.
- e. Actualizar los inventarios de biodiversidad presente en todas las AMPs.
- f. Designar "áreas de no-pesca" en todas las APs.
- g. Construcción de arrecifes artificiales y paseos submarinos.
- h. Promover la remoción del pez león.

6. Creación de Áreas Marinas Protegidas aplicando principios de planificación espacial marina.

- a. Proveer a las AMPs y RMs el apoyo institucional: financiamiento, personal y equipo necesario para cumplir con su misión de conservar y proteger los recursos naturales que contienen.
- b. Asegurar que todas estas APs tengan planes de manejo actualizados, aprobados y vigentes.
- c. Evaluar la información existente de planificación espacial marina y mapas de hábitats bénticos existente para ampliar la extensión de las RN y AMP existentes y designar nuevas APs, especialmente en la costa Norte de la Isla.

- d. Fomentar la integración y la participación de las comunidades de base, en las áreas geográficas circundantes a las AMPs, y otros grupos de interés mediante un modelo de manejo participativo.

7. Apoyo institucional

- a. Enlazar campañas de DRNA con otras agencias y Organizaciones no gubernamentales para dar a conocer las funciones y actividades de las AMPs.
- b. Fortalecer los mecanismos de comunicación sobre los arrecifes de coral, tanto entre las propias oficinas del DRNA como con las agencias externas (locales y federales) y las organizaciones no gubernamentales, dado que la EPA y la JCA tienen jurisdicción en acciones de cumplimiento dentro del marco de NPDES (permisos, descargas, MS4, etc.) y la sección 304 del CWA. Este diálogo cooperativo permitirá enfocar acciones de cumplimiento e iniciativas comunitarias tomando en cuenta las prioridades de manejo descritas en este plan.
- c. Establecer la red de AMPs de Puerto Rico, para que se comparta en todo momento los asuntos, estrategias de manejo, logros y problemas que confrontan cada una individualmente.
- d. Promover la participación del personal de las AMPs en la toma de decisiones y análisis de asuntos que puedan impactar -positiva o negativamente -al AMP en particular.
- e. Controlar las actividades de desarrollo en la costa, tomando en cuenta las medidas propuestas en el Plan de Uso de Terrenos, promoviendo desarrollos sustentables en la costa.
- f. Controlar las actividades en las cuencas hidrológicas pertinentes a cada AMP que puedan afectar a los arrecifes de coral.

8. Investigación

a. Monitorear con el propósito de sentar las bases y recopilar datos para establecer parámetros de cumplimiento a través del desarrollo de criterios biológicos de arrecifes de coral (*coral reef biocriteria*). La JCA y EPA son las agencias que desarrollarían los parámetros de cumplimiento ambiental. Monitoria regular de las áreas de arrecifes cercanas a las costas, especial atención a la estructura del arrecife (especies de corales, cobertura de coral vivo, bio-erosión, poblaciones de *Diadema antillarum*, poblaciones de peces herbívoros, especies de invertebrados, especies de macroalgas), enfermedades, calidad del agua, los procesos de dinámica de funcionamiento (ej. reclutamiento de peces, de corales), , dinámica poblacional de especies amenazadas o vulnerables, dinámica poblacional de algas, etc.) y especies exóticas como el Pez León, entre otros. Los datos recopilados en las

monitorias deben ser integrados a los planes de manejo de cada área, mediante estrategias que faciliten su aplicación.

- b. Promover entre las instituciones universitarias cercanas a las AMPs el potencial de investigación para identificar cambios en el arrecife que debemos entender para establecer estrategias de manejo, mediante alianzas para internados de estudiantes, publicaciones especiales, etc.
- c. Hacer actividades de “casa abierta” en las AMPs para investigadores y para el público interesado sobre las investigaciones que en ellas se realizan.
- d. Fomentar la participación del personal del AMP en proyectos de investigación.
- e. Explorar las estrategias para control de las poblaciones de pez león, tales como promover su consumo.
- f. Promover estudios de campo en las cuencas hidrológicas que impactan a las AMPs o RNs.

Executive summary



The main objective of this Strategic Management Plan for Coral Reefs of Puerto Rico, is to address the strategic management of coral reefs through short, medium and long term actions that will contribute to the conservation and protection of the ecosystem. This document will provide an overview of ecosystem-based management where emphasis will be placed, not only to the biological and ecological services of coral reefs, but also, to the economic uses and elements of public policy that affect the coral reefs.

The status of coral reefs in PR reflects a loss of physical structure and biodiversity. This is, basically, result of anthropogenic impacts such as: sedimentation, loss of water quality, boat's damage, divers impacts, overfishing and invasive species (Lionfish, macroalgae). Other environmental stressors associated with climate change: seawater acidification (reduced formation of the skeleton), high temperature (increases chance of bleaching) and natural tensors: diseases and hurricanes also contribute to the critical state of the coral reefs in PR.

Several documents have served as the basis for this review of the Management Plan for the Conservation and Protection of Coral Reefs of Puerto Rico (2009), as well as research on coral reefs conducted in Puerto Rico and elsewhere in the Caribbean since 2009 to 2013. Also, various documents in which the needs of the ecosystem management are identified were analyzed. In addition to the literature review, interviews, through questionnaires, were conducted with key personnel in the DNER and an electronic questionnaire was sent to a wider population. Personal interviews included Marine Reserves

Management Officers (Cordillera Reef, Isla Caja de Muertos and Mona) and DNER headquarters staff directly related to Marine Protected Areas (Community Education, Contact Person for CRPR, Navigation, Marine Resources).

To reach a greater number of people associated, in one way or another, with coral reefs, an electronic questionnaire on Survey Monkey was developed and administered of which 60 were sent and 30 were returned completed. The sample included: teachers, researchers, academics, (commercial and recreational) fishermen, divers and people related to tourism.

The activities identified by those interviewed and surveyed, and the greatest impacts on the coral reefs are: commercial fishing and recreational fishing, sedimentation, pollution, coastal development, coral diseases, and impact of climate change projections.

The management approach followed in this Strategic Plan is an ecosystem-based management, which focus on the protection of ecosystem structure, functioning and key processes. Interconnection between systems such as air, land and sea is recognized; ecological, social, economic and institutional perspectives are integrated, recognizing the interdependence of each other, and is contextualized in space.

The following eight (8) areas were identified as important for strategic management and in each specific actions are recommended:

- 1. Compliance with laws and regulations and effective oversight**

- a. Implement a thorough reform of the Ranger Corps DNER.
- b. Evaluate the effectiveness of DNER Rangers in implementing regulations to protect reefs and reformulate the structure of the Corps for greater effectiveness.
- c. Consider creating a Reef Monitoring Ranger Division by recruitment of personnel with scientific content and trained to educate boaters and other users of the reef ecosystem services, prior to the application of penalties for infringement.
- d. Assign Rangers to the MPAs.
- e. Apply the regulations for recreational fishing.

2. Education to citizens at all levels and sectors of interest

- a. Establish a collaborative education project, with curricular materials on coral reefs from elementary to high school, between the DNER, the Department of Education, Municipalities, MPAs, UPR Sea Grant and schools. Pilot projects can be developed in selected schools in the municipalities of Fajardo, Lajas, Cabo Rojo, Guanica and Culebra. It can be met in the short, medium and long term.
- b. In coordination with the MPAs (Cordillera Reef, Caja de Muertos, La Parquera, Luis Peña Canal, Coral Isla Verde), the Department of Education, UPR Sea Grant and private schools, design and implement educational field trip programs to reef areas, for students and parents in which the MPAs education staff provide them with experiences in the water to become familiar with the coral reefs, their ecological services, the connections to the inland ecosystems and their importance to the island.
- c. Promote citizenship education for action through social networks, educational television capsules, posting notices on

regulations, closures and other notes of interest at all accesses to the reefs around the island (hotels, airports, docks, marinas ramps, clubs, associations and coastal fishing trips). The educational message in these capsules should be directed to motivate the people who see or hear them to take conservation and protection actions which are needed by coral reefs to perform the ecological services that we use, such as fishing, sand, waves protection, recreation and tourism.

- d. Design a curriculum for continuing education and training, targeting tourist service providers to MPAs, on the importance of coral reefs and the proper behavior to avoid contact. This must be the first requirement for the permit concession and updated annually to renew the necessary permits. Both the initial course, and the following renewals can be online offerings that allow access to stakeholders and facilitate training.
- e. Update DNER's website. Keep it consistently up to date including relevant information about coral reefs and MPAs. In addition to the basic page DNER should create an app for smart phones with relevant information about coral reefs and MPAs.
- f. Hold an annual " Reef Day Celebration" as an activity to educate and sensitize the public on the main Marine Protected Areas in the west, north and east coasts of the island.

3. Community participation

- a. Promote and facilitate the identification of community leaders in the communities near MPAs that can establish management arrangements with the DNER through Management Boards to take responsibility for everyday steps to protect the reefs. Among these are: surveillance, maintenance of facilities and ecosystem

monitoring, among others.

- b. Promote citizen knowledge, through community education and participation projects, of the anthropogenic activities on land that can negatively impact coral reefs and the urgent need to control urban runoff containing oil and other pollutants that cause adverse impacts on coral reef health.
- c. Promote the creation of support groups - "Friends of coral reefs" -in the coastal municipalities where there are coral reefs. These support groups, may generate small businesses, using ecological services without impacting reef ecosystem and generate funds to be used for the necessary maintenance activities.
- d. Promote community activities from MPAs and RNs, that foster interest in recognizing watersheds activities which originate in the mountains and negatively impact environmental conditions on reefs, such as: sedimentation due to deforestation, and constructions without mitigation, storm water runoff carrying fertilizers and pesticides, and the accumulation of solid wastes on the coast.
- e. Conduct an annual activity of "reef open house" in MPAs coordinated with neighboring communities, non governmental organizations and municipal legislature.

4. Restoration and recovery of impacted reefs

- a. Give consistent follow-up to the development of restoration projects tracking. Once funding proposals finalized what happens to the corals?
- b. DNER should support and encourage a coordinated expansion of community-based coral farming and ecological restoration of coral reefs conducted in various locations in Puerto Rico to promote community participation in the creation of coral farms.

- c. Designate specific areas in MPAs that can serve as nurseries for coral planting.
- d. Explore farming of other species, and the identification of different coral sources for use in restoration projects, such as: loose coral or corals growing on unstable structures.
- e. Provide consistent and sustainable funding for the creation of coral farms, for example in cases of vessels groundings, the responsible party should cover the costs associated with the restoration.

5. Protection of reef's species

- a. Prohibit the use of harpoons and nets in reef areas.
- b. Allow only fishing with line and hook, only in the form of "catch and release", in areas of shallow water reefs near the coast.
- c. Establish *Diadema* nurseries for reproduction and dispersal.
- d. Establish research areas in MPAs so that the monitoring that are presently conducted are more extensive to include organisms found in the deeper reefs.
- e. Update biodiversity inventories of all MPAs.
- f. Designate "no-fishing areas" at all APs.
- g. Construction of artificial reefs and submarine trails.
- h. Promote removal of lionfish.

6. Establishment of Marine Protected Areas applying principles of marine spatial planning.

- a. Provide MPAs and MRs institutional support: funding, staff and equipment necessary to fulfill its mission to conserve and protect the natural resources that they contain.
- b. Ensure that all APs have their management plans updated and approved.
- c. Assess the existing marine spatial planning information and benthic habitats

maps to extend the extension of existing RNs and MPAs to designate new PAs, especially on the north coast of the island.

- d. Promote the integration and participation of grassroots communities and other stakeholders, in the surrounding geographical areas for MPAs, through a participatory management model.

7. Institutional Support

- a. Link DNER's campaigns with other agencies and non-governmental organizations to publicize the functions and activities of MPAs.
- b. Strengthen communication mechanisms on coral reefs, both between DNER offices and other agencies (local and federal) external agencies and NGOs, given that EPA and EQB have jurisdiction in enforcement actions within the framework NPDES (permissions, downloads, MS4, etc.) and Section 304 of the CWA. This cooperative dialogue will focus on enforcement actions and initiatives considering the management priorities outlined in this plan.
- c. Establish an MPA network in Puerto Rico, so that they may share issues, management strategies, achievements and problems at any time.
- d. Encourage staff participation in MPA decision-making and analysis of issues that may impact positively or negatively a particular AMP.
- e. Control development activities on the coast, taking into account the measures proposed in the Land Use Plan, promoting sustainable development on the coast.
- f. Control activities relevant to each AMP watershed that may affect coral reefs.

8. Research

- a. Conduct monitoring for the purpose of laying the foundation and collect data to

establish compliance parameters through the development of biological criteria for coral reefs (*coral reef biocriteria*). EQB and EPA are the agencies that develop environmental compliance parameters. Regular monitoring practice in the areas near the coast reefs, special attention to the reef structure (species of coral, live coral cover, bio-erosion, *Diadema antillarum* populations, populations of herbivorous fish, invertebrate species, species of macroalgae), diseases, water quality, dynamic processes operating (eg. recruitment of fish, coral), population dynamics of endangered or vulnerable species, population dynamics of algae, etc.) and exotic species such as lionfish, among others. The data collected in monitoring tests should be integrated into management plans for each area, using strategies to facilitate their implementation.

- b. Promote, among the nearby universities the research potential of the MPAs to identify changes in the reef that need understanding in order to establish management strategies, this means partnerships for students internships, special publications, etc.
- c. Implement "open house" activities in MPAs for researchers and interested public on the research performed in the sites.
- d. Encourage staff participation in AMPs research projects.
- e. Explore strategies to control lionfish populations, such as promoting consumption.
- f. Promote field studies in watersheds that impact MPAs or NRs.

Introducción



Consultores Educativos Ambientales, C.S.P. fue contratado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) para actualizar el Plan de Manejo para la Conservación y Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico (2009), y crear el Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico que aquí presentamos.

Sirvió como base para esta revisión el Plan de Manejo para la Conservación y Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico (2009) y las investigaciones sobre arrecifes de coral realizadas en Puerto Rico y en otros lugares del Caribe (García-Sáiz et al. 2008a; García-Sáiz et al. 2008b; Ballantine, D.L. 2008); Hernández-Delgado 2005; Burke, L. Et al. 2011). Se analizaron, también, diferentes documentos en los cuales se identifican las necesidades de manejo de este ecosistema, entre ellos: El Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico (PMZC): Revisión y Actualización (2009), *Puerto Rico's Coral Reef Management Priorities (NOAA/CRCP 2010)*, *Puerto Rico's Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Conservation 2011-2015 (DRNA 2011)*, *Coral Reef Conservation Program Goals & Objectives 2010-2015 (NOAA/CRCP 2009)*, *Coral Reef Conservation Program International Strategy 2010-2015 (NOAA/CRCP 2009)* y *An Analysis of Issues Affecting the Management of Coral Reefs and the Associated Capacity Building needs in Puerto Rico (Sustainamatrix. 2013)*.



Objetivo

Abordar el manejo estratégico de los arrecifes de coral mediante acciones a corto, mediano y largo plazo que contribuyan a cumplir con dicha misión.

Visión

Por medio de un enfoque ecosistémico se dará énfasis a los aspectos biológicos y servicios ecológicos de los arrecifes de coral y de igual forma, a los usos económicos y elementos de política pública que inciden sobre los mismos.

El arrecife de coral, gracias a su compleja arquitectura, sostiene la mayor biodiversidad de organismos y hábitats marinos del Planeta. Las especies de corales pétreos y córneos que conforman esa estructura, probablemente, como especies individuales no son consideradas por las personas como especies indispensables o importantes para el bienestar de los humanos. Sin embargo, cuando se analiza cuidadosamente los servicios ecológicos del ecosistema del arrecife de coral, se puede apreciar la diversidad de actividades de índole social, económica y cultural que dependen del buen estado de los arrecifes de coral que habitan en la plataforma insular alrededor de nuestras costas.



Bienes y servicios que proveen los arrecifes de coral

Protección de la costa

Hábitats para la pesca artesanal, comercial y recreacional

Espacios para la educación, investigación, recreación y turismo

Alimentos

Productos farmacológicos

Producción de arena

Alvarez-Filip L., 2009; Barbier, E.B., 2011; Kennedy, E.V et al., 2013; Ferrario, F., et al. 2014

Estudios de valoración económica de arrecifes de coral en diversas partes del mundo, incluyendo Puerto Rico, evidencian que éstos pueden ser considerados entre los ecosistemas más valiosos del Planeta, cuando los bienes y servicios antes mencionados se cuantifican. La aportación al desarrollo económico es de billones de dólares (National Research Council, 2004; UNEP-WCMC, 2006; Estudios Técnicos, 2007; Barbier, et al., 2011; Edwards P.E.T., 2013).

Temmerman, S. (2013) señala relacionado al valor económico de los arrecifes de coral, que la protección y restauración de los arrecifes de coral como medida de protección de la orilla, es menos costosa que la construcción de estructuras de ingeniería como diques y rompeolas, lo cual, es muy importante en momentos de cambios en el nivel del mar, como los proyectados.

Los arrecifes de coral, se han convertido a lo largo de todo el Planeta, en indicadores importantes sobre las condiciones de los océanos (Riegl, B. et al., 2009; Sale, P.F. y A.M. Szmant, 2012; Lane, D.R., et al. 2013; Palumbi, et al., 2014). Algunos ejemplos son:

1. Los eventos de blanqueamiento de corales ocurridos en 1998 y en 2005 están claramente asociados a elevaciones en las temperaturas del agua de mar por periodos extendidos (Riegl, B. et al., 2009).
2. La disminución en la velocidad de calcificación -esto es la formación de carbonato de calcio -está relacionada con el efecto de acidificación del océano a consecuencia del cambio climático (Kennedy, E.V et al., 2013.)

En Puerto Rico, la importancia de los arrecifes de coral y su condición no es diferente a lo que ocurre en otros lugares. Los arrecifes de coral, desde el Plan de Manejo para la Conservación y Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico de 2009, presentan condiciones de menor cobertura de coral vivo, aumento en el impacto de enfermedades, colonización notable de algas de todo tipo, invasión de especies exóticas y en general, pérdida de biodiversidad en el ecosistema. Además de procesos naturales como lo es el cambio climático: aumento de temperaturas del agua, la acidificación del océano y la elevación del nivel del mar, continúan presentes los impactos de la sedimentación, las descargas de aguas usadas, escorrentías con residuos de fertilizantes, pesticidas y aceites sobre los arrecifes de coral más cercanos a las costas en todas las islas que el archipiélago de Puerto Rico (Hernández-Delgado 2005; García-Saís, et al. 2008; Appledorn, R.S. et al., 2009; Bonkosky et al. 2009; Hernández-Delgado et al., 2010; Hernández- Delgado y



Sandoz-Vera 2011; Hernández-Delgado et al., 2012; Ramos-Scharrón et al., 2012). El Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC, 2009) presenta un análisis detallado de los impactos sobre los arrecifes de coral e identifica necesidades o acciones que se deben tomar para reducir esos impactos.

Desde el 2009 hasta el momento de esta revisión se han tomado iniciativas que presentan estrategias para la conservación y protección de los arrecifes de coral en Puerto Rico. Las especies *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816) y *A. palmata* (Lamarck, 1816) han sido propuestas para ser transferidas de la lista de especies amenazadas para considerarse como especies en peligro. Otras especies, que están siendo consideradas para incluirse en la lista de Especies de

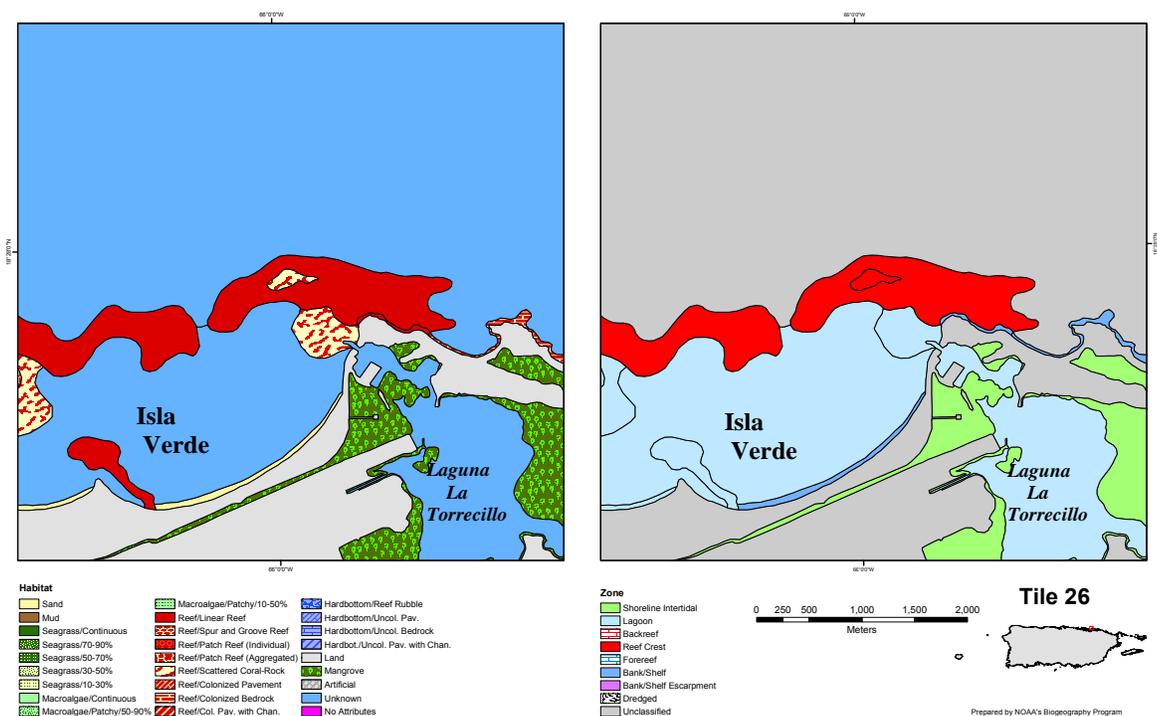
Vida Silvestre y Plantas Amenazadas o En Peligro, bajo la Ley de Especies Amenazadas (ESA, por sus siglas en inglés) son: *Agaricia lamarcki* (Milne Edwards, 1851), *Dendrogyra cylindricus* (Ehrenberg, 1834), *Dichocoenia stokesii* (Milne Edwards, 1848), *Orbicella* (= *Montastrea*) *annularis*, *Orbicella* (= *Montastrea*) *franksi* (Gregory, 1895), *Orbicella* (= *Montastraea*) *faveolata* (Ellis y Solander, 1786) y *Mycetophylia ferox* (Wells, 1973) (Federal Register, 2012). Existen diferencias entre los taxónomos sobre la interpretación de las delimitaciones del complejo *Orbicella* (= *Montastraea*) *annularis*, sin embargo, este aspecto no impide su inclusión en esta lista (especies nuevas del 2014). En el reconocimiento de la importancia que tiene la protección de estas especies, investigadores en las áreas de restauración, rehabilitación y creación de fincas/viveros de corales han levantado preocupaciones, por las limitaciones que tal designación impone a la manipulación de estos corales para sus propósitos de investigación (Hernández-Delgado, E.A. y S. E. Suleimán-Ramos, 2014).

Varias de las Áreas Protegidas de Puerto Rico han sido integradas al Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas de los Estados Unidos. Éstas son: La Reserva Estuarina Nacional de Investigación de Bahía de Jobos (Aguirre), las Reservas Naturales de Arrecifes de la Cordillera (Fajardo), el Canal Luis Peña (Culebra), Isla de Mona y las Reservas Marinas de Tres Palmas (Rincón) e Isla Desecheo. Esta designación provee una conexión importante de intercambio de información y experiencias de manejo con otras Áreas Marinas Protegidas (AMPs) en los Estados Unidos.



El DRNA creó un grupo de trabajo sobre arrecifes de coral en el que se analizan los asuntos relacionados al estado de los mismos. Otras agencias de gobierno estatal y federal, como la Junta de Calidad Ambiental, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), el Servicio Nacional de Conservación de Recursos (NRCS, por sus siglas en inglés), el Consejo de Administración Pesquera del Caribe (CFMC, por sus siglas en inglés), el Servicio Nacional de Pesquerías (NMFS, por sus siglas en inglés) y la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés), también incluyen entre sus temas de atención la protección de los arrecifes de coral lo cual ha facilitado la presencia en el campo de recursos humanos que proveen las conexiones y comunicaciones entre las agencias y los usuarios de los servicios ecológicos de los arrecifes de coral. Se han producido mapas béticos (*NOAA Coral Reef Ecosystem Integrated Observing System*), programas e información para alertar sobre eventos de blanqueamientos y enfermedades de corales (*NOAA Coral Reef Watch Program*), y diversos estudios socio-económicos para evaluar el valor económico de los servicios ecológicos que se obtienen de los arrecifes de coral y los impactos sobre el ecosistema (*NOAA's Coral Reef Conservation Program, 2013*). Iniciativas, como el *Caribbean Regional Ocean Partnership* (2012) facilitan la comunicación y colaboración entre Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses. Otras iniciativas internacionales como lo son el *Global Coral Reef Monitoring Network* (GCFRMN), el *Caribbean Large Marine Ecosystems and Adjacent Regions* (CLME+SAP), el *Caribbean Regional Fisheries Mechanism* (CRFM) extienden las conexiones y posibilidades de coordinación en toda la región del Gran Caribe para una mejor planificación del espacio marino.

Mapa bético
Arrecife de Isla Verde

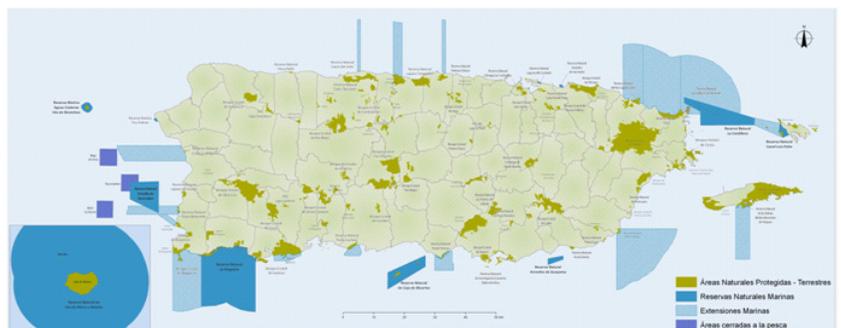


Trasfondo

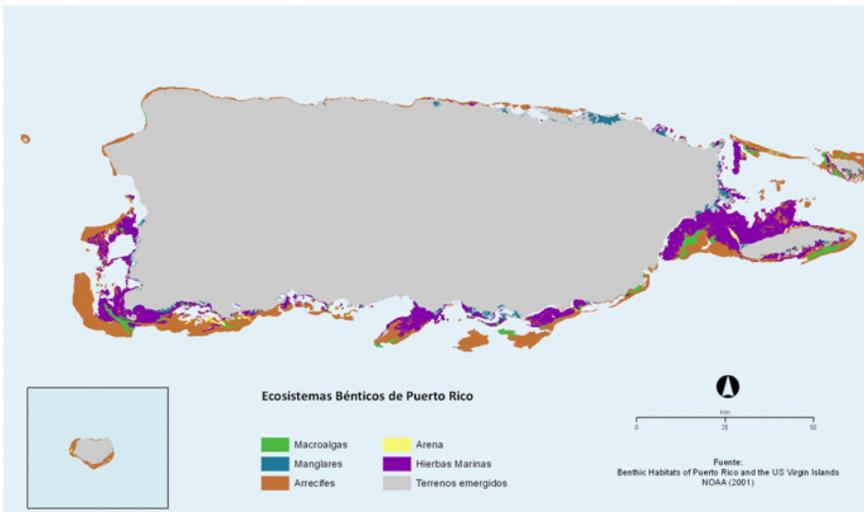


El archipiélago de Puerto Rico tiene un área aproximada de 903,900 hectáreas (DRNA, 2000). Su longitud es de 191.5 kilómetros (km) de largo por 62.7 km de ancho, cubriendo un área total de 8,928 km². Además de la Isla Grande, hay otras dos islas habitadas: Vieques y Culebra. Otras islas más pequeñas son Mona y Monito y los islotes Desecheo, Caja de Muertos, Isla Piñeros, Palominos, Sardinera, Cayo Icacos e Isla de Cabras. Para el Censo de 2010, la población de Puerto Rico fue de 3,725,789 habitantes con una densidad poblacional de 429 habitantes por km². Cerca del 56% de esta población y el 40% de los suelos urbanos, incluyendo la infraestructura de carreteras (114 millas de carreteras primarias), aeropuertos (8), puertos (8), generación y distribución de energía (6 plantas termoeléctricas), y tratamiento de aguas usadas (1,080 millas/1,728 kms de infraestructura sanitaria) se encuentran distribuidas entre los municipios costeros (DRNA, 2011). Si a esto se le suman los servicios ecológicos de los arrecifes de coral, que han sido mencionados anteriormente, se puede concluir que, básicamente, todos los habitantes de la Isla, tienen en mayor o menor grado intereses en los arrecifes de coral. La EPA y la NOAA realizan un estudio de dos años sobre la valoración económica de las actividades de recreación y turismo asociadas a los arrecifes de coral en Puerto Rico, el cual ofrecerá los datos necesarios para sustentar la idea de la amplitud de intereses (*stakeholders*) en los arrecifes de coral. Por lo tanto, los entes con interés en un manejo que promueva la conservación y protección de los arrecifes de coral incluyen: educadores, pescadores, consumidores de pescado y mariscos, empresarios relacionados con la industria del turismo y la recreación, la construcción y el desarrollo urbano, tomadores de decisiones...en fin toda o casi toda la población.

Mapa1:
Distribución de arrecifes de coral alrededor de Puerto Rico

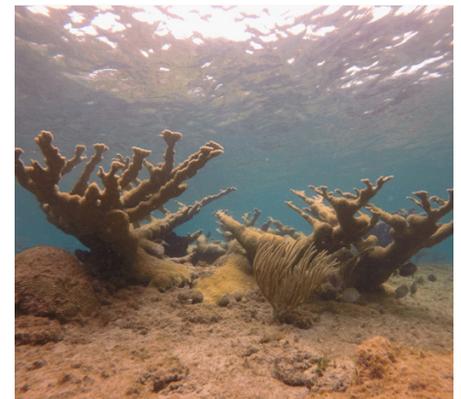


Mapa 2:
Ubicación de Reservas Marinas



Puerto Rico se encuentra rodeado de aproximadamente 500,000 hectáreas de ecosistemas de arrecifes de coral de fácil acceso, cuya profundidad no excede 20 metros (PMZC, 2009). La biodiversidad en los arrecifes de coral de Puerto Rico es representativa de esta región del Caribe. Hernández, E. (2005) informa 137 especies de corales (7 hidrocorales, 4 antipatarios, 2 telestáceos, 60 octocorales y 64 escleractínios). Ballantine, D.L. et al (2008) informan 69 especies de escleractinios y 46 especies de alcionarios encontrados en aguas llanas ($\leq 40\text{m}$) en Puerto Rico. El DRNA (2012) publica la *Guía para la identificación de los corales más comunes en Puerto Rico*, extensamente ilustrada la cual provee un recurso excelente para las comunidades costeras y las escuelas que tienen contacto más directo con los arrecifes. Aún cuando no existen inventarios -tan detallados como los de corales -de otras especies que habitan en los arrecifes de coral, se reconoce la alta diversidad de algas marinas (Ballantine, D.L., Aponte N.E. 2002).

Los arrecifes de coral de Puerto Rico se encuentran, principalmente en tres tipos de estructuras: arrecifes de franja o marginal (que son los más comunes), arrecifes de banco y arrecifes de barrera. El Mapa 1 muestra las comunidades de arrecifes coralinas alrededor de la Isla. El desarrollo más extenso de arrecifes de coral se observa en el Sudoeste y Nordeste de la plataforma insular de Puerto Rico, aunque ocurren comunidades coralinas en otras áreas. Es importante recordar, que desde el enfoque ecosistémico y protección de la biodiversidad, los corales son importantes, aunque no necesariamente estén en estructuras de arrecifes. Es posible que las mismas especies de corales se encuentren viviendo en estructuras ecológicas más simples, como son las comunidades coralinas y que éstas sirvan como reserva



o refugio para luego, dadas las condiciones ambientales adecuada para formar arrecifes.

Muchas de las áreas en las cuales se encuentran arrecifes de coral, están en unidades de manejo, tales como: reservas marinas y reservas naturales. El Mapa 2 ilustra la ubicación de estas áreas.

En la costa Noreste de Puerto Rico, la plataforma insular está parcialmente protegida del oleaje por una cadena de arrecifes emergentes que proveen protección a las costas, originando aguas tranquilas y creando condiciones favorables para la formación de playas arenosas (DRNA-PMZC 2011). Las reservas naturales como la Reserva Natural de Arrecifes de la Cordillera, en Fajardo y La Reserva Natural del Canal Luis Peña, en Culebra contienen las extensiones más diversas de arrecifes de coral en esta región (Hernández-Delgado E.A. 2005; García-Sáiz, et al.2008a; Scharer M.T.,M.I. Nemeth, C. Diez 2009).

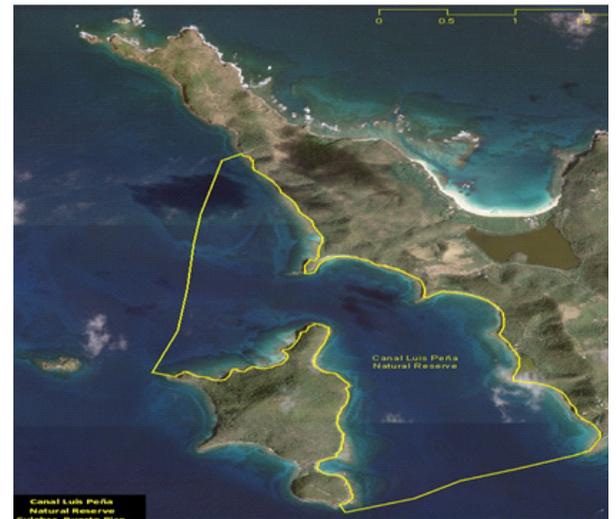


Reserva Natural de Arrecifes de Isla Verde

Las extensiones marinas de las Reservas Naturales del Bosque de Piñones, del Río Espíritu Santo, del Corredor Ecológico del Noreste y las Cabezas de San Juan, también contienen fondos idóneos para sostener comunidades coralinas en la plataforma sumergida. Es importante, que en estas áreas se realicen las investigaciones de campo y levantamiento de los rasgos topográficos de los fondos, necesarias para documentar el estado de las comunidades coralinas presentes.

Reserva Marina Canal Luis Peña, Culebra

Las condiciones de una plataforma insular estrecha en las costas del Norte y Noroeste, y el fuerte oleaje del Océano Atlántico provoca que, las formaciones de arrecifes de coral sean menores. Esto se debe a que las aguas costeras en ambos litorales reciben cantidades sustanciales de sedimentos y nutrientes que provienen de la descarga de los ríos más grandes y caudalosos de





Puerto Rico. Como consecuencia inhibe el crecimiento adecuado de los corales al disminuir el proceso de fotosíntesis y aumentar su respiración y producción de mucosidad. Estudios recientes han (a pesar de estas condiciones) identificado poblaciones importantes de arrecifes de coral, en la costa Norte, que se han mantenido en excelentes condiciones. Por tal razón se designaron la Reserva Marina de Tres Palmas en el Municipio de Rincón, en el 2004 (Ley 17 de 2004) y la Reserva Marina del Arrecife de Isla Verde en el Municipio de Carolina, en el 2012 (Ley 274 de 2012). Es importante destacar el hecho de que ambas reservas marinas están muy cercanas a la costa, con condiciones de gran desarrollo urbano, especialmente la Reserva Marina del Arrecife de Isla Verde en Carolina. Sin embargo, en estas condiciones el ecosistema del arrecife de coral ha logrado un balance que ha permitido el crecimiento de especies de corales comunes de nuestra región. Ambas reservas presentan lugares idóneos para investigaciones que puedan aportar a conocer las adaptaciones que pueden tener los corales presentes en estas condiciones. En la costa norte, Vega Baja y Manatí, se documenta la presencia de arrecifes de coral con poblaciones remanentes de alta densidad del coral Cuerno de venado (*Acropora palmata*) en excelente condición, pero bajo amenazas significativas debido a la contaminación (Hernández-Delgado et al., 2011; Díaz-Ortega y Hernández-Delgado, 2014).

Importancia de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs)



El concepto de Área Marina Protegida se utiliza para caracterizar la protección espacial de los recursos marinos. La Orden Ejecutiva Federal (mayo 2000) define AMP como “cualquier área del ambiente marino que ha sido reservada por leyes o reglamentos federales, estatales, territoriales, tribales o locales para proveer protección duradera para parte o la totalidad de los recursos naturales y culturales allí presentes” (Upton H.F y E.H. Buck 2010). La Ley Núm. 307, del 12 de julio de 2000 del Estado Libre Asociado de Puerto Rico faculta al DRNA para identificar y establecer reservas marinas en áreas de necesidad prioritaria a ser conservadas para su recuperación, en un tres(3) por ciento de la plataforma insular de Puerto Rico e islas adyacentes en un término de tres (3) años (DRNA 2003). La designación, de un área en particular, como Reserva Natural o como Reserva Marina, le concede elementos de administración, de conservación y protección a las especies y hábitats presentes en estas áreas (DRNA 2003). En una reserva natural, al igual que en una reserva marina se establecen medidas que pueden incluir reglamentación de navegación en sus límites, la prohibición de pesca o captura de especies y el control de visitación en el área. Por lo general, son espacios idóneos para la investigación y la educación ambiental.

Investigaciones llevadas a cabo en diferentes países, incluyendo a los Estados Unidos, presentan evidencia de que, en general, el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas pueden contribuir a la conservación y protección de los arrecifes de coral y otros ecosistemas marinos (Aguilar-Perera A, M. Scharer y M. Valdés-Pizzini 2006; Bennett N.J. y P. Dearden 2014; DRNA-PMZC 2011; Aburto-Oropeza O et al. 2011; Upton H. F. y E.H. Buck

2010; NOAA-National Marine Protected Areas Center 2008, 2013).

Para el año 2007, López-Rivera M (DRNA-PMZC 2007) informó que aproximadamente el 50.19% de los arrecifes de coral de Puerto Rico están ubicados dentro de alguna de las AMPs. En el 2009 existían en la Isla 832, 984.9 cuerdas clasificadas como Reservas Naturales Marinas y Extensión Marina de Reserva Natural (DRNA 2011). Al presente debe haber aumentado considerablemente ya que se suma el área de la Gran Reserva del Corredor Ecológico del Noreste (Luquillo y Fajardo) y la Reserva Marina del Arrecife de la Isla Verde, en Carolina. Al ser Áreas Naturales Protegidas (ANP) deben contar con un Plan de Manejo debidamente aprobado por el DRNA. Sin embargo, no todas

cumplen con ese requisito.

Gran parte de estos espacios en la plataforma insular que están ocupados por arrecifes de coral, están contenidos dentro de los límites de manejo de Áreas Protegidas, que pueden ser Reservas Naturales o Reservas Marinas. Se resumen en la Tabla 1, las más reconocidas por la presencia de arrecifes de coral en ellas.

La Reserva Estuarina Nacional de Investigación de Bahía de Jobos, en Aquirre, aunque tiene ecosistemas de arrecifes de coral, no se incluye en la Tabla 1, pues hasta el momento no tiene designación como Reserva Natural.

La mayoría de los arrecifes de coral, con los que el público está familiarizado y se describen en los libros sobre el ambiente marino, son los que se encuentran en aguas poco profundas - hasta 30 metros -y algunos muy cerca de la orilla.



Tabla 1. Áreas Protegidas (Reserva Naturales, Bosques, Reservas Marinas) DRNA, 2006

Área Natural	Municipio(s)	Ecosistemas presentes
Punta Petrona	Santa Isabel	Arrecifes, manglares, cayos, hierbas marinas, dunas
La Parquera	Lajas, Cabo Rojo y Guánica	Arrecifes, cayos, manglares, bahía bioluminiscente
Arrecifes de La Cordillera	Fajardo	Cayos, arrecifes, manglares, playas
Isla Caja de Muertos	Ponce	Arrecifes, cayos, playas, manglares
Arrecifes de Guayama	Arroyo	Arrecifes
Bosque Estatal de Guánica	Guánica, Yauco y Guayanilla	Arrecifes, playas, costa rocosa
Isla de Mona y Monito	Mayagüez	Arrecifes, playas, costa rocosa
Arrecifes de Tourmaline	Mayagüez	Arrecifes
Canal Luis Peña	Culebra	Arrecifes
Isla Desecheo	Mayagüez	Arrecifes
Tres Palmas	Rincón	Arrecifes
Reserva Marina del Arrecife de la Isla Verde	Carolina	Arrecife, playa
Bosque de Piñones	Loiza, Carolina	Manglares, lagunas, playas, costa rocosa
Gran Reserva del Corredor Ecológico del Noreste	Luquillo, Fajardo	Ríos, manglares, lagunas, estuarios, praderas de hierbas marinas, playas, arrecifes

Esto no significa, que no existan ecosistemas de corales en aguas más profundas. Lutz SJ y RN Ginsburg (2007) documentan datos sobre las comunidades coralinas en aguas profundas del Caribe -por debajo de 100 metros -incluyendo, la Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos alrededor de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses. Los informes de monitoría de fondos de corales mesofóticos en aguas profundas (30-90 metros) de Vieques, Isla Desecheo, Bajo de Sico y Arrecife Tourmaline, presentados por García-Sais et al. (2008) al DRNA y al Consejo de Administración Pesquera del Caribe indican la presencia de comunidades de corales hermatípicos saludables en estas profundidades. La morfología de estos fondos profundos varía desde sustrato arenoso, parchos dispersos de arrecifes rodeados de arena, pavimentos colonizados, depósitos de arrecifes de rodolitos (algas), y una pared de hábitat rocoso en el caso del arrecife de Tourmaline, en el área oeste de la Isla (García-Sáis, et al.(2013). Han sido reportados especies de los géneros *Montastraea*, *Orbicella*, *Pseudodiploria*, *Agaricia*, *Porites*, *Diploria*, *Colpophylia* y *Siderastrea*. Destacan los investigadores la forma de crecimiento achatada de estos corales en esas profundidades. Debido a las proyecciones de los posibles impactos de los cambios en el nivel del mar y la acidificación del agua de mar, es necesario prestar más atención a estas comunidades arrecifales profundas, que bien pudiesen servir como fuente de biodiversidad en el futuro.



Arrecifes de profundidad

Estado de los arrecifes



Estudios recientes sobre el estado de los arrecifes de coral en el Caribe, evidencian una clara disminución en la complejidad de la estructura de los mismos desde tarde en la década de los 1970's debido, principalmente, a la pérdida de *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* causada por la enfermedad de banda blanca que diezmo estas especies. A esto se suma, en un momento, el aumento extraordinario del erizo *Diadema antillarum* por la pesca excesiva de peces herbívoros y más tarde la reducción, casi eliminación en algunos lugares del *Diadema* causada por la infección de esta especie sufrida en la región. La recuperación de las poblaciones de *Diadema* en Puerto Rico ha sido lenta, y en algunos casos, indican que no ocurrirá (Ruiz-Ramos, D. et al. 2011). Estos eventos, conectados entre sí, que afectan a todo el ecosistema, son responsables en la actualidad de pérdida en la estructura de los arrecifes de coral y la baja cobertura de coral vivo en Puerto Rico y, prácticamente en toda la región del Caribe (Hernández, E.A. 2005; García-Sáis, et.

al. 2010, 2008a, 2008b; Álvarez-Filip L. et al. 2009). Cuando se refiere a la pérdida de estructura del arrecife de coral, a parte de la arquitectura física del arrecife -que ha sido visualmente comparada a una ciudad sumergida, con sus calles, edificios y laberintos - también se refiere a la pérdida de biodiversidad al reducirse las poblaciones de erizos negros, peces loros y cotorros, tiburones y probablemente otras especies de animales que dependen de la estructura variada del arrecife para establecer su hábitat (Riegl B, et al. 2007; Hughes TP et al. 2010).

Las diferentes especies de corales que componen el arrecife, tienen capacidades naturales para, en periodos variables de tiempo, recuperarse de esos impactos naturales que alteran los procesos biológicos en el ecosistema (Palumbi SR, et al. 2014). Sin embargo factores como la sedimentación o la pérdida de transparencia en el agua, originada en prácticas inadecuadas de agricultura en las cuencas hidrográficas que generan escorrentías ricas en nutrientes causando eutrofización de las aguas, aumentan el estrés a que se someten los corales y se disminuye o, se pierde totalmente la capacidad de reponerse (Hernández-Delgado EA. 2005; Norat-Ramirez J. et al. 2009; Hernández-Delgado et al. 2010, 2011; Hughes TP. 2010; Hernández-Pacheco 2011; Díaz-Ortega y Hernández-Delgado 2014).

Las amenazas antropogénicas sobre los arrecifes de coral, alrededor de todo el archipiélago de Puerto Rico, fueron identificadas por numerosos estudios científicos (Mackenzie y Benton 1972; Goenaga y Cintrón 1979; Goenaga y Boulon 1992; Hernández-Delgado 1992, 2000; Hernández-Delgado E., 2005; García-Sáis, et. al. 2008a, 2008b, 2010). Están esencialmente asociadas al aumento consistente en la urbanización de la zona costanera, especialmente en la zona Nordeste de la Isla (PMZC 2009). Las actividades de construcción e impermeabilización del suelo provocan el aumento en las escorrentías pluviales arrastrando los sedimentos hacia los arrecifes de coral cercanos a la costa. Las deficiencias en el tratamiento de las aguas usadas en las comunidades costeras con sistemas de tratamiento de aguas usadas deficientes contribuyen al deterioro

de la calidad del agua en el arrecife, debido a las escorrentías ricas en nitrógeno y otros nutrientes (Norat-Ramírez J. et al 2009; Ramos-Scharrón C.E. 2009).

La pesca -comercial/artesanal y recreativa -impacta la estructura biológica del arrecife, ya que remueve especies claves de las redes alimentarias que sostienen el ecosistema, o retiran peces en sus mejores épocas de reproducción. Los peces herbívoros como los loros, mantienen las poblaciones de macroalgas controladas y de esta forma los corales pueden reclutarse y crecer normalmente. Los peces depredadores de niveles superiores como los tiburones, mantienen a su vez, las poblaciones de otros peces controladas. En las estadísticas de desembarco de pesca sometidas por los pescadores comerciales al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras en 2011 se informan 574,236 libras de peces e invertebrados, todas ellas relacionadas en alguna forma a los arrecifes de coral (datos obtenidos del Consejo de Administración Pesquera del Caribe). Aún, las especies capturadas en aguas profundas, en algún momento de su ciclo de vida utilizan el arrecife como hábitat.

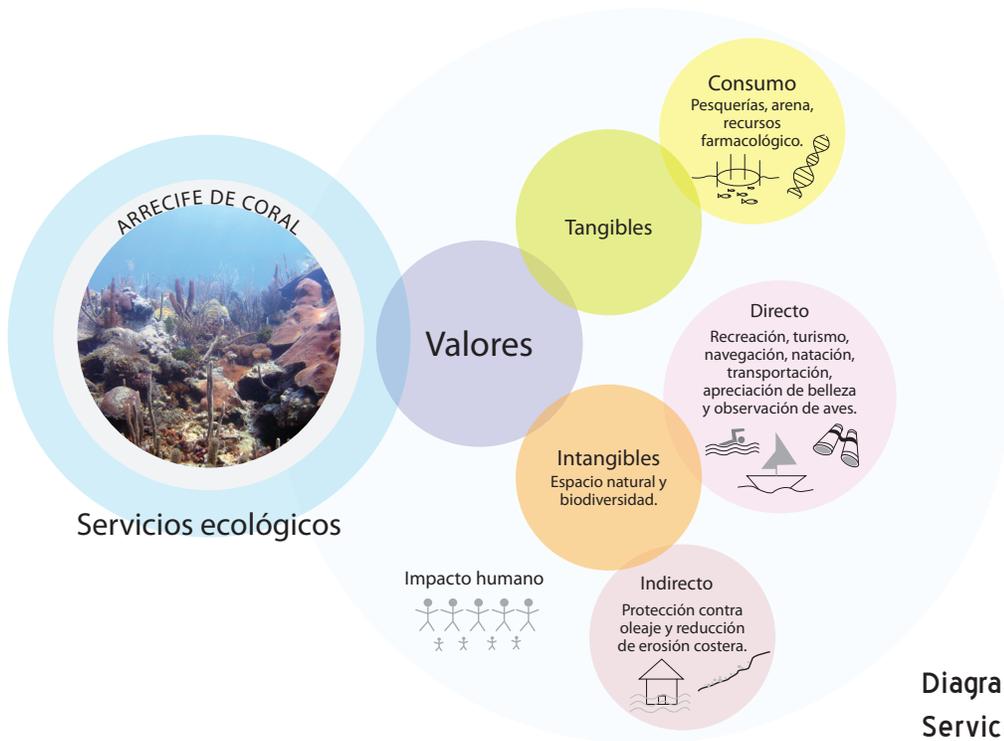
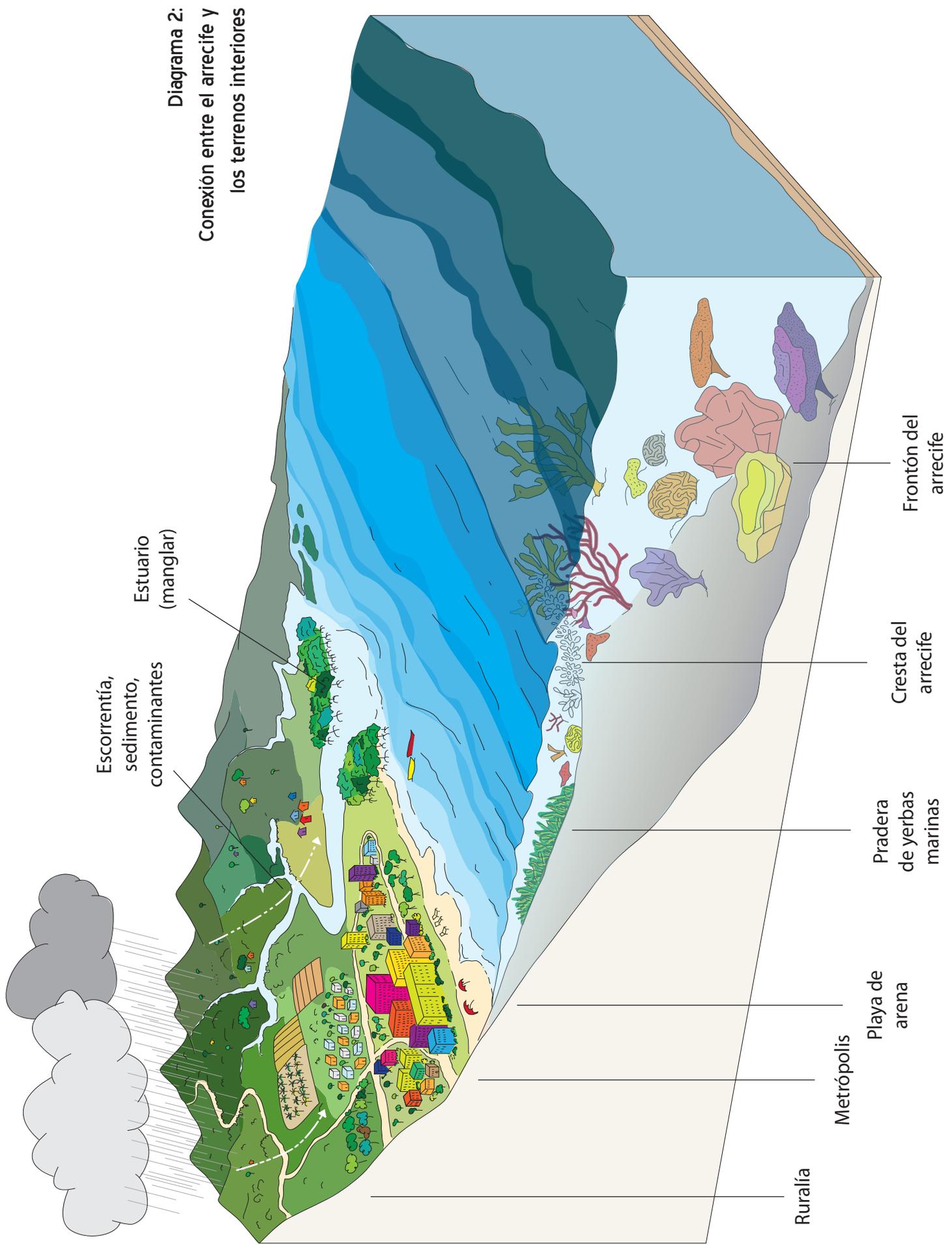


Diagrama 1:
Servicios ecológicos de los
arrecifes de coral



La Ley de Pesquerías de Puerto Rico (Ley Núm. 278 del año 1998, según enmendada) establece controles de artes de pesca y épocas de pesca para diferentes especies en las aguas territoriales y los Planes de Manejo Pesquero del Consejo de Administración Pesquera del Caribe hacen lo propio para las aguas en la Zona Económica Exclusiva. Aún así, una de las amenazas a los arrecifes de coral, más señaladas en las encuestas, es la violación de las leyes y reglamentos. Esto debido a la falta de vigilancia adecuada y la pobre comunicación entre los pescadores y las agencias reguladoras.

En Puerto Rico hay aproximadamente 27 instalaciones náuticas, con sobre 3,007 muelles. Las actividades náuticas, incluyen pesca deportiva, paseos en embarcaciones y actividades múltiples utilizando una embarcación. La intensidad en la actividad náutica también se refleja por la abundancia de embarcaciones. De acuerdo con los datos suministrados por el Comisionado de Navegación del DRNA, en el año 2007 en Puerto Rico había 62,360 embarcaciones registradas. Entre 1994 y 2007, el crecimiento anual promedio en el número de embarcaciones registradas fue de 4.3%. Estos datos incluyen los botes de pescadores comerciales, recreativos y los charters (DRNA-PMZC 2008).

El aumento en el número de embarcaciones recreativas y el uso de los cayos y arrecifes cercanos a la costa para actividades lúdicas presenta amenazas físicas a la estructura del arrecife, debido al encallamiento de las embarcaciones y los impactos a la calidad del agua por derrames de combustible y desperdicios sólidos en el agua. Estos impactos han sido documentados también en las praderas de hierbas marinas asociadas a los arrecifes, especialmente el daño mecánico causado por anclas en los fondos. A pesar de que se instalaron boyas de amarre, en lugares críticos, el número de embarcaciones, la falta de vigilancia y la poca conciencia de los navegantes continúan siendo amenazas para los arrecifes. Actividades recreativas como el buceo sin tanques y el buceo con tanques, se documentan en La Parquera y en La Cordillera. De igual forma se evidencian incidentes debido al comportamiento de los buzos, que impacta

negativamente a los corales en los arrecifes. Como ejemplo, el contacto directo del buzo con el coral puede depositar sedimentos sobre los corales, causar daño a los tejidos vivos y fracturar los esqueletos (Krieger, J.R & N.E. Chadwick, 2013).

Cabe señalar que, además de su importancia social, las actividades de recreación en la zona costanera proveen beneficios a la economía del País. Los datos estadísticos más recientes sobre los gastos de los pescadores recreacionales en Puerto Rico, publicados por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas en 2011 (Lovell, S, S. Steinback y J. Hilger), ascienden a 72 millones de dólares. El impacto económico de estos gastos

en la recreación marina no pudo ser estimado debido a que en el momento no tenían un modelo de entrada-salida para Puerto Rico. De acuerdo al estudio de “Valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra”, comisionado por el PMZC del DRNA, se estima que alrededor de 394,269 personas visitaron el área de estudio en el año 2007, las cuales gastaron un total de \$192,027,166 en actividades náuticas y subacuáticas, entre otras (Estudios Técnicos 2008).



Tabla 2. Marinas en Puerto Rico

Nombre de la marina	Municipio	Núm. de embarcaciones
Aguadilla Yacht Club	Aguadilla	100
Club Náutico El Parterre	Aguadilla	
Arecibo Yacht Club	Arecibo	85
Club Náutico de Arecibo	Arecibo	
Club Náutico de Boquerón	Cabo Rojo	111
Bahía Marina Boquerón	Cabo Rojo	
Boca Cangrejos Yacht Club	Carolina	150
Isleta Marina	Fajardo	306
Conquistador Marina	Fajardo	21
Marina Puerto del Rey	Fajardo	750
Puerto Chico Marina	Fajardo	280
Sea Lovers Marina	Fajardo	150
Villa Marina Yacht Harbour	Fajardo	250
Club Náutico de Guayama	Guayama	
Club Náutico Pozuelo	Guayama	42
Karollette Charter	Humacao	33
Marina de Palmas	Humacao	17
Palmas Shipyard Marine	Humacao	
Marina Harborside	Humacao	170
Club Deportivo del Oeste Joyuda	Cabo Rojo	60
Club Náutico de la Parquera	Lajas	
Club Náutico de Mayaqüez	Mayaqüez	
Club Náutico de Ponce	Ponce	160
Marina de Salinas	Salinas	101
Salinas Marina & Posada El Náutico	Salinas	
Club Náutico de San Juan	San Juan	96
San Juan Bay Marina	San Juan	125

Fuente: Datos recopilados por Estudios Técnicos, Inc. (2007).



En resumen, la condición ecológica de los arrecifes de coral en Puerto Rico en estos momentos, no es muy diferente de la descripción de “condición preocupante” contenida en el Plan de Manejo en el 2009.

Las respuestas obtenidas en las entrevistas y en el cuestionario electrónico confirman que continúan presentes los siguientes impactos:

- 1) descargas de sedimentos de las cuencas hidrográficas y la re-suspensión de los sedimentos sobre los corales,
- 2) la contaminación por aceites, aguas usadas, fertilizantes, pesticidas, etc. que provienen de fuentes terrestres y
- 3) la pesca comercial y recreacional. Se suman a estos impactos las enfermedades de corales y los impactos de los cambios climáticos que están causando un aumento en temperaturas del agua de mar y que pueden provocar blanqueamiento de los corales.

Las actividades antropogénicas -agricultura, ganadería, deforestación, pobre manejo de suelos y pendientes, construcción de viviendas, carreteras y caminos -en las cuencas hidrográficas, cuyos caudales desembocan en las costas con arrecifes de coral cerca (Bonkosky et al. 2009; Norat-Ramírez J. J.H. Mattei y E.A. Hernández-Delgado 2009; Ramos-Scharrón, 2009; DRNA 2011a, 2011b.; Ramos-Scharrón et al. 2012; Méndez-Lázaro et al. 2013; Norat-Ramírez et al. 2013; Whitall D. et al. 2013) son fuentes de fertilizantes, pesticidas, metales pesados, desperdicios sólidos y sedimentos que impactan la transparencia y la calidad del agua en los arrecifes de coral cercanos a las costas.

Un aspecto importante que debe ser incluido en todo análisis de arrecifes de coral es el posible impacto del cambio climático sobre este ecosistema. El informe presentado, en el año 2013, por el Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCPR) señala como posibles impactos del cambio climático sobre los arrecifes de coral los siguientes:

- 1) cambio en la estructura de biodiversidad del ecosistema por el aumento de eventos de blanqueamiento y enfermedades de corales, efectos de tormentas mayores que causen la desaparición de algunas especies.
- 2) cambios en la estructura de los corales y otros organismos calcáreos por la acidificación del agua de mar
- 3) cambios en la estructura del arrecife debido a la elevación en el nivel del mar que provocará la migración de especies.





La Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELA) de 1952 en su Artículo VI Sección 19 declara que será política pública la más óptima conservación de los recursos naturales y el aprovechamiento de los mismos para el beneficio de todos los ciudadanos. En 1993, se renomina el Departamento de Recursos Naturales como Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y el documento aprobado el 9 de diciembre de 1993 por ambas Cámaras Legislativas establece lo siguiente en su Artículo 1 -Declaración de Política Pública:

“Desde 1952, tras la aprobación de la Constitución de Puerto Rico, existe una política pública relacionada con la conservación, el desarrollo ambientalmente sostenible y el aprovechamiento de los recursos naturales. A tono con esta política pública se ha concedido al Departamento de Recursos Naturales, desde su creación en el 1972, la misión de manejar, proteger, conservar, desarrollar y aprovechar los recursos naturales y el ambiente de la Isla. Es este un fin primordial del gobierno ya que, por nuestro tamaño y condición de isla, es prioritario el buen manejo de nuestros recursos y la protección del ambiente”.

Se fortalece esa política pública, en cuanto a los arrecifes de coral se refiere, mediante la Ley Número 147 de 15 de julio de 1999, según enmendada, la cual establece la base legal para la protección de los mismos. Por consiguiente, la misión del DRNA, en lo que respecta a los arrecifes de coral, es proteger, conservar, y restaurar los organismos y procesos para mantener el ecosistema saludable.



Leyes y Reglamentos



Al presente existen Leyes y Reglamentos tanto en la jurisdicción estatal como en la jurisdicción federal en los cuales se apoyan las acciones para manejar, proteger, conservar y restaurar los arrecifes de coral en Puerto Rico. Entre estas, se identifican como aplicación directa los siguientes:

1. Ley de Política Ambiental y Enmienda de 2006, (Ley num. 416 22 de septiembre de 2004). Esta Ley tiene como propósitos el actualizar las disposiciones de la Ley Sobre Política Pública Ambiental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico; promover una mayor y más eficaz protección del ambiente; crear un banco de datos ambientales y sistema de información digitalizada; asegurar la integración y consideración de los aspectos ambientales en los esfuerzos gubernamentales por atender las necesidades sociales y económicas de nuestra población, entre otras; promover la evaluación de otras políticas, programas y gestiones gubernamentales que puedan estar conflagrando o impidiendo el logro de los objetivos de esta Ley...

En lo que concierne al Plan de Manejo Estratégico de Arrecifes e Coral de Puerto Rico, se aplica el Artículo 3C.-Declaración de la política pública ambiental:... “el Estado Libre Asociado de Puerto Rico 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”.

2. Ley de Pesquerías (Ley 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada), y el Reglamento Número 6768. Su aplicación en el manejo estratégico de los arrecifes de coral se basa en la reglamentación y administración de las pesquerías, incluyendo pesca comercial y pesca recreativa, en las áreas de arrecifes.
3. Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico (Ley Número 147 de 15 de julio de 1999) y el Reglamento Número 2577 de 2 de febrero de 2008 para Controlar la Extracción, Posesión, Transportación y Venta de Recursos Coralinos, faculta al Secretario del DRNA a desarrollar un programa con el interés particular de conservar, manejar y proteger estos ecosistemas.
4. Nueva Ley de Vida Silvestre (Ley 241 de 15 de agosto de 1999) y el Reglamento Núm. 6766 para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. En ésta se identifican las especies vulnerables y se establecen reglas para promover su protección y conservación incluyendo los hábitats naturales críticos y los hábitats naturales críticos esenciales para estas especies.

5. Ley para la Promoción y el Desarrollo de la Pesca Deportiva y Recreacional de Puerto Rico (Ley 115 de 6 de septiembre de 1997). Se promulga esta Ley para incentivar el uso adecuado de los recursos acuáticos y marinos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, promover el deporte de pesca y la participación en el mismo por toda la familia, promover la Isla como un centro internacional para la práctica de esta actividad deportiva y recreacional, promover la conservación de nuestros recursos naturales y viabilizar la protección y vigilancia de éstos.
6. Ley de recuperación del 3% de la plataforma insular de Puerto Rico (Ley 307 del 12 de julio de 2000). Tiene como propósito el que DRNA deberá identificar y establecer reservas marinas en áreas de necesidad prioritaria a ser conservadas para su recuperación, en un tres(3) por ciento de la plataforma insular de Puerto Rico e islas adyacentes en un término de tres (3) años.
7. Ley de la Reserva Marina Tres Palmas de Rincón, Ley Núm. 17 del 8 de enero de 2004. Designa el litoral costero localizado en el municipio de Rincón como reserva marina para la conservación de su biodiversidad y el manejo adecuado de la misma. Esta es la primera reserva marina designada en Puerto Rico.
8. Ley de la Reserva Marina Arrecife de la Isla Verde, Ley Núm. 274 del 26 de septiembre de 2012, para delimitar y designar el área de la reserva marina en el litoral costero localizado en el municipio de Carolina para propósitos de conservación y manejo.

Leyes y Reglamentos Federales

Ley de Especies en Peligro de Extinción Endangered Species Act (1973) 16 USC secs. 1531 et seq. y Marine Mammal Protection Act (1972) El objetivo de la Ley es proteger las especies amenazadas y en peligro de extinción y proporcionar los medios para conservar sus hábitculos. Al amparo de esta ley se establecen las listas federales de especies amenazadas y en peligro de extinción. Las especies de corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, las tortugas marinas (*Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas* y *Dermochelys coriacea*), han sido designadas como amenazada y o en peligro de extinción. Bajo esta ley están promulgados documentos de designación de hábitculos críticos y reglamentos para la aplicación de esta ley.

Ley de Conservación de Arrecifes de Coral (2000), enmendada en el año 2007 (16 U.S.C. §6401; PL 106-562). Establece un programa nacional para preservar, sostener y restaurar la condición de los ecosistemas de arrecifes de coral y desarrollar información científica sólida sobre la condición de los ecosistemas de arrecifes e coral y las amenazas a estos ecosistemas.

Orden Ejecutiva 13158 de mayo de 2000 firmada por el Presidente William J. Clinton sobre Áreas Marinas Protegidas. Requiere el desarrollo de un sistema nacional de AMPs que represente los diversos ecosistemas marinos de los Estados Unidos y los recursos naturales y culturales de la Nación. Define un "área marina protegida" como "cualquier área del ambiente marino que ha sido reservada por leyes o reglamentos Federales, Estatales, territoriales o tribales para proveer protección duradera para parte o la totalidad de los recursos naturales y culturales que se encuentran en ella".

Ley Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. Public Law 94-265 enmendada en 2004. Establece reglamentación para las pesquerías comerciales y recreativas. Obliga a la creación de Planes de Manejo Pesquero para las especies y los hábitats esenciales en la Zona Económica Exclusiva bajo jurisdicción Federal.

Orden Ejecutiva 13547 del 19 de julio de 2010. Promulgada por el presidente Barack Obama establece la Política Nacional para la Mayordomía del Océano, las Costas y los Grandes Lagos. En ella se destaca la necesidad de mejorar y mantener la salud del océano, de las costas y de los Grandes Lagos, mediante asociaciones de trabajo con Estados, tribus y otros colaboradores para enfrentar los retos con soluciones basadas en la ciencia.



Marco Institucional



La conservación y protección de los arrecifes de coral es una responsabilidad compartida entre diferentes agencias y niveles de gobierno: estatal, municipal y federal. En el espacio estatal la tarea corresponde, esencialmente, al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, el cual además de administrar las leyes y reglamentos para la gestión de las Reservas Naturales y las Reservas Marinas, es responsable de la conservación y protección de los recursos marinos en su acepción más amplia, como parte de su Misión y Visión constitucional. La Junta de Calidad Ambiental (JCA) controla la contaminación de las aguas, del aire y del suelo, para asegurar una mejor calidad de vida. La Junta de Planificación (JP) es responsable de que se mantenga un balance entre el desarrollo, la conservación, la protección y la preservación del ambiente natural dentro de una visión de

desarrollo sustentable para una mejor calidad de vida. El Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUTPR) presta atención a la zonificación de Áreas Protegidas.

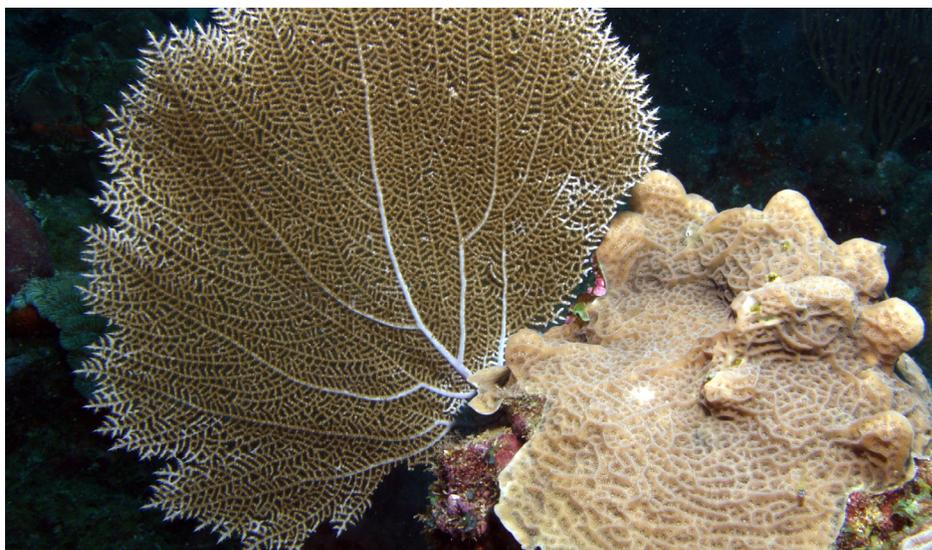
Los Municipios Autónomos ubicados en la costa, tienen jurisdicción sobre las actividades que se realizan en ellas. En el caso específico del Municipio de Culebra en virtud de la Ley 77 de

1975, según enmendada por la Ley 176 de 2002, y en virtud del Segmento de Culebra del Plan de Manejo de la Zona Costanera de 1976, la Autoridad de Conservación y Desarrollo de Culebra (ACDEC) tiene jurisdicción sobre las aguas alrededor de Culebra y las actividades que se desarrollan en ella. En algunos casos, la vigilancia de las actividades en la costa que pueden afectar a los arrecifes, tales como la pesca con arpón o navegación en el área protegida, puede ser compartida con autoridades del Municipio. Este es el caso de la Reserva Marina del Arrecife de Isla Verde, en Carolina, donde la vigilancia es realizada principalmente por la Policía Municipal.

Algunas agencias federales tienen responsabilidades que inciden en la conservación y protección de los arrecifes de coral en Puerto Rico. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos- Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-NRCS, por sus siglas en inglés) asiste a los propietarios de terrenos en la conservación de suelos, agua y otros recursos naturales. Al presente conduce varios estudios en las cuencas hidrográficas del Río Loco en Guánica y Yauco (<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/pr/programs>). El Servicio de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés) se ocupa de conservar, proteger y mejorar peces, vida silvestre y sus hábitats. Son responsables de aplicar las leyes y reglamentos federales de vida silvestre. Manejan Refugios de Vida Silvestre en Desecheo, Cabo Rojo, Vieques y Culebra en los cuales se encuentran arrecifes de coral. Además han apoyado a través del Programa de Costas varias iniciativas de cultivo de corales y restauración ecológica de arrecifes de coral en Culebra y en Cabo Rojo. El Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA-NMFS, por sus siglas en inglés) conserva, protege y maneja los recursos marinos vivos como parte del ecosistema marino mayor. El Centro de Ciencias Pesquera del Sudeste conduce investigación en pesquerías en Puerto Rico para el Consejo de Administración Pesquera del Caribe. La Oficina de Recursos Protegidos, es parte de la Oficina de Campo del Caribe del Servicio de

Pesca y Vida Silvestre y es responsable de la protección de los mamíferos marinos y la vida marina en peligro de extinción. El Programa de Conservación de Corales de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA-CRCP, por sus siglas en inglés) provee asesoramiento técnico, financiamiento y capacitación para el manejo efectivo y la conservación de los ecosistemas de arrecifes de coral en Puerto Rico.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), en su misión de proteger la salud humana y el ambiente, establece criterios de calidad para aire y agua así como la protección del subsuelo. Bajo mandato de la Ley Federal de Agua Limpia, la EPA trabaja para asegurar que los ecosistemas acuáticos, incluidos los arrecifes de coral, pueden sostener comunidades biológicas



saludables y resilientes. En Puerto Rico, se involucra en la limpieza de lugares contaminados, permisos para sistemas de tratamiento de aguas y el cumplimiento de estos, investigación ambiental, entre otros asuntos.

El Consejo de Administración Pesquera del Caribe (CFMC, por sus siglas en inglés) es un ente regional responsable del manejo de las pesquerías en la Zona Económica Exclusiva (desde el límite de las aguas territoriales hasta 200 millas mar afuera) de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses. En 1994 produjo el Plan de Manejo de Corales, Plantas e Invertebrados Asociados al Arrecife, el cual fue enmendado en el 2013 y está en vigor al momento.

Además de las agencias de gobierno identificadas, se reconocen Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) que manejan Áreas Protegidas en las cuales se encuentran arrecifes de coral. El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, es una organización privada, sin fines de lucro. Posee propiedades y además, administra algunas propiedades del Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. La Reserva Natural de las Cabezas de San Juan, en Fajardo y la Hacienda La Esperanza, en Manatí son Áreas Protegidas en las cuales hay arrecifes de coral. El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan es una organización sin fines de lucro responsable por el manejo del Estuario de la Bahía de San Juan, creado bajo la Ley de Agua Limpia en 1994. La Corporación Arrecifes Protectores de la Ciudad es una entidad privada sin fines de lucro la cual, junto al DRNA, co-maneja la recién designada Reserva Marina del Arrecife de la Isla Verde en Carolina. La Sociedad Ambiente Marino (SAM), en colaboración con el Centro para la Ecología Tropical Aplicada y Conservación (CATEC), de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, manejan el Programa Comunitario de Cultivo de Corales





y de Rehabilitación de Arrecifes, el cual, entre otras actividades, ha manejado el componente de restauración de los arrecifes de coral dentro de la Reserva Natural del Canal Luis Peña en Culebra desde el 2003.

Es importante destacar, para los efectos de proponer medidas de manejo estratégico de los arrecifes de coral con enfoque ecosistémico, la necesidad de considerar las conexiones que existen entre los ecosistemas marinos costeros: el manglar, los estuarios, las praderas de hierbas marinas y el arrecife de coral. Se han realizado extensos estudios los cuales documentan que estos proveen espacios de reproducción, criadero y alimentación para las especies que en su época adulta ocupan un hábitat en particular (Mateo, I. et al. 2011). Además, los manglares y las praderas de hierbas marinas, estabilizan los fondos y retienen sedimentos de origen terrestre, que de llegar a los arrecifes, impactan negativamente la calidad del agua y el crecimiento de los corales (Barbier, et al. 2010). Todas las estrategias de manejo que se implanten deberán atender la protección, tanto de las especies y los hábitats que forman el ecosistema como todos los procesos ecológicos que conectan estos componentes. Igualmente importante es la consideración de las actividades humanas que ocurren en la cuenca hidrológica que impacta a los arrecifes: actividades agrícolas, desarrollo urbano y turístico, infraestructura de manejo de aguas usadas y actividades industriales que puedan producir escorrentías, sedimentos y contaminantes que comprometan la calidad del agua en la costa y en los arrecifes. Esto significa, que como acción estratégica, el gobierno debe tener presente las necesidades de los arrecifes en la toma de decisiones de todas las actividades de desarrollo económico y construcción que se propongan para el interior y aplicar las mejores prácticas de planificación del espacio marino (Val, D. et al., 2007).

Enfoque y Metodología



Manejo Basado en Ecosistema o Enfoque Ecosistémico y Planificación del Espacio Marino

Los arrecifes de coral están presentes en diferentes formas en las aguas alrededor del archipiélago de Puerto Rico. En algunas de sus formas más familiares, tales como los arrecifes de parcho y los cayos, están tan cerca de la orilla, que atraen la diversidad de actividades humanas que ya han sido discutidas anteriormente. Las mismas especies de corales y otros organismos marinos, forman en aguas más profundas y alejadas de la orilla comunidades coralinas. En ambos casos, los servicios ecológicos, tales como: alimentos, protección a la costa, formación de arenas son igualmente valiosos. Los animales se mueven de aguas profundas a aguas llanas, algunos en diferentes etapas de sus ciclos de vida y conectan a los manglares, a las praderas de hierbas marina y a los estuarios. Esta dinámica hace esencial, que el manejo de los arrecifes de coral en Puerto Rico, sea enfocado desde una visión mucho más amplia, que el de las especies que componen el arrecife de coral, en otras palabras, un enfoque ecosistémico.

El enfoque de manejo basado en el ecosistema, o enfoque ecosistémico, que se propone para los arrecifes de coral en Puerto Rico, requiere que se preste atención, por un lado, a la conservación y protección del ecosistema -especies, hábitats, procesos y conexiones entre ellos -y por otro lado, a los

aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades humanas que utilizan, o dependen de los servicios ecológicos de estos ecosistemas (Fanning, L. R. Mahon y P. McConney 2011). El primer aspecto se basa en el reconocimiento de que los arrecifes de coral sostienen la mayor biodiversidad de organismos en el ambiente marino, por lo cual diferentes tipos de invertebrados forman parte de las redes alimentarias, relaciones simbióticas, mutualistas y otras relaciones ecológicas que constituyen el gran ecosistema que es el arrecife de coral (Glynn, P.W. e I. C. Enochs 2011). Este enfoque ecosistémico tiene sus orígenes en los trabajos de la Convención de Diversidad Biológica de la Organización de las Naciones Unidas, reunida en Jakarta en 1995 y específicamente, se basa en la aplicación de las metodologías científicas enfocadas en niveles de organización biológica, el cual incluye la estructura, los procesos, las funciones y las interacciones entre los organismos y su ambiente. Además, reconoce que los humanos, con su diversidad cultural son un componente integral de muchos ecosistemas (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004) Por ende, la integración de modelos basados en el ecosistema con modelos basados en la participación e integración de las comunidades de base en el manejo de los arrecifes de coral resulta crítico (Hernández-Delgado et al., 2014).



La meta del manejo basado en el ecosistema es mantener un ecosistema en condición saludable, productiva y elástica -esto es, que logre recuperarse de impactos negativos -para que pueda proveer los bienes y servicios que los humanos quieren y necesitan. Ehler C. y Douvere F. (2009) destacan los siguientes atributos en el manejo basado en ecosistema:

- Énfasis en la protección de la estructura del ecosistema, su funcionamiento y los procesos claves;
- Toma en cuenta la interconexión en los sistemas, reconociendo la importancia de las interacciones entre las especies claves y otras especies;
- Reconoce la interconexión entre los sistemas como el aire, la tierra y el mar;
- Integra las perspectivas ecológicas, sociales, económicas e institucionales, reconociendo las interdependencia de unas con otras; y
- Está contextualizada al espacio al enfocar en un ecosistema específico y en la diversidad de actividades antropogénicas que lo afectan.

El manejo basado en ecosistema está, a su vez, estrechamente ligado al concepto de planificación del espacio marino. Douvere, F (2008) lo describe como “una manera práctica de crear y establecer una organización más racional para el uso del espacio marino y la interacción entre estos usos, para así balancear las demandas de desarrollo con la necesidad de proteger los ecosistemas marinos,

y lograr los objetivos sociales y económicos en una forma abierta y planificada”. En detalle, la planificación del espacio marino se caracteriza por ser:

- Basado en el ecosistema, teniendo en cuenta metas y objetivos ecológicos, económicos y sociales hacia el desarrollo sustentable.
- Integrador, entre sectores y agencias y diferentes niveles de gobierno.
- Contextualizado a un lugar o área
- Adaptativo, capaz de permitir aprendizaje a partir de las experiencias
- Estratégico y anticipatorio enfocado en el largo plazo
- Participativo, con entes interesados activamente involucrados a lo largo de todo el proceso.





El presente Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico se inicia con una revisión profunda de documentos, a partir del Plan de Manejo para la Conservación y Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico (2009) y diferentes informes sobre el estado de los arrecifes de coral alrededor del archipiélago de Puerto Rico (Hernández-Delgado E.A. 2005; Ballantine D.L. et al. 2008; García-Sáiz J. et al. 2008a, 2008b, 2010, 2013; Appledorn R.S.,PM. Yoshioka y D.L. Ballantine 2009; Weil E., A. Croquer e I. Urreiztieta 2009; Brander et al. 2013). Además se examinaron documentos recientes en los cuales se establecen las prioridades para el manejo

de los arrecifes de coral (DRNA-PMZC 2009; NOAA 2010), las estrategias de acción para la conservación y protección de los arrecifes de coral (DRNA-LAS 2012), CFMC 1981, 1985, 1994, 1996, 2011), el análisis de los asuntos que afectan el manejo de los arrecifes de coral y las necesidades de capacitación en Puerto Rico (Sustainamatrix 2013) y las metas y objetivos del Programa de Conservación de Arrecifes de Coral (NOAA, 2110-2015).

Se realizaron entrevistas a personal clave, en el DRNA, para el manejo de los arrecifes de coral, entre estos, Oficiales de Manejo de las Reservas Marinas (Arrecifes de la Cordillera, Caja de muertos, Isla de Mona) y personal de las oficinas centrales del DRNA, directamente relacionados con las Áreas Marinas Protegidas (Educación a la Comunidad, Persona de Contacto para el CRPR, Navegación, Recursos Marinos). Para estas entrevistas de diseño un Cuestionario con una serie de preguntas. El Apéndice 1 incluye el Cuestionario y las personas entrevistadas.

Para alcanzar a un mayor número de personas, relacionadas de alguna forma con los arrecifes de coral, se desarrolló y administró un cuestionario electrónico *Survey Monkey* en el cual se enviaron 60 solicitudes para completarlo y se recibieron devueltas 30. La muestra incluyó: maestros, investigadores, académicos, pescadores (comerciales y recreacionales), buzos y personas relacionadas con turismo.

Los Resultados del Cuestionario electrónico son los siguientes:

Las 30 personas que devolvieron el Cuestionario electrónico contestado, representan 37% del área Este-Noreste (desde Río Grande hasta Humacao, incluyendo Vieques y Culebra), 27% del área Oeste-suroeste (desde Aguadilla hasta Lajas), 20% del área Sur (desde Maunabo hasta Guánica, incluyendo Caja de Muertos) y 16% del área Norte (desde Isabela hasta Carolina). Con esta distribución de encuestados se cubren, básicamente, todas las áreas de la costa en las cuales se encuentran arrecifes de coral.

La relación de estas personas con los arrecifes de coral se distribuye en: 43% científicos, 20% consultores, 17% manejadores de áreas naturales, 10% turismo, 7% pescadores comerciales y 3% pescadores recreacionales.

Como se reconoce en el Plan de Manejo de los arrecifes de coral de Puerto Rico (2009), las actividades más frecuentes en las áreas de arrecifes de coral son: buceo con tanque, buceo libre, pesca comercial y pesca recreacional. Estas se visualizan como que aumentarán en el futuro.

Todas estas actividades son consideradas, por los encuestados, como de impacto sobre los arrecifes de coral; la pesca comercial y la pesca recreativa se suman a las de actividades de mayor impacto, tales como: sedimentación, contaminación, desarrollo costero y enfermedades de corales que resultan en amenazas para el ecosistema.

Las proyecciones de cambio climático, también, son consideradas dentro de las amenazas notables por los encuestados.



Establecimiento de Estrategias, Metas y Objetivos

Misión:

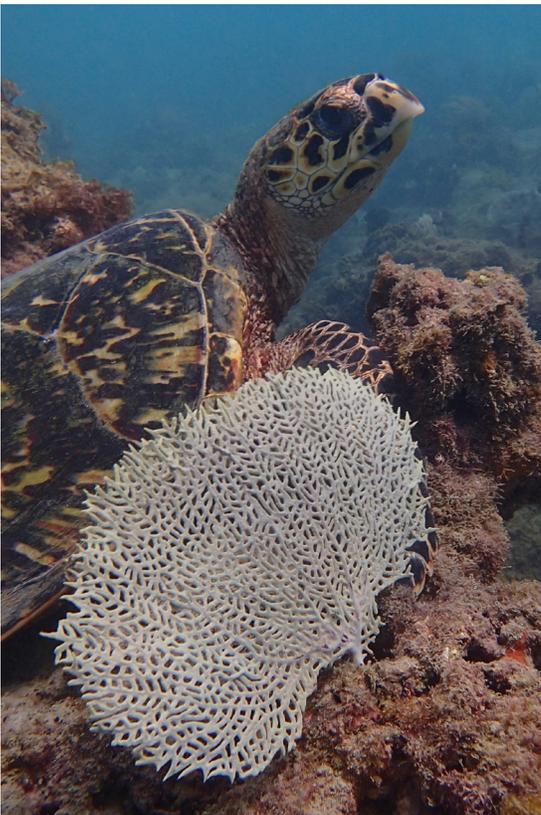
El Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de coral de Puerto Rico tiene como misión asegurar la conservación, la protección y la restauración de los arrecifes de coral, para que de éstos, se puedan aprovechar de manera sustentable los servicios ecológicos que permiten una mejor calidad de vida para todos los ciudadanos.

Visión:

Este Plan de Manejo, contribuirá, mediante las medidas propuestas a promover condiciones de rehabilitación y capacidad de los arrecifes de coral para adaptarse a las condiciones de cambio climático que se proyectan en el Sistema Tierra.

Meta:

Conservar los arrecifes de coral, como ecosistemas, con conexiones ecológicas funcionales en el arrecife, y con otros ecosistemas costeros y promover usos apropiados y sustentables de los servicios ecológicos que éstos prestan.



Objetivos generales:

- Asegurar la integridad ecológica de los arrecifes de coral, los procesos y las conexiones entre los componentes de los arrecifes y los ecosistemas costeros: manglares, estuarios y praderas de hierbas marinas.
- Asegurar el uso sustentable de los arrecifes de coral, promoviendo actividades que no tengan impacto negativo sobre el ecosistema.
- Educar a todos los ciudadanos sobre la importancia de los servicios ecológicos de los arrecifes de coral para el desarrollo económico y calidad de vida en Puerto Rico, que redunde en acciones de colaboración entre los ciudadanos y las diferentes agencias de gobierno.
- Asegurar mecanismos efectivos de manejo, administración y financiamiento para las Áreas Marinas Protegidas, las Reservas Marinas y las Reservas Naturales que contienen arrecifes de coral.

Las áreas de manejo estratégico, al igual que las acciones que se proponen en cada una se aplican a todos los espacios en los cuales existen arrecifes de coral, algunos de ellos bajo manejo en Áreas Marinas Protegidas, Reservas Naturales o Reservas Marinas (RN). En cada AMP, RN o RM, es posible, que ya esté vigente un Plan de Manejo, y en ese caso la medida de manejo estratégica propuesta será asegurarse de que el Plan de Manejo está actualizado, tanto en información científica como en aplicabilidad de las medidas de manejo propuestas. Esta visión del manejo, aplicado a los arrecifes de coral de Puerto Rico promoverá una participación más activa y comprometida de los entes interesados en los arrecifes.

Aunque las condiciones puntuales en arrecifes específicos en Cabo Rojo, o en Culebra, en aguas llanas o en aguas profundas puedan ser diferentes, desde el marco de toda la plataforma submarina del archipiélago de Puerto Rico, puede ser vista en conjunto para aplicar medidas de manejo estratégicas válidas en toda la extensión.



Las acciones de manejo que con más consistencia fueron identificadas por las personas consultadas se pueden agrupar en ocho (8) áreas de manejo estratégico:

- Cumplimiento de leyes y reglamentos y vigilancia efectiva
- Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés
- Participación comunitaria en todas las formas que ameriten las situaciones
- Restauración y recuperación de arrecifes impactados
- Protección de especies en los arrecifes
- Creación de Áreas Marinas Protegidas aplicando principios de planificación espacial marina.
- Apoyo institucional
- Investigación

Estas acciones o necesidades de manejo que fueron sugeridas por todas las personas que contestaron los cuestionarios o que fueron entrevistadas personalmente coinciden a la vez con los siguientes señalamientos en los documentos examinados.

El Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico: Revisión y Actualización (2009) en la sección 3.2.2 Arrecifes, identifica las siguientes necesidades: 1) Desarrollar mecanismos efectivos para garantizar el cumplimiento de las medidas de control de erosión y sedimentación y de fuentes dispersas de contaminación que impactan los arrecifes de coral, 2) Designar todos los arrecifes de coral dentro de las aguas jurisdiccionales de Puerto Rico como Áreas de Planificación Especial (APE), 3) Evaluar los beneficios de la designación del área de Bahía de Jobos y Mar Negro como reserva Natural, 4) Preparar y adoptar planes de manejo para las áreas designadas como RN, 5) Desarrollar una iniciativa de educación sobre conservación manejo y restauración de los arrecifes de coral, 6) generar una base de datos en el DRNA que agrupe todas las investigaciones y esfuerzos de recuperación sobre los arrecifes de coral y ecosistemas asociados.

El documento Prioridades de Manejo para los arrecifes de coral de Puerto Rico (NOAA 2010) identifica las siguientes áreas de interés:

- 1)Reglamentación y Aplicación de los mismos,
- 2) Construcción y actividades humanas,
- 3) Hábitats naturales e Investigación,
- 4) Educación y Diseminación, 5) Anclajes,
- 6) Zonificación,
- 7) Restauración de Hábitat,
- 8) Calidad del agua,
- 9) Fuentes de Contaminación terrestres,

- 10) Pesca y
- 11) Cambio Climático.

Basado en esos hallazgos, el documento ya mencionado identifica las siguientes áreas de interés prioritarias:

- Área de interés A: Mejorar la calidad del agua y sistemas de arrecifes relacionados reduciendo las fuentes de contaminantes de fuentes terrestres.
- Área de interés B: Aplicar de inmediato protección a las pesquerías comerciales, recreacionales y artesanales en arrecifes y ecosistemas relacionados de coral empleando estrategias conocidas y disponibles para proteger y conservar.
- Área de interés C: Reducir aquellos impactos humanos que son más críticos para la protección y la salud de los corales.
- Área de interés D: Manejar para el cambio climático y las enfermedades que surgen del aumento en la frecuencia e impacto de tormentas, temperatura del agua y contaminación del aire y promover la recuperación de los arrecifes de eventos previos.

En las consultas públicas en las cuales se generaron las estrategias de acción local para la conservación de los arrecifes de coral en Puerto Rico (LAS 2011-2015), los participantes, utilizando las Prioridades establecidas en 2010, enfocaron problemas/ áreas de interés más específicos, los cuales también están presentes en las respuestas de los cuestionarios y entrevistas de esta revisión. Éstos son:

- 1) Carga de sedimentos de origen terrestre que llega a la costa,
- 2) Impactos sobre la calidad del agua a partir de una gran diversidad efluentes,
- 3) Diseminación (como participación comunitaria) y educación (formal e informal) para todos los ciudadanos, no exclusiva para los residentes de las costas y
- 4) Cómo mantener la integridad del arrecife de coral como un ecosistema funcional.

En cada de una de estas áreas de interés, y específicas para las regiones geográficas de Culebra, Reservas del Noreste, Cabo Rojo y Guánica los participantes identificaron necesidades, aún más específicas para sus áreas geográficas y describieron proyectos puntuales para atender las necesidades.



Plan de Acción



Es importante destacar que la naturaleza estratégica de este Plan de Manejo con enfoque ecosistémico recoge las estrategias y acciones propuestas identificadas en los documentos anteriores que fueron analizados. La recomendación más abarcadora es la inclusión de las prioridades (NOAA 2010), necesidades (PMZC 2009), proyectos (LAS 2011) y recomendaciones de capacitación (NOAA 2013) en cada uno de los planes de acción a corto plazo de las AMPs y en los Planes de Manejo que sean actualizados. Para cada una de estas acciones que se presentan a continuación, los encuestados y entrevistados sugirieron un marco de tiempo a cinco (5) y diez (10) años.

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Cumplimiento de leyes, reglamentos y vigilancia efectiva</p>	<p>La opinión más frecuente entre los entrevistados y los encuestados se refiere a la necesidad de hacer que se apliquen rigurosamente todos los reglamentos y leyes que protegen los arrecifes de coral, algunos de los cuales -usos de boyas de amarre, límite de velocidad en áreas de arrecife, prohibición de uso de arpones y vedas a la pesca de diferentes especies, entre otros -ya son parte del marco legal que hemos presentado. Los documentos <i>Puerto Rico's Coral Reef Management Priorities</i> (NOAA, 2010), <i>Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Management</i> (DRNA, UMET 2012) y <i>An Analysis of Issues Affecting the Management of Coral Reefs and the Associated Capacity Building Needs in</i></p>	<p>Reforma profunda del Cuerpo de Vigilantes del DRNA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la efectividad del Cuerpo de vigilantes en aplicar los reglamentos de protección de arrecifes y reformular la estructura del Cuerpo para mayor efectividad. • Considerar la posibilidad de crear una División de vigilancia de arrecifes reclutando personal con contenido científico que sea entrenado para educar a los navegantes y otros usuarios de los servicios ecológicos de los arrecifes, previo a la aplicación de multas

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Cumplimiento de leyes, reglamentos y vigilancia efectiva (continuación)</p>	<p><i>Puerto Rico</i> (Sustainamatrix, 2013) destacan como alta prioridad la atención al cumplimiento de las leyes y reglamentos.</p>	<p>por infracción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones a corto y mediano plazo (3-5 años): 1) capacitación profesional continuada de los Vigilantes, en las cuales se atiende, prioritariamente el adquirir conocimiento sobre los aspectos ecológicos de los arrecifes de coral. 2) Capacitar a los Vigilantes con estrategias de educación al usuario, antes de aplicar multas. <p>Acciones a largo plazo (5 -10 años):</p> <ul style="list-style-type: none"> • destacar Vigilantes en las AMPs • aplicar la reglamentación para la pesca recreativa • promover la participación ciudadana en la protección de los arrecifes de coral, mediante la creación de “Amigos de las AMPs”

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés</p>	<p>Establecer un proyecto de educación colaborativo entre el DRNA, el Departamento de Educación, los Municipios, las AMPs, UPR Sea Grant y las escuelas con materiales curriculares sobre arrecifes de coral para niveles de escuela elemental a escuela superior. Pueden desarrollarse proyectos pilotos en los ciudadanos, en todos los espacios de contacto con los arrecifes de coral, lleque en el vocabulario y forma adecuada para cada grupo de interés. Formatos tan diversos como: festivales costeros, rotulación, material curricular, conferencias en las escuelas, libros de colorear, videos, páginas de Internet, carteles, congresos científicos y publicaciones académicas tienen impacto educativo genuino, siempre y cuando lleguen al ciudadano pertinente. El uso de las redes sociales como Facebook y Twitter) entre otras, puede, con las debidas medidas de seguridad extender considerablemente la diseminación de información pertinente sobre los arrecifes de coral al público en general. Es importante señalar que existen iniciativas educativas en el Programa Sea Grant UPR, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan y Caborrojeños Pro Salud y Ambiente, entre otros con los</p>	<p>La educación y la diseminación de información sobre arrecifes de coral es una de las estrategias de manejo que se mencionan en, esencialmente, todas las reuniones públicas, congresos y documentos de análisis para la conservación y protección de los arrecifes de coral. Como estrategia, la educación al público debe ser atendida de acuerdo a los receptores del producto. El DRNA, debe asegurar que la información científica necesaria para que algunas escuelas de los municipios como Fajardo, Lajas, Cabo Rojo, Guánica y Culebra. Puede atenderse a corto, mediano y largo plazo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En coordinación con las AMPs (Arrecifes de la Cordillera, Caja de Muertos, La Parguera, Canal Luis Peña, Arrecife de Isla Verde), el Departamento de Educación, UPR Sea Grant y colegios privados diseñar e implantar programas de viajes educativos a las áreas de arrecifes, para estudiantes y padres en los cuales el personal educativo de las AMPs les provean experiencias en el agua para familiarizarlos con los componentes de los

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés (continuación)</p>	<p>cuales se pueden establecer mecanismos de colaboración para asegurar que el espacio de educación formal e informal se atienda con los materiales educativos y los recursos humanos adecuados.</p>	<p>arrecifes de coral, sus servicios ecológicos, conexiones con ecosistemas terrestres y la importancia de los mismos para la Isla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la educación-acción en la ciudadanía a través de las redes sociales, cápsulas educativas en televisión, colocar avisos de regulaciones, vedas y otras notas de interés en todos los accesos a los arrecifes alrededor de la Isla (hoteles, aeropuertos, muelles, marinas, rampas, clubes, asociaciones pesqueras y paseos litorales). El mensaje educativo en estas cápsulas debe ir dirigido a motivar a los ciudadanos que las ven o escuchan a tomar las acciones de conservación y protección que requieren los arrecifes de coral para realizar los servicios ecológicos que utilizamos, tales como: pesquerías, arenas, protección contra oleaje, recreación y turismo. • Diseñar un currículo de educación continua sobre la importancia de los arrecifes de coral

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés (continuación)</p>		<p>y el comportamiento adecuado para evitar contactos dirigido a la capacitación de los concesionarios de servicios turísticos que llevan clientes a las AMPs. Debe ser requisito inicial para obtener la concesión y anualmente actualizado para renovar los permisos necesarios. Tanto el curso inicial, como las actividades de seguimiento, pueden ser ofrecimientos en línea que permitan acceso a los interesados y facilite la capacitación. En coordinación con las AMPs (Arrecifes de la Cordillera, Caja de Muertos, La Parquera, Canal Luis Peña, Arrecife de Isla Verde), el Departamento de Educación, UPR Sea Grant y colegios privados diseñar e implantar programas de viajes educativos a las áreas de arrecifes, para estudiantes y padres en los cuales el personal educativo de las AMPs les provean experiencias en el agua para familiarizarlos con los componentes de los arrecifes de coral, sus servicios ecológicos, conexiones con</p>

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Educación al ciudadano en todos los niveles y sectores de interés (continuación)</p>		<p>ecosistemas terrestres y la importancia de los mismos para la Isla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poner al día la página de Internet del DRNA, mantenerla consistentemente e incluir información relevante al público sobre los arrecifes de coral y las AMPs. Además de esta página básica se debe crear una aplicación del DRNA para teléfonos inteligentes con información actualizada, para el público, sobre los arrecifes de coral y las AMPs.
<p>Participación comunitaria</p>	<p>El enfoque ecosistémico que se propone en este Plan de Manejo requiere una atención especial a la participación comunitaria, para asegurar que los asuntos sociales, económicos y culturales que se nutren de los servicios ecológicos de los arrecifes de coral están integrados en las medidas de manejo que se propone. Existen diferentes formas para facilitar la participación comunitaria en el manejo estratégico de los arrecifes de coral. Éstas van desde la participación de los interesados en la identificación de los asuntos relevantes a su desarrollo social, cultural y económico hasta la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover y facilitar la identificación de líderes comunitarios en las comunidades cercanas a las AMPs que puedan establecer acuerdos de manejo colaborativo con el DRNA mediante Juntas de Manejo que se responsabilicen por las medidas cotidianas para la protección de los arrecifes. Entre estos se destacan: vigilancia, mantenimiento de facilidades, monitorías del ecosistema, entre otras. • Reconocer, mediante proyectos comunitarios

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Participación comunitaria (continuación)</p>	<p>comprensión profunda de los servicios ecológicos que prestan los ecosistemas arrecifales y su importancia en el bienestar de la comunidad en cuestión. Como hemos destacado anteriormente en Puerto Rico, básicamente, toda la población puede considerarse como ente con interés en la protección del arrecife de coral, dado los beneficios económicos que se obtienen de los mismos. Las cuencas hidrográficas -desde el nacimiento del río o quebrada en la montaña hasta los estuarios en la desembocadura en la orilla del mar y el mar propiamente -son parte de los escenarios que pueden impactar las especies y procesos ecológicos en los arrecifes de coral. Reconocer esta conexión, como herramienta para el manejo estratégico, permitirá la inserción de acciones de manejo integral, tales como: la reforestación de las pendientes, la conservación y la protección de los suelos.</p>	<p>de educación y de participación en la discusión amplia las actividades antropogénicas en tierra que pueden impactar negativamente a los arrecifes de coral y la urgencia de controlar las escorrentías urbanas que contienen aceites y otros contaminantes adversos a la salud de los arrecifes de coral en la costa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover la creación de grupos de apoyo -“amigos de los arrecifes de coral” -en los municipios costeros en los cuales existen arrecifes de coral. Estos grupos de apoyo, bien pueden generar microempresas, que utilicen los servicios ecológicos de los arrecifes sin impactar el ecosistema y generar fondos • Promover actividades comunitarias, desde las AMPs y las RNs, que fomenten el interés en el reconocimiento de las cuencas hidrográficas que impactan a los arrecifes de coral y las actividades que se hacen cuenca arriba y que pueden impactar negativamente las condiciones ambientales en los arrecifes, tales como: sedimentación a causa de la deforestación, y las construcciones sin medidas

Acción	Descripción	Manejo recomendado
Participación comunitaria (continuación)		<p>de mitigación, escorrentías pluviales arrastrando fertilizantes y pesticidas y acumulación de desperdicios sólidos en la costa que se originan en la montaña.</p> <ul style="list-style-type: none"> Llevar a cabo una actividad anual de “casa abierta al arrecife” en las AMPs coordinada con las comunidades vecinas, organizaciones no-gubernamentales y legislatura municipal.
Restauración y recuperación de arrecifes impactados	<p>La literatura sobre la restauración de arrecifes de coral es extensa y se reconoce esta acción como una medida importante para la protección de éstos en todos los lugares del mundo (Edwards, A. 2010). Teniendo en cuenta la gran importancia de los arrecifes de coral en las pesquerías y éstas para el desarrollo socio-económico, la restauración de los arrecifes, como estrategia de manejo, tiene el valor añadido de contribuir a la seguridad alimentaria mediante el efecto de aumentar las áreas de crianza de peces juveniles. Otra aportación de la restauración de los arrecifes es que contribuye a aumentar la acreción al arrecife de cara al aumento en el nivel del mar y el cambio climático (Hernández-Delgado y Suleiman 2014). En Puerto Rico, en abril 2013 se</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dar seguimiento consistente al desarrollo de estos proyectos de restauración. Una vez finalizan los fondos de las propuestas ¿qué sucede con los corales? Apoyar y fomentar una expansión coordinada entre las comunidades y el DRNA en las actividades de base comunitaria de cultivo de corales y de restauración ecológica de los arrecifes de coral llevadas a cabo a través de diversas localidades en Puerto Rico para promover la participación comunitaria en la creación de fincas de corales. Designar áreas específicas en las AMPs que puedan servir como viveros para las siembras de corales.

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Restauración y recuperación de arrecifes impactados (continuación)</p>	<p>celebró un Foro sobre Fincas de Corales, con el objetivo de dar a conocer los diferentes proyectos que se llevan a cabo y al cual asistieron 29 personas (DRNA, 2013). Existen fincas de corales en Culebra, Cabo Rojo, La Parquera, Vega Baja, Manatí y Guánica en las cuales han sido “sembradas” con éxito <i>Acropora palmata</i> y <i>A. cervicornis</i> contribuyendo a la restauración de la arquitectura de los arrecifes en esos lugares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar el cultivo de otras especies y identificación de otras fuentes de corales tales como, corales sueltos o creciendo en estructuras inestables para ser usados en la restauración. • Facilitar financiamiento consistente y sostenible para la creación de fincas de corales, por ejemplo, en casos de encallamiento la parte responsable debe cubrir los costos asociados a la restauración.
<p>Protección de especies en los arrecifes</p>	<p>Uno de los servicios ecológicos de importancia para el ser humano, que prestan los arrecifes de coral es, precisamente, la alta biodiversidad de especies y hábitats. La protección que tienen <i>Acropora palmata</i> (coral cuerno de arce) y <i>Acropora cervicornis</i> (coral cuerno de ciervo), al estar incluidas en la lista de Especies Amenazadas y los hábitats en los cuales ser designados como hábitats sensitivos representa una acción de manejo de gran envergadura. Esta decisión representa un elemento de manejo que debe ser incluido en todos los planes de manejo de áreas en los cuales se encuentren estas especies para asegurar que las actividades que puedan ser permitidas, en forma alguna impacten estas especies. Otras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibir el uso de arpones y redes de pesca en las áreas de arrecifes. • Permitir solamente la pesca de cordel y anzuelo, solamente en la modalidad de “captura y liberación” en las áreas de arrecifes de aguas llanas cerca de las costas. • Establecer criaderos de Diadema para reproducción y dispersión. • Establecer espacios de investigación en las AMPs para que las monitorias que se realizan al presente sean más extensas en cuanto a los organismos que se encuentran en los arrecifes más profundos. • Actualizar los inventarios de

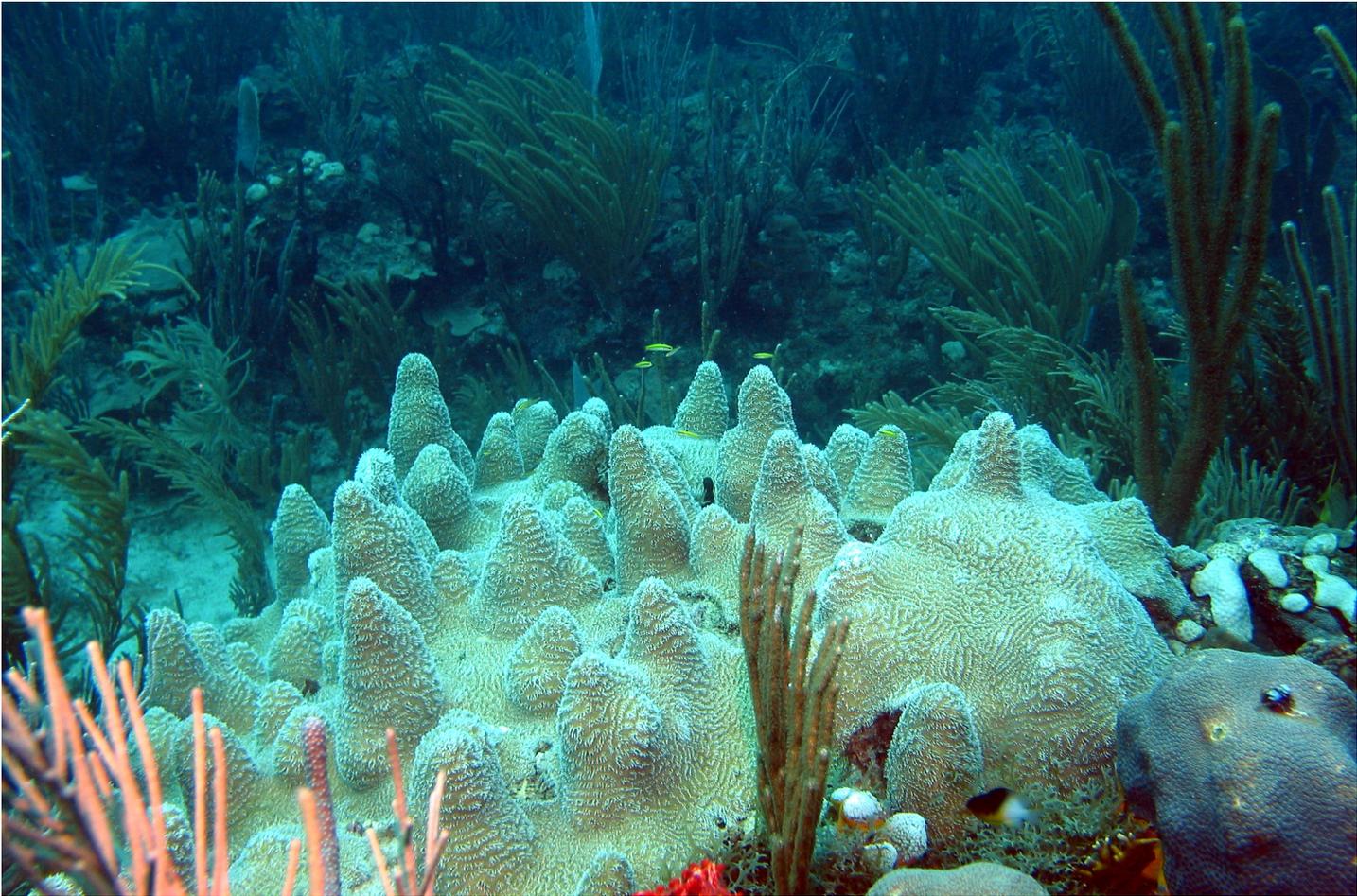
Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Protección de especies en los arrecifes (continuación)</p>	<p>especies, que no son corales, como por ejemplo, el pez loro y los erizos, los cuales como herbívoros, son parte esencial de la red alimentaria del arrecife al mantener las poblaciones de algas controladas y como tal deben ser protegidos (Mumby, P. Et al 2009). El pastoreo del erizo negro, <i>Diadema antillarum</i> reduce la cobertura de algas y provee sustrato disponible para el reclutamiento coralino (Soto-Santiago, F y E. Irizarry-Soto 2013). La rápida invasión del pez león (<i>Pterois volitans</i>), ha provocado cambios en las poblaciones de otros peces del arrecife (Pamela J. Schofield, 2009). La rapidez reproductiva y los altos números de las poblaciones, la agresividad de esta especie debe ser monitoreada consecuentemente para ajustarse a los cambios que puedan producirse.</p>	<p>biodiversidad presente en todas las AMPs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Designar “áreas de no-pesca” en todas las APs. • Construcción de arrecifes artificiales y paseos submarinos. • Promover la remoción del pez león.
<p>Creación de Áreas Marinas Protegidas aplicando principios de planificación espacial marina</p>	<p>Estudios en diferentes partes del Mundo evidencian el impacto positivo, para la conservación y protección de los arrecifes de coral que tiene la designación de Áreas Marinas Protegidas y de Reservas Marinas. Con los espacios adecuados para permitir la mayor presencia de arrecifes y con medidas de manejo consistentes y conservadoras se logra restaurar la estructura de los arrecifes, con todas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer a las AMPs y RMs el apoyo institucional: financiamiento, personal y equipo necesario para cumplir con su misión de conservar y proteger los recursos naturales que contienen. • Asegurar que todas estas APs tengan planes de manejo actualizados, aprobados y vigentes.

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Creación de Áreas Marinas Protegidas aplicando principios de planificación espacial marina (continuación)</p>	<p>las especies, los procesos ecológicos y las conexiones que permiten un funcionamiento saludable del ecosistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la información existente de planificación espacial marina y mapas de hábitats bénticos existente para ampliar la extensión de las RN y AMP existentes y designar nuevas APs, especialmente en la costa Norte de la Isla. • Fomentar la integración y la participación de las comunidades de base, en las áreas geográficas circundantes a las AMPs, y otros grupos de interés mediante un modelo de manejo participativo.
<p>Apoyo Institucional</p>	<p>El DRNA, como ejercicio ministerial es responsable de la conservación y protección de los arrecifes de coral. Es el ente administrador de las leyes y reglamentos que existen para ese propósito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enlazar campañas de DRNA con otras agencias y Organizaciones no gubernamentales para dar a conocer las funciones y actividades de las AMPs. • Fortalecer los mecanismos de comunicación sobre los arrecifes de coral, tanto entre las propias oficinas del DRNA como con las agencias externas (locales y federales) y las organizaciones no gubernamentales, dado que la EPA y la JCA tienen jurisdicción en acciones de cumplimiento dentro del marco de NPDES (permisos, descargas, MS4, etc.) y la sección 304 del CWA. Este

Acción	Descripción	Manejo recomendado
<p>Apoyo Institucional (continuación)</p>	<p>El DRNA, como ejercicio ministerial es responsable de la conservación y protección de los arrecifes de coral. Es el ente administrador de las leyes y reglamentos que existen para ese propósito.</p>	<p>diálogo cooperativo permitirá enfocar acciones de cumplimiento e iniciativas comunitarias tomando en cuenta las prioridades de manejo descritas en este plan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la red de AMPs de Puerto Rico, para que se comparta en todo momento los asuntos, estrategias de manejo, logros y problemas que confrontan cada una individualmente. • Promover la participación del personal de las AMPs en la toma de decisiones y análisis de asuntos que puedan impactar -positiva o negativamente -al AMP en particular. • Control de actividades de desarrollo en la costa, tomando en cuenta las medidas propuestas en el Plan de Uso de Terrenos, promoviendo desarrollos sustentables en la costa. • Controlar las actividades en las cuencas hidrológicas pertinentes a cada AMP que puedan afectar a los arrecifes de coral.

Acción	Descripción	Manejo recomendado
Investigación		<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear con el propósito de sentar las bases y recopilar datos para establecer parámetros de cumplimiento a través del desarrollo de criterios biológicos de arrecifes de coral (coral reef biocriteria). La JCA y EPA son las agencias que desarrollarían los parámetros de cumplimiento ambiental. Monitoria regular de las áreas de arrecifes cercanas a las costas, especial atención a la estructura del arrecife (especies de corales, cobertura de coral vivo, bio-erosión, poblaciones de <i>Diadema antillarum</i>, poblaciones de peces herbívoros, especies de invertebrados, especies de macroalgas), enfermedades, calidad del agua, los procesos de dinámica de funcionamiento (ej. reclutamiento de peces, de corales), , dinámica poblacional de especies amenazadas o vulnerables, dinámica poblacional de algas, etc.) y especies exóticas como el Pez León, entre otros. Los datos recopilados en las monitorias deben ser integrados a los planes de manejo de cada área, mediante estrategias que faciliten su aplicación. • Promover entre las

Acción	Descripción	Manejo recomendado
Investigación (continuación)		<p>instituciones universitarias cercanas a las AMPs el potencial de investigación para identificar cambios en el arrecife que debemos entender para establecer estrategias de manejo, presente mediante alianzas para internados de estudiantes, publicaciones especiales, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer actividades de “casa abierta” en las AMPs para investigadores y para el público interesado sobre las investigaciones que en ellas se realizan. • Fomentar la participación del personal del AMP en proyectos de investigación. • Explorar las estrategias para control de las poblaciones de pez león, tales como promover su consumo. • Promover estudios de campo en las cuencas hidrológicas que impactan a las AMPs o RNs.



Referencias



- Aburto Oropeza, O., B. Erisman, G. R. Galland, I. Mascareñas Osorio, E. Sala y E. Ezcurra. (2011). *Large recovery of fish biomass in a no-take marine reserve*. PLoS ONE 6(8): e23601.
- Aguilar Perera, A., M. Schärer y M. Valdés Pizzini. (2006). *Marine protected areas in Puerto Rico: historical and current perspectives*. *Ocean & Coastal Management* 49(12): 961-975.
- Álvarez Filip, L., N. K. Dulvy, J. A. Gill, I. M. Côté y A. R. Watkinson. (2009). *Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity*. *Proceedings of the Royal Society B* 276(1669): 3019-3025.
- Appeldoorn, R. S., P. M. Yoshioka y D. L. Ballantine. (2009). *Coral reef ecosystem studies: integrating science and management in the Caribbean*. *Caribbean Journal of Science* 45(2-3): 134-137.
- Ballantine, D. L., R. S. Appeldoorn, P. Yoshioka, E. Weil, R. Armstrong, J. R. García, E. Otero, F. Pagán, C. Sherman, E. A. Hernández Delgado, A. Bruckner y C. Lilyestrom. (2008). *Biology and ecology of Puerto Rican coral reefs*. En Riegl, B. M y R. E. Dodge (Eds), *Coral reefs of the world I, Coral reefs of the USA* (págs. 375-406). Nueva York, EE. UU.: Springer Science + Business Media B. V.
- Barbier, E. B., S. D. Hacker, C. Kennedy, E. W. Koch, A. C. Stier y B. R. Silliman. (2011). *The value of estuarine and coastal ecosystem services*. *Ecological Monographs* 81(2): 169-193.
- Bennett, N. J. y P. Dearden. (2014). *From measuring outcomes to providing inputs: governance, management, and local development for more effective marine protected areas*. *Marine Policy* 50(A): 96-110.
- Clarke, A., T. Battista, B. Dieveney, D. Gledhill, M. Gombos, C. Jeffrey, J. Koss, T. Leberer, C. Loper, G. Liu, J. Miller, J. Moore, J. Morgan, S. Simpson, J. Waddell y D. Wusinich-Méndez. (2008). *National level activities to support U. S. and FAS coral conservation*. En Waddell, J. E. y A. M. Clarke (Eds.), *The state of coral reef ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2008* (págs. 11-28). NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 73. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team. Silver Spring, Maryland, EE. UU.
- Consejo de Administración Pesquera del Caribe. (1994). *Fishery Management Plan, Regulatory Impact Review, and Final Environmental Impact Statement for Corals and Reef Associated Plants and Invertebrates of Puerto Rico and the United States Virgin Islands*. San Juan, Puerto Rico. v + 104 págs. + apéndices A, I-IV.
- Consejo de Administración Pesquera del Caribe. (1996). *Fishery Management Plan, Regulatory Impact Review, and Final Environmental Impact Statement for the Queen Conch Resources of Puerto Rico and the United States Virgin Islands*. San Juan, Puerto Rico. vi + 78 págs. + apéndices I-III.
- Consejo de Administración Pesquera del Caribe. (2011). *Final five-year review of essential fish habitat in the U. S. Caribbean, Volume I -Text, Volume II - Tables and figures*. San Juan, Puerto Rico. iv + 114, iv + 73 págs.

Consejo de Administración Pesquera del Caribe y Servicio Nacional de Pesca Marina. (1981). *Environmental Impact Statement / Fishery Management Plan and Regulatory Impact Review for the Spiny Lobster Fishery of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands*. Hato Rey, Puerto Rico. v + 43 págs. + apéndice A.

Consejo de Administración Pesquera del Caribe y Servicio Nacional de Pesca Marina. (1985). *Fishery Management Plan, Final Environmental Impact Statement, and Draft Regulatory Impact Review for the Shallow-water Reefish Fishery of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands*. Hato Rey, Puerto Rico. xvii + 69 págs. + apéndices I-IV.

Crossett, K. M., C.G. Clement y S. O. Rohmann. (2008). *Demographic baseline report of U. S. territories and counties adjacent to coral reef habitats*. Silver Spring, Maryland, EE. UU.: NOAA, National Ocean Service, Special Projects. 65 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2003). *Guía práctica de leyes, reglamentos y órdenes administrativas relacionadas con los corales y ambientes asociados* (preparado por Vilmarie Román Padró). San Juan, Puerto Rico. 51 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2006). *Las Reservas Naturales*. Hojas de Nuestro Ambiente P-007 (agosto).

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2009). *Borrador para Vista Pública - Plan de Manejo de la Reserva Marina de Tres Palmas Rincón, Puerto Rico*. Editado por un equipo de facilitación, integrado por M. Valdés Pizzini, M. T. Schärer Umpierre, C. J. Carrero Morales, M. Fernández Arribas y M. Muñoz Hincapie, del Centro Interdisciplinario

de Estudios del Litoral (CIEL), Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 101 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2011). *Puerto Rico's Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Conservation 2011-2015*. Preparado por Árida Ortiz Sotomayor, de la Escuela de Asuntos Ambientales, Universidad Metropolitana; revisado por Damaris Delgado y Antares Ramos Álvarez. Manuscrito sin publicar. 153 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Programa de Manejo de la Zona Costanera. (2009). *Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico: revisión y actualización*. San Juan, Puerto Rico. xiv + 359 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Programa de Manejo de la Zona Costanera. (2011). *Estado de la costa de Puerto Rico: 2009-2010* (editado por Ernesto L. Díaz y Karla M. Hevia Rivera). San Juan, Puerto Rico. 42 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Programa de Manejo de la Zona Costanera. (2012). *Guía para la identificación de los corales más comunes en Puerto Rico*. Preparado por Edwin A. Hernández Delgado mediante subvenciones del gobierno de los EE. UU., NAO9NOS4190164 y NAO6NOS4190252; editado y revisado por Ernesto L. Díaz Velázquez. San Juan, Puerto Rico. 114 págs.

Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, y National Oceanographic and Atmospheric Administration, Coral Reef Conservation Program. (2010). *Puerto*

Rico's coral reef management priorities. Silver Spring, Maryland, EE. UU. 40 págs.

DNER (2007). *LAS Report (Draft)*. 67pp.

Ehler C., Douvère F. 2009. *Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management*. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) Manual and Guides 2009; No. 53, ICAM Dossier No. 6. 99 págs.

Executive Order No. 13,547, Code of Federal Regulations (2010.)

Fanning, L., R. Mahon y P. McConney (Eds.). (2011). *Towards marine Ecosystem-based Management in the wider Caribbean*. Amsterdam, Países Bajos: Amsterdam University Press. 424 págs.

Federal Acquisition Regulations for National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Department of Commerce, 77(236) Federal Register 73,220-73,262 (Dec. 7, 2012) (to be codified at 50 Code of Federal Regulationa parts 223 and 224); *Endangered and threatened wildlife and plants: proposed listing determinations for 82 reef-building coral species; Proposed reclassification of *Acropora palmata* and *Acropora cervicornis* from threatened to endangered; Proposed rule*.

García Sais, J. R., R. Appeldoorn, T. Battista, L. Bauer, A. Bruckner, C. Caldow, L. Carrubba, J. Corredor, E. Díaz, C. Lilyestrom, G. García Moliner, E. Hernández Delgado, C. Menza, J. Morell, A. Pait, J. Sabater [Clavell], E. Weil, E. Williams y S. Williams. (2008a). The state of coral reef ecosystems of Puerto Rico. En Waddell, J. E. y A. M. Clarke (Eds.), *The state of coral reef ecosystems of the United States and Pacific*. Freely Associated States: 2008 (págs. 75-116). NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 73. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team. Silver Spring, Maryland, EE. UU.

García Sais, J. R., R. Castro, J. Sabater [Clavell], M. Carlo, R. Esteves y S. Williams. (2008b). *Monitoring of coral reef communities from natural reserves in Puerto Rico: Isla Desecheo, Isla de Mona, Rincón, Guánica, Ponce, Caja de Muerto and Mayagüez, 2007-2008 (Final Report, NOAA Grant NA07NOS4260055)*. Lajas, Puerto Rico: Reef Surveys. v + 207 págs.

García Sais, J. R., R. Castro, J. Sabater Clavell, R. Esteves y M. Carlo. (2012). *Monitoring of coral reef communities from natural reserves in Puerto Rico: Isla Desecheo, Rincón, Guánica, Ponce, Caja de Muerto, Vega Baja, Vieques and Mayagüez, 2010 - 2011 (Final Report, NOAA Grant NA10NOS4260051)*. Lajas, Puerto Rico. iv + 212 págs.

García-Sais, J. R., et al. (2010). *Monitoring of coral reef communities from Natural Reserves in Puerto Rico: Isla Desecheo, Isla de Mona, Rincón, Guánica, Ponce, Caja de Muertos and Mayagüez, 2009-2010*. Final Report submitted to the DNER, U.S. Coral reef National Monitoring Program, NOAA. 226 pp.

García Sais, J. R., R. Esteves, S. Williams, J. Sabater Clavell y M. Carlo. (2014). *Monitoring of coral reef communities from natural reserves in Puerto Rico: 2012 - 13 (Final Report, NOAA Grant NA07NOS4260055)*. Lajas, Puerto Rico. vi + 307 págs.

García Sais, J. R., S. M. Williams, R. F. Esteves, J. Sabater y M. A. Carlo. (2013). *Characterization of mesophotic benthic habitats and associated reef communities at Tourmaline Reef, Puerto Rico (Final Report submitted to the Caribbean Fishery Management Council, San Juan, Puerto Rico, April 2013)*. Lajas, Puerto Rico. iii + 90 págs.

Glynn, P.W. e I.C. Enochs. 2011. *Invertebrates and Their Roles in Coral Reef Ecosystems*. págs. 273-325. In: Dubinsky, Z y N. Stambler (eds) 2011. *Coral reefs: An Ecosystem in Transition*. Springer. 547 págs.

- Grimsditch G. D. y R. V. Salm (2005). *Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching*. IUCN, Gland, Switzerland. 54 págs.
- Harborne, A. R., P. J. Mumby, C. V. Kappel, C. P. Dahlgren, F. Micheli, K. E. Holmes, J. N. Sanchirico, K. Broad, I. A. Elliot y D. R. Brumbaugh. (2008). *Reserve effects and natural variation in coral reef communities*. *Journal of Applied Ecology* 45(4): 1010-1018.
- Harborne, A. R., P. G. Renaud, E. H. M. Tyler y P. J. Mumby. (2009). *Reduced density of the herbivorous urchin *Diadema antillarum* inside a Caribbean marine reserve linked to increased predation pressure by fishes*. *Coral Reefs* 28(3): 783-791.
- Hernández Delgado, E. A. (2005). Capítulo 5. Arrecifes de coral. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico: vertebrados terrestres y ecosistemas* (págs. 283-357). San Juan, Puerto Rico: Editorial del Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Hernández Delgado, E. A., Y. M. Hutchinson Delgado, R. Laureano, R. Hernández Pacheco, T. M. Ruiz Maldonado, J. Oms y P. L. Díaz. (2010). *Sediment stress, water turbidity, and sewage impacts on threatened Elkhorn coral (*Acropora palmata*) stands at Vega Baja, Puerto Rico*. *Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, November 1 - 5, 2010, San Juan, Puerto Rico, págs. 83-92.
- Hernández Delgado, E. A. y S. E. Suleimán Ramos. (2014). *E.S.A. coral species listing: a roadblock to community-based engagement in coral reef conservation and rehabilitation across the U.S. Caribbean?* *Reef Encounter* 29(1): 11-15.
- Hernández Pacheco, R., E. A. Hernández Delgado y A. M. Sabat. (2011). *Demographics of bleaching in a major Caribbean reef-building coral: *Montastraea annularis**. *Ecosphere* 2(1, artículo 9): 1-13.
- Hernández [Pacheco], R., C. Sherman, E. Weil y P. Yoshioka. (2009). *Spatial and temporal patterns in reef sediment accumulation and composition, southwestern insular shelf of Puerto Rico*. *Caribbean Journal of Science* 45(2-3): 138-150.
- Hughes, T. P., N. A. J. Graham, J. B. C. Jackson, P. J. Mumby y R. S. Steneck. (2010). *Rising to the challenge of sustaining coral reef resilience*. *Trends in Ecology and Evolution* 25(11): 633-642.
- Jackson, J., M. Donovan, K. Cramer y V. Lam (Eds.). (2014). *Status and trends of Caribbean coral reefs: 1970-2012*. Gland, Suiza: Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN. 304 págs.
- Kellner, J. B., S. Y. Litvin, A. Hastings, F. Micheli y P. J. Mumby. (2010). *Disentangling trophic interactions inside a Caribbean marine reserve*. *Ecological Applications* 20(7): 1979-1992.
- Kennedy, E. V., C. T. Perry, P. R. Halloran, R. Iglesias Prieto, C. H. L. Schönberg, M. Wisshak, A. U. Form, J. P. Carricart Ganivet, M. Fine, M. Eakin y P. J. Mumby. (2013). *Avoiding coral reef functional collapse requires local and global action*. *Current Biology* 23(10): 912-918.
- Krieger, J. R. y N. E. Chadwick. (2013). *Recreational diving impacts and the use of pre-dive briefings as a management strategy on Florida coral reefs*. *Journal of Coastal Conservation* 17(1): 179-189.
- Lane, D. R., R. C. Ready, R. W. Buddemeier, J. A. Martinich, K. C. Shouse y C. W. Wobus. (2013). *Quantifying and valuing potential climate change impacts on coral reefs in the United States: comparison of two scenarios*. *PLoS ONE* 8(12): e82579.
- Lilyestrom C. 2007. *Estadísticas de pesca en Puerto Rico. Programa de Manejo de la Zona Costanera: Los primeros 25 años*. Págs. 30-31.
- López-Rivera M. 2007. *Áreas Marinas Protegidas en Puerto Rico. Programa de Manejo de la Zona*

Costanera: Los primeros 25 años. Pags. 39-41.

Lovell, S. J., S. Steinback y J. Hilger. (2013). *The economic contribution of marine angler expenditures in the United States, 2011.* NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-134. U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. Silver Spring, Maryland, EE. UU. v + 188 págs.

Lutz, S. J. y R. N. Ginsburg. (2007). *State of deep coral ecosystems in the Caribbean region: Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands.* En Lumsden, S. E., T. F. Hourigan, A. W. Bruckner y G. Dorr (Eds.), *The state of deep coral ecosystems of the United States: 2007* (págs. 307-365). NOAA Technical Memorandum CRCP-3. Silver Spring, Maryland, EE. UU.

Mateo, I., E. Durbin, R. Appeldoorn, A. Adams, F. Juanes y D. Durant. (2011). *Inferred growth of juvenile French grunts, Haemulon flavolineatum, and Schoolmaster, Lutjanus apodus, in mangrove and seagrass habitats.* Bulletin of Marine Science 87(3): 339-350.

Monaco, M. E., S. M. Anderson, T. A. Battista, M. S. Kendall, S. O. Rohmann, L. M. Wedding y A. M. Clarke. 2012. *National summary of NOAA's shallow-water benthic habitat mapping of U.S. coral reef ecosystems.* NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 122. Preparado por NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment Biogeography Branch. Silver Spring, Maryland, EE. UU. 83 págs.

Monaco, M. E., J. Waddell, A. Clarke, C. Caldwell, C. F. G. Jeffrey y S. Pittman (Eds.). (2008). 16. *Status of the coral reef ecosystems in the U. S. Caribbean and Gulf of Mexico: Florida, Flower Garden Banks, Puerto Rico, Navassa and USVI.* En Wilkinson, C. (Ed.), *Status of coral reefs of the world: 2008* (págs. 225-238). Townsville, Australia: Global Coral Reef Monitoring Network

y Reef and Rainforest Research Centre.

Mumby, P. J. (2009). *Phase shifts and the stability of macroalgal communities on Caribbean coral reefs.* Coral Reefs 28(3): 761-773.

Mumby, P. J. y A. R. Harborne. (2010). *Marine reserves enhance the recovery of corals on Caribbean reefs.* PLoS ONE 5(1): e8657.

Mumby, P. J. y A. Hastings. (2008). *The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience.* Journal of Applied Ecology 45(3): 854-862.

Mumby, P. J., J. D. Hedley, K. Zychaluk, A. R. Harborne y P. G. Blackwell. (2006). *Revisiting the catastrophic die-off of the urchin Diadema antillarum on Caribbean coral reefs: fresh insights on resilience from a simulation model.* Ecological Modelling 196(1): 131-148.

Mumby, P. J. y R. S. Steneck. (2008). *Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms.* Trends in Ecology and Evolution 23(10): 555-563.

National Marine Protected Areas Center. (2008). *Framework for the National System of Marine Protected Areas of the United States of America.* Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration, Office of Ocean and Coastal Resource Management. 54 + xxx págs.

National Marine Fisheries Service, Protected Resources Division, Caribbean Field Office. (2009). *Progress made through NOAA Coral Reef Conservation Program on Puerto Rico Local Action Strategies.* Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration. 11págs.

National Oceanographic and Atmospheric Administration, Coral Reef Conservation Program. (2008). *NOAA Coral Reef Conservation Program*

Roadmap for the Future. A Plan for Developing CRCP Direction Through 2015. Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration. 14 págs.

National Oceanographic and Atmospheric Administration, Coral Reef Conservation Program. (2009a). *NOAA Coral Reef Conservation Program International Strategy 2010-2015.* Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration. 19 págs.

National Oceanographic and Atmospheric Administration, Coral Reef Conservation Program. (2009b). *NOAA Coral Reef Conservation Program Goals & Objectives 2010-2015.* Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration. 39 págs.

National Oceanographic and Atmospheric Administration, Coral Reef Conservation Program. (2010). *Report on NOAA Coral Reef Conservation Program Activities from 2007-2009. Implementation of the National Coral Reef Action Strategy - Report to Congress.* Silver Spring, Maryland, EE. UU.: National Oceanographic and Atmospheric Administration. 98 págs.

Norat-Ramirez, J., H. Mattei, and E. Hernández-Delgado, (2009). *Environmental impact of land use patterns on water quality and coral reef communities in Northeastern Puerto Rico.* Final Report to DNER/NOAA NAO8NOS4190388. 80 pp.

Paddack, M. J., J. D. Reynolds, C. Aguilar, R. S. Appeldoorn, J. Beets, E. W. Burkett, P. M. Chittaro, K. Clarke, R. Esteves, A. C. Fonseca, G. E. Forrester, A. M. Friedlander, J. García Sais, G. González Sansón, L. K. B. Jordan, D. B. McClellan, M. W. Miller, P. P. Molloy, P. J. Mumby, I. Nagelkerken, M. Nemeth, R. Navas Camacho, J. Pitt, N. V. C. Polunin, M. C. Reyes Nivia, D. R. Robertson, A. Rodríguez Ramírez, E. Salas, S. R. Smith, R. E. Spieler, M. A. Steele, I. D. Williams, C. L. Wormald, A. R. Watkinson e I. M. Côté. (2009). *Recent*

region-wide declines in Caribbean reef fish abundance. *Current Biology* 19(7): 590-595.

Palumbi, S. R., D. J. Barshis, N. Traylor-Knowles y R. A. Bay. (2014). *Mechanisms of reef coral resistance to future climate change.* *Science* 344(6186): 895-897.

Ramos-Scharon, C.E., (2009). *The effects of land development on sediment loading rates into the coastal waters of the islands of Culebra and Vieques, Puerto Rico.* Report to DNER/CZM/NOAA. 94 pp.

Renken, H., P. J. Mumby, I. Matsikis y H. J. Edwards. (2010). *Effects of physical environmental conditions on the patch dynamics of *Dictyota pulchella* and *Lobophora variegata* on Caribbean coral reefs.* *Marine Ecology Progress Series* 403: 63-74.

Riegl, B., A. Bruckner, S. L. Coles, P. Renaud y R. E. Dodge. (2009). *Coral reefs: threats and conservation in an era of global change.* *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162(abril, The Year in Ecology and Conservation Biology, 2009): 136-186.

Riegl, B., R. P. Moyer, B. K. Walker, K. Kohler, D. Gilliam y R. E. Dodge. (2008). *A tale of germs, storms, and bombs: geomorphology and coral assemblage structure at Vieques (Puerto Rico) compared to St. Croix (U. S. Virgin Islands).* *Journal of Coastal Research* 24(4): 1008-1021.

Ruiz Ramos, D. V., E. A. Hernández Delgado y N. V. Schizas. (2011). *Population status of the long-spined urchin *Diadema antillarum* in Puerto Rico 20 years after a mass mortality event.* *Bulletin of Marine Science* 87(1): 113-127.

Sale, P. F. y A. M. Szmant (Eds.). (2012). *Reef reminiscences: ratcheting back the shifted baselines concerning what reefs used to be.* Hamilton, Ontario, Canadá: United Nations University, Institute for Water, Environment and Health. 35 págs.

- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2004). *The Ecosystem Approach*, (CBD Guidelines). Montreal, Canadá: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 50 págs.
- Scharer, M.T., M.I. Nemeth, and C. Diez, (2009). *Elkhorn coral population dynamics in Puerto Rico*. Final Report to NFWF #2006-0087-007. 61 pp.
- Schofield, P.J. 2009. *Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea*. *Aquatic Invasions*, Vol. 4, Issue 3: 473-479
- Selig, E. R. y J. F. Bruno. (2010). *A global analysis of the effectiveness of Marine Protected Areas in preventing coral loss*. *PLoS ONE* 5(2): e9278.
- Sherman, C., M. Nemeth, H. Ruiz, I. Bejarano, R. Apperidoorn, F. Paqán, M. Schärer y E. Weil. (2010). *Geomorphology and benthic cover of mesophotic coral ecosystems of the upper insular slope of southwest Puerto Rico*. *Coral Reefs* 29(2): 347-360.
- Smith, T. B., M. E. Brandt, J. M. Calnan, R. S. Nemeth, J. Blondeau, E. Kadison, M. Taylor y P. Rothenberger. (2013). *Convergent mortality responses of Caribbean coral species to seawater warming*. *Ecosphere* 4(7, artículo 87): 1-40.
- Sociedad Ambiente Marino, Inc. (2008). *Estudio sobre los daños mecánicos a los arrecifes de coral ocasionados mayormente por embarcaciones en la Reserva Natural de los Arrecifes de la Cordillera, en Fajardo (tarea CRI-10 de la cuenta 272-1330000-081-2006; subvención del gobierno de los EE. UU., NAO5NOS4991007)*. Informe sin publicar, sometido al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 55 págs.
- Soto-Santiago, F.J. y E. Irizarry-Soto. 2013. *The of ecosystem connectivity on coral reef resilience*. *Journal of Applied Ecology* 45(3): 854-862.
- Sustainamatrix. 2013. *An Analysis of Issues Affecting the Management of Coral Reefs and the Associated Capacity Building Needs in Puerto Rico*. 93 págs.
- The Commonwealth of Puerto Rico and NOAA Coral reef Conservation Program. 2010. *Puerto Rico's Coral Reef Management Priorities*. Silver Spring, MD NOAA. 40 págs.
- Temmerman, S., P. Meire, T. J. Bouma, P. M. J. Herman, T. Ysebaert y H. J. De Vriend. (2013). *Ecosystem-based coastal defence in the face of global change*. *Nature* 504(7478): 79-83.
- United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre. (2006). *In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs*. Biodiversity Series No. 24. Cambridge, Reino Unido: United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre. 33 págs.
- United Nations Publication 2007. *Ecosystem Approaches and Oceans. Panel Presentations during the United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea (Consultative Process). Seventh meeting, United Nations Headquarters, New York, 12 to 16 June*.
- United States Environmental Protection Agency. (2013). *EPA Region 2 Coral Reef Protection Plan - Fiscal Year 2014, September 2013*. 10 págs. Extraído el 00 de 00 de 0000 de: http://www.epa.gov/region2/water/oceans/coral_protection_plansept2013final.pdf.
- Upton, H. F. y E. H. Buck. (2010). *Marine Protected Areas: an overview. Congressional Research Service Report for Congress RL32154*. [iii] + 23 págs. Recuperado el 17 de agosto de 2013, de: <http://www.fas.org/sqp/crs/misc/RL32154.pdf>.

Val D., R. Paxinos, J. Emmett, A. Wright y M. Goecker. (2008). *The Marine Planning Framework for South Australia: a new ecosystem-based zoning policy for marine management*. *Marine Policy* 32(4): 535-543.

Valdés Pizzini, M. (2011). *Una mirada al mundo de los pescadores en Puerto Rico: una perspectiva global* (UPRSG-G-209). Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez: Programa de Colegio Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico. xv + 68 págs.

Vollmer, S. V. y S. R. Palumbi. (2007). *Restricted gene flow in the Caribbean Staghorn coral *Acropora cervicornis*: implications for the recovery of endangered reefs*. *Journal of Heredity* 98(1): 40-50.

Webler, T. y K. Jakubowski. (2011). *Characterizing harmful behaviors of divers and snorkelers to coral reefs in Puerto Rico*. Interin Project Report. Greenfield, Massachusetts, EE. UU.: Social and Environmental Research Institute. 15 págs.

Weil, E., A. Croquer e I. Urreiztieta. (2009). *Temporal variability and impact of coral diseases and bleaching in La Parguera, Puerto Rico from*

2003-2007. *Caribbean Journal of Science* 45(2-3): 221-246.

Wilson, S. K., M. Adjeroud, D. R. Bellwood, M. L. Berumen, D. Booth, Y.-M. Bozec, P. Chabanet, A. Cheal, J. Cinner, M. Depczynski, D. A. Feary, M. Gagliano, N. A. J. Graham, A. R. Halford, B. S. Halpern, A. R. Harborne, A. S. Hoey, S. J. Holbrook, G. P. Jones, M. Kulbiki, Y. Letourneur, T. L. De Loma, T. McClanahan, M. I. McCormick, M. G. Meekan, P. J. Mumby, P. L. Munday, M. C. Öhman, M. S. Pratchett, B. Riegl, M. Sano, R. J. Schmitt y C. Syms. (2010). *Crucial knowledge gaps in current understanding of climate change impacts on coral reef fishes*. *The Journal of Experimental Biology* 213(6): 894-900.

Wusinich-Méndez, D., M. del M. López Rivera y E. Díaz. (2007). Chapter 6: Puerto Rico Coral Reef MPA summary. En Wusinich-Méndez, D. y C. Trappe (Eds.), *Report on the status of Marine Protected Areas in coral reef ecosystems of the United States*. Volume 1: Marine Protected Areas managed by U. S. States, Territories, and Commonwealths: 2007 (págs. 103-115). NOAA Technical Memorandum CRCP 2. Silver Spring, Maryland, EE. UU.: NOAA Coral Reef Conservation Program.

Apéndice 1

Plan de Manejo Estratégico de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico

Preguntas guías para entrevistas a personal del DRNA

Personas entrevistadas:

- Sa. Damaris Delgado, Directora de la División de Reservas y Refugios
- Dra. Nilda Jiménez Marrero
- Dr. Craig Lyliestrom
- Sr. Robert Matos
- Humberto Figueroa, Oficial de Manejo Reserva Arrecifes de la Cordillera
- Ildefonso Ruiz Valentín, Oficial de Manejo Refugio de Vida Silvestre de Boquerón
- Miguel (Tony) Nieves, Oficial de Manejo Reserva Natural de Isla de Mona.
- María T. Chardón, Oficial de Manejo Reserva Natural de Caja de Muertos.

1. ¿Cómo considera usted el estado de los arrecifes de coral en las áreas manejadas en este momento?
2. ¿Cómo visualiza usted esas áreas en cinco (5) años? ¿en diez (10) años?
3. ¿Qué amenazas tienen los arrecifes en su área?
4. ¿Cómo visualiza usted esas amenazas en cinco (5) años? ¿en diez (10) años?
5. ¿Cómo evalúa usted las siguientes estructuras del DRNA en cuanto a su efectividad en la conservación y protección de los arrecifes de coral?
 - a. Programa de Arrecifes de Coral
 - b. Programa de Manejo de la Zona Costanera
 - c. Cuerpo de Vigilantes
 - d. Oficina de Educación y Relaciones con la Comunidad
 - e. División de Recursos Acuáticos
 - f. Oficina de Navegación
 - g. Otros (especifique)
6. Basado en su experiencia ¿qué acciones a corto (3 años), mediano (5 años) y largo (10 años) plazo deben ser incluidas en el Plan de Manejo Estratégico para la Conservación y la Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico?

Apéndice 2

Survey Monkey Plan de Manejo Estratégico de Arrecifes de Coral de Puerto Rico

Consultores Educativos Ambientales, C.S.P. ha sido contratado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) para revisar el Plan de Manejo de Arrecifes de Coral de Puerto Rico (2009).

Una de las estrategias, a utilizarse en la revisión, es auscultar la opinión de aquellas personas claves, que de una forma u otra están relacionados con el manejo, la conservación y la protección de los arrecifes de coral.

Hemos desarrollado el siguiente cuestionario y agradeceremos sinceramente que pueda tomar unos minutos de su tiempo para contestarlo y hacérselo llegar. De igual forma, podemos reunirnos con usted para hacerle una entrevista corta y contestar la encuesta. Nos puede comunicar su preferencia llamando al: 787-649-1638 o por correo electrónico alortsos@gmail.com. Muchas gracias por su colaboración.

1. Al contestar el cuestionario, por favor indique a qué región de la Isla se aplican sus comentarios:

- Oeste-Suroeste (desde Aguadilla hasta Lajas)
- Sur (desde Maunabo hasta Guánica, incluyendo Caja de Muertos)
- Este-Noreste (desde Río Grande hasta Humacao, incluyendo Vieques y Culebra)
- Norte (desde Isabela hasta Carolina)

2. ¿Con cuánta frecuencia se realizan estas actividades en las áreas de arrecifes?

	Ninguna	Poca frecuencia	Alguna frecuencia	Mucha frecuencia	En exceso
Snorkeling/Natación	<input type="checkbox"/>				
Buceo (SCUBA)	<input type="checkbox"/>				
Pesca comercial	<input type="checkbox"/>				
Pesca recreativa/deportiva	<input type="checkbox"/>				
Visitas educativas	<input type="checkbox"/>				
Otros: (especifique) _____					

3. ¿Cómo visualiza usted esas actividades en cinco (5) años? ¿Diez (10) años?

4. ¿En qué medida las siguientes amenazas impactan actualmente los arrecifes de coral en Puerto Rico?

	Nada de impacto	Impacto mínimo	Algo de impacto	Mucho impacto	Impacto excesivo
Snorkeling/Natación	<input type="checkbox"/>				
Buceo/Scuba	<input type="checkbox"/>				
Pesca comercial	<input type="checkbox"/>				
Pesca recreativa/deportiva	<input type="checkbox"/>				
Visitas educativas	<input type="checkbox"/>				
Sedimentación	<input type="checkbox"/>				
Extracción de corales	<input type="checkbox"/>				
Extracción de arena	<input type="checkbox"/>				
Desarrollo costero	<input type="checkbox"/>				
Contaminación (aceites, aguas usadas, fertilizantes, etc.)	<input type="checkbox"/>				
Enfermedades de corales	<input type="checkbox"/>				
Cambio climático (aguas calientes, elevación del nivel del mar, acidificación del agua del mar, etc.)	<input type="checkbox"/>				
Otros (especifique) _____					

5. ¿Cómo visualiza usted esas amenazas en cinco (5) años? ¿Diez (10) años?

6. ¿Cuán efectivas considera usted las siguientes estructuras/programas del DRNA en cuanto a la conservación y protección de los arrecifes de coral?

	Nada efectivas	Poco efectivas	Algo efectivas	Medianamente efectivas	Muy efectivas
Programa de Arrecifes de Coral	<input type="checkbox"/>				
Programa de Manejo de la Zona Costanera	<input type="checkbox"/>				
Cuerpo de Vigilantes	<input type="checkbox"/>				
Oficina de Educación y Relaciones con la Comunidad	<input type="checkbox"/>				
División de Recursos Acuáticos	<input type="checkbox"/>				
Oficina de Navegación	<input type="checkbox"/>				

Comentarios adicionales _____

7. Basado en su experiencia ¿qué acciones a corto (3 años), mediano (5 años) y largo (10 años) plazo deben ser incluidas en el Plan de Manejo Estratégico para la Conservación y la Protección de los Arrecifes de Coral de Puerto Rico?

Para efectos demográficos, conteste las siguientes preguntas:

8. Género

- Femenino
- Masculino
- No deseo responder

9. Categoría de edad

- 18 a 45 años de edad
- Mayor de 46 años de edad
- No deseo responder

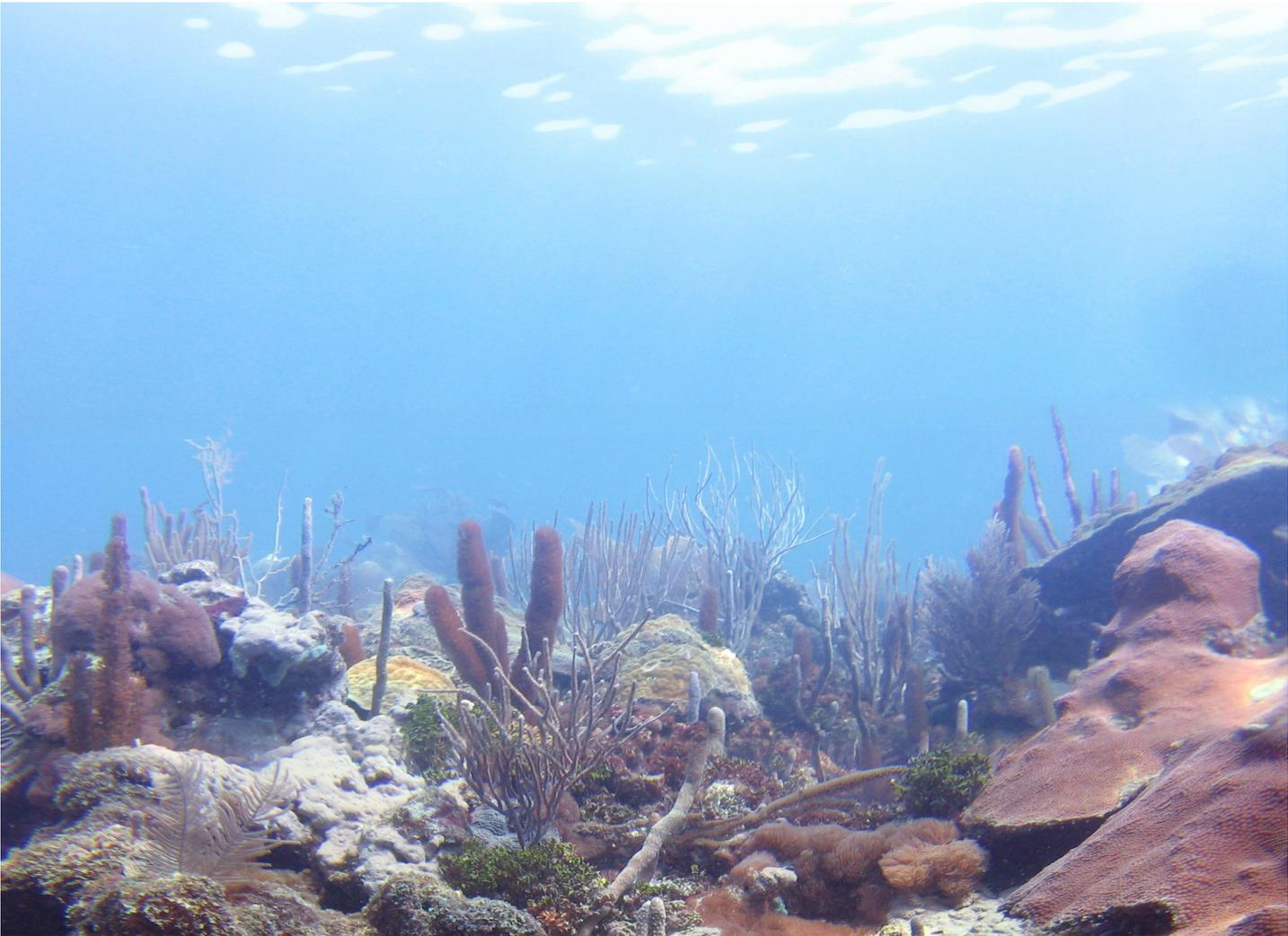
10. ¿Cuál es el nivel de educación más alto que ha recibido?

- Escuela elemental
- Escuela Superior
- Diploma universitario
- Posgrado (maestría, doctorado, etc.)
- Ninguno

11. Su trabajo relacionado a los arrecifes de coral es principalmente como:

- Manejador de Áreas Naturales
- Científico
- Consultor
- Pescador comercial
- Pescador recreativo
- Turismo
- Otro (especifique) _____





Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, San Juan
diciembre 2014.



Consultores Educativos Ambientales, C.S.P.