

**Estudios
Técnicos
Inc.**

Valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra

Informe final

Sometido al:
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales



27 de diciembre de 2007

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
II. METODOLOGÍA	15
2.1 METODOLOGÍA PARA EL MÉTODO DE COSTO DE VIAJE	18
2.2 METODOLOGÍA PARA EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE	20
2.3 ENTREVISTA A INVESTIGADORES	22
2.4 ENTREVISTA A ARTESANOS	23
III. CONDICIONES EXISTENTES	25
3.1 BIENES	26
3.1.1 PESCA COMERCIAL	26
3.1.2 MATERIALES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	30
3.1.3 USO CULTURAL/ARTESANAL.....	33
3.1.4 PESCA ORNAMENTAL.....	34
3.2 SERVICIOS	35
3.3.1 TURISMO Y RECREACIÓN	36
3.3.3 PROTECCIÓN CONTRA LA EROSIÓN	46
3.3.4 SERVICIOS EDUCATIVOS Y DE INVESTIGACIÓN QUE PROVEE EL ECOSISTEMA	48
IV. CONDICIONES FUTURAS DE LOS ARRECIFES DE CORAL	50
5.1 FACTORES NATURALES	50
5.2 FACTORES ANTROPOGÉNICOS	52
V. VALORACIÓN ECONÓMICA, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	58
5.1 VISIÓN GENERAL	58
5.2 LA ENCUESTA	59
5.3 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES PASIVOS	63
5.4 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE USO	67
5.5 PESCA ARTESANAL.....	73
5.6 VALOR DE LA PESCA ORNAMENTAL	75
5.7 VALOR DE LA PROTECCIÓN	75
5.8 VALOR EDUCATIVO Y DE INVESTIGACIÓN	78
5.9 CONCLUSIONES DEL EJERCICIO DE VALORACIÓN	80
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
VII. BIBLIOGRAFÍA	90

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales contrató a la empresa de consultoría Estudios Técnicos, Inc. para llevar a cabo el 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.

Los arrecifes de coral son los ecosistemas más productivos del ambiente marino. Éstos están estrechamente relacionados con otros ecosistemas terrestres y marinos, y su ocurrencia y condición dependen de los mismos. Algunos de estos ecosistemas asociados son los manglares y otros humedales costeros; los humedales marinos, como las praderas de hierbas; y el océano. La interdependencia entre estos recursos es tanto física, como biológica y biogeoquímica.

La diversidad de recursos marinos y costeros en el Este del País provee una serie de bienes, servicios y funciones a la sociedad. Los mismos son intensamente utilizados para la recreación y las actividades turísticas; la pesca recreativa y artesanal; la investigación; y proveen protección a la costa, entre otras funciones. Sin embargo, estos recursos están siendo amenazados por factores naturales y otros propiciados por los seres humanos. Diversos investigadores han identificado entre las principales amenazas antropogénicas: la sedimentación y la eutrofización; la sobrepesca; la pérdida de hábitáculos esenciales; la recolección de peces e invertebrados de arrecife para el comercio de acuarios; las actividades recreativas sin controles; y las prácticas militares en el caso de Culebra y Vieques (Hernández et al, 2003a).

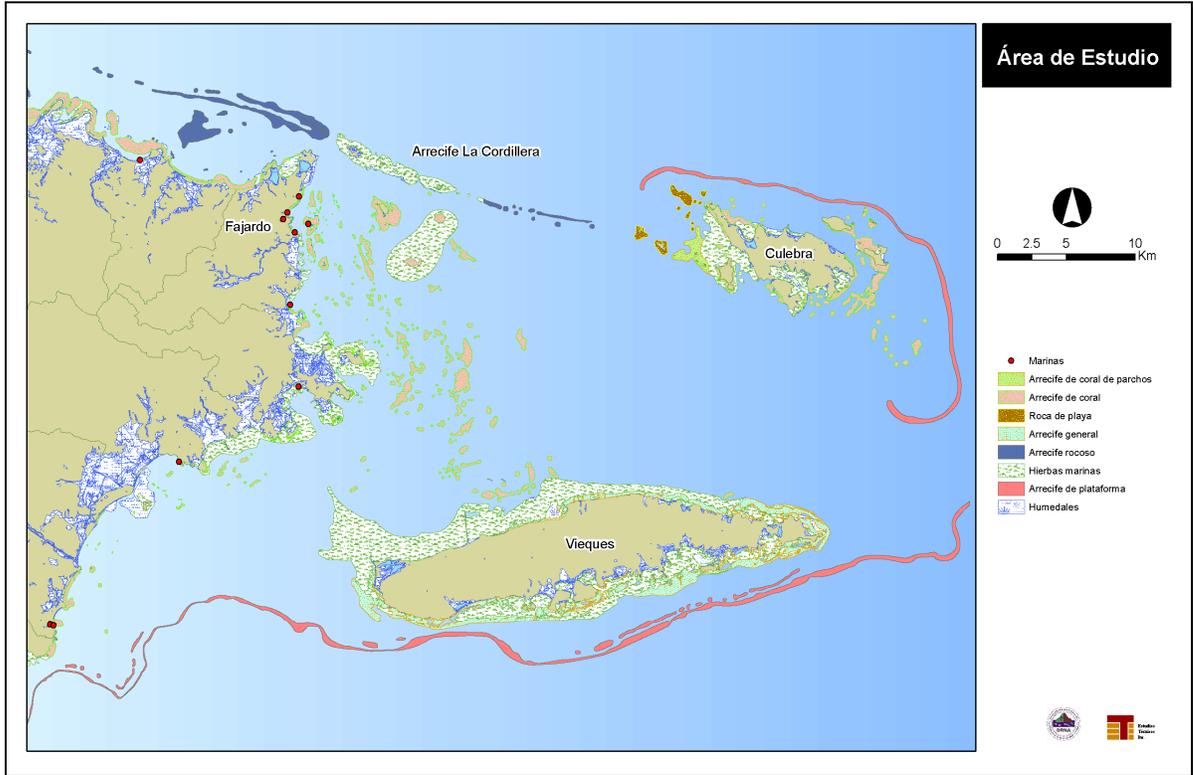
Precisamente, este estudio tiene el propósito de calcular el valor económico total de los arrecifes de coral y los recursos asociados en esta zona del Este de Puerto Rico. El valor económico total se calcula en función de los bienes, funciones y servicios que provee el ecosistema. Dicho valor se obtiene como resultado de la suma del **valor de los usos** (valor de bienes y servicios), más los **valores pasivos** (valor futuro, valor heredable, valor existencial y valor de la biodiversidad). Algunos de

estos valores pueden ser obtenidos de las transacciones del mercado, mientras que los que corresponden a otras actividades -que no son cuantificables por las actividades de mercado- tienen que ser obtenidos mediante encuestas a la población.

Este informe consiste de seis capítulos. En el primero, se presenta la descripción del área de estudio y un resumen de los recursos que se encuentran en ésta. El segundo capítulo, contiene una descripción de las fases y tareas en las que consistió el estudio, incluyendo el trabajo de campo. En el tercer capítulo, se describen los usos en el área, y los servicios y funciones que proveen los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico. Mientras que en el cuarto capítulo, se presentan los aspectos que impactan los recursos examinados, y se discuten aquellas prácticas que suponen una amenaza potencial para éstos. En el capítulo cinco se presenta el ejercicio del valor económico total y el procedimiento utilizado para calcular cada uno de los usos. Finalmente, el capítulo seis contiene las conclusiones del estudio, incluyendo las limitaciones y hallazgos que surgieron durante el proceso, junto con recomendaciones de manejo para asegurar la conservación de los recursos valorados.

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el Este de Puerto Rico e incluye: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra.

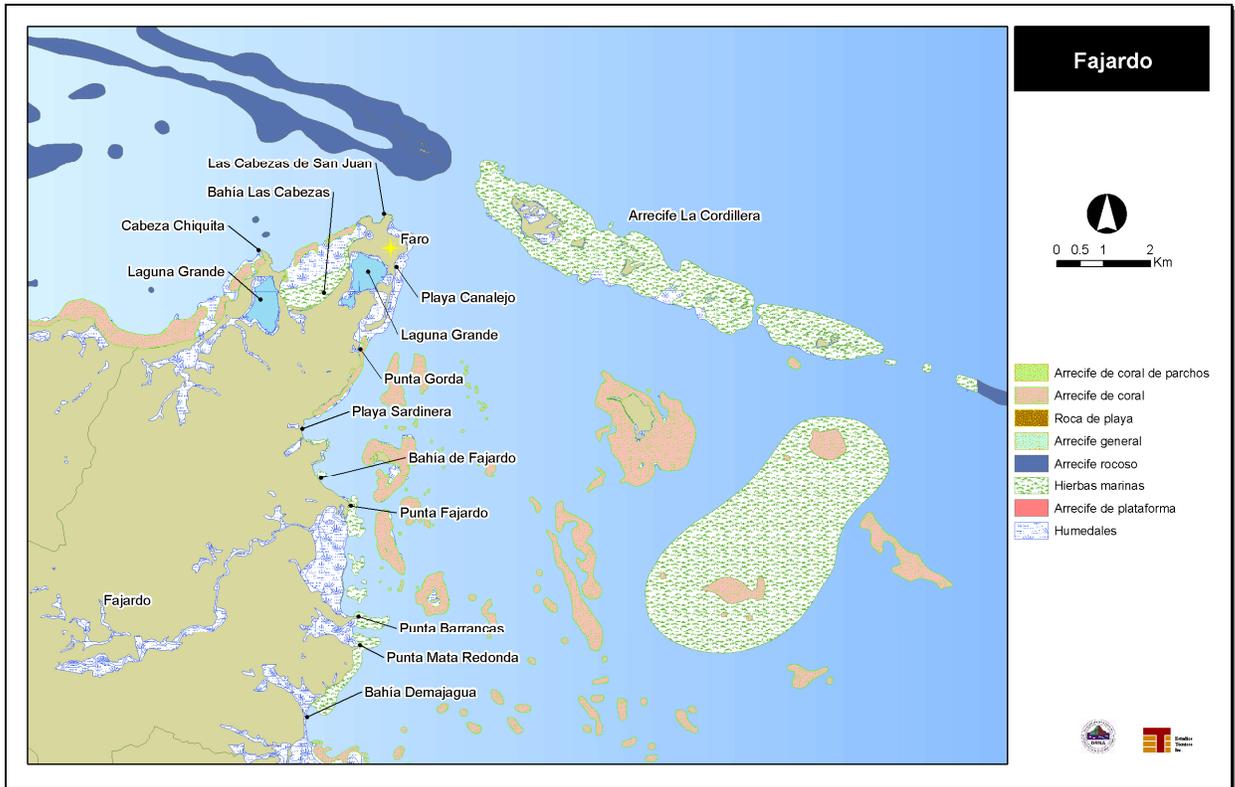


1.1 Fajardo

Fajardo es un municipio costero ubicado en el Nordeste de Puerto Rico, con una extensión territorial de 7,744 hectáreas (77.4 km²). Según el Censo de 2000, su población es de 40,712 habitantes. Colinda por el Norte y Este con el Océano Atlántico, por el Sur con el municipio de Ceiba y al Oeste con Luquillo.

La costa del municipio de Fajardo se caracteriza por poseer múltiples bahías, manglares, bosques costeros, playas arenosas, una de las pocas lagunas con bioluminiscencia. Además, sus aguas cuentan con arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas.

En el litoral de Fajardo se encuentran cerca de siete playas entre rocosas y arenosas. Entre las más frecuentadas se encuentran Las Croabas y Seven Seas, que es un balneario de la Compañía de Parques Nacionales que cuenta con áreas para acampar. El mismo ostenta el distintivo internacional conocido como Bandera Azul, que reconoce la seguridad de las playas, la excelencia en la calidad de sus aguas y la presencia de infraestructura necesaria para los bañistas.



Dentro de los límites territoriales de Fajardo se encuentran tres áreas naturales protegidas: la Reserva Natural Cabezas de San Juan, el Bosque Estatal de Ceiba, la Reserva Natural de la Finca Seven Seas y la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste. Éstas son:

1. La Reserva Natural Cabezas de San Juan¹ comprende un área de 176

¹ Designada como Reserva Natural en el año 1986 por la Junta de Planificación, según recomendado en el Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico.

hectáreas e incluye la porción marina hasta una extensión de 9 millas náuticas. La misma es administrada por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. Ésta es un área de suma importancia ecológica, ya que alberga prácticamente todas las comunidades costeras existentes en Puerto Rico, entre las que se encuentran: praderas de yerbas marinas, manglares, lagunas, matorrales, arboleda siempre verde, cocotales, playas arenosas y rocosas. Entre sus recursos más significativos se encuentra la Laguna Grande, que es una de las pocas lagunas en Puerto Rico que posee bioluminiscencia causada por el microorganismo Pyrodinium bahamense. En la Reserva se llevan a cabo actividades asociadas a la recreación y el turismo, entre las que se encuentran: paseos en kayak, caminatas por las veredas peatonales, buceo, pesca artesanal y la educación e investigación.

2. La Unidad Santa Rita del Bosque Estatal de Ceiba se encuentra en el barrio Quebrada Vueltas de Fajardo. Éste es un bosque costero que cubre un área de 142.7 hectáreas entre los municipios de Fajardo, Ceiba y Naguabo. Este bosque seco subtropical posee manglares, playas arenosas, salitrales, praderas de yerbas marinas y arrecifes. El mismo es utilizado para la recreación pasiva y cuenta con una plataforma de pesca.
3. La Reserva Natural de la Finca Seven Seas cubre 803 hectáreas de terrenos costeros entre el Río Sabana y la Reserva Natural Cabezas de San Juan.² Sus sistemas naturales diversos sirven de hábitado a especies de flora y fauna. El área cuenta con arrecifes de coral, sistemas de manglares, bosque de *Pterocarpus-Annona*, ciénagas y pantanos

² Esta Reserva Natural fue declarada mediante la Ley Núm. 228 de 1999, Ley de la Reserva Natural de la Finca Seven Seas. Entre los terrenos designados están incluidas las fincas San Miguel I y II, que se encuentran en manos privadas; las fincas Las Paulinas y El Convento, que pertenecen a la Compañía de Fomento Industrial; la Reserva Natural Cabezas de San Juan, administrada por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico; y la finca del Balneario de Seven Seas, de la Compañía de Parques Nacionales.

herbáceos, una laguna costera y un salitral asociado a ésta, charcas abiertas y praderas de yerbas marinas.

4. El Corredor Ecológico del Noreste³, comprende un área de 1,273 hectáreas entre los municipios de Luquillo y Fajardo. Esta área ha sido reconocida por su valor natural, escénico y ecoturístico. El área cuenta con bosques costeros y humedales, incluyendo arrecifes de coral, pantano de *Pterocarpus* y una laguna bioluminiscente, entre otros recursos ecológicamente sensitivos.

Por otra parte, Fajardo es el punto de conexión principal entre la Isla Grande y las islas de Vieques y Culebra. En éste se encuentran las instalaciones de la Autoridad para el Transporte Marítimo que mueve pasajeros a Vieques y Culebra y un aeropuerto regional que también viaja a estas islas.

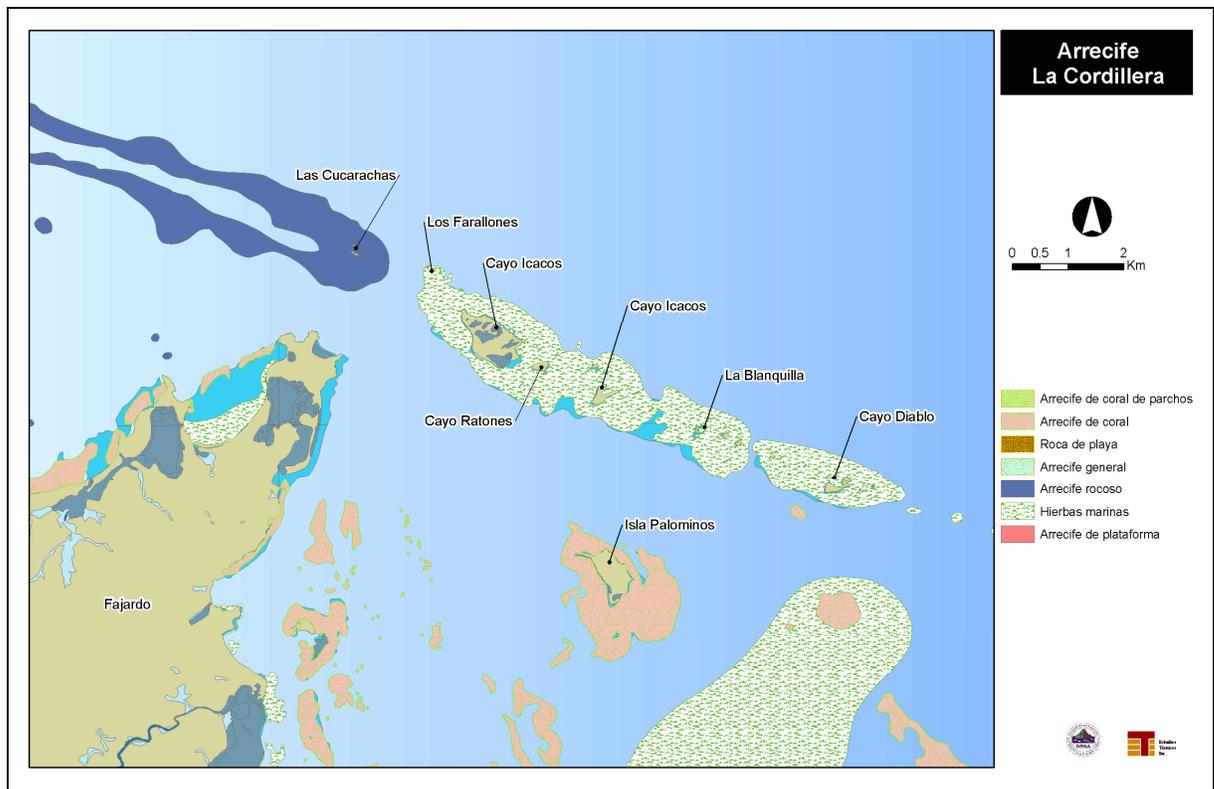
Este municipio cuenta con una ubicación estratégica, ya que se encuentra relativamente cerca del Área Metropolitana de San Juan. Dicho factor, junto a sus condiciones naturales, ha atraído una intensa actividad turística y recreativa, y el desarrollo de instalaciones y estructuras para estos propósitos.

En Fajardo se encuentran instalaciones marinas privadas, incluyendo la más grande del Caribe- Marina Puerto del Rey- y otras marinas reconocidas entre las que se encuentran: Puerto Chico, Sea Lovers Marina, Isleta Marina y Villa Marina Yatch Harbor. Además, cuenta con el hotel El Conquistador, que posee una marina y que tiene instalaciones en la isla de Palominos, que es parte de Arrecifes La Cordillera.

³ Designado el 5 de octubre de 2007, mediante la Orden Ejecutiva OE-2007-37.

1.2 Arrecifes La Cordillera

Arrecifes La Cordillera se encuentra a una distancia de 1.5 millas náuticas al noreste de Fajardo. Ésta es una cordillera submarina de poca profundidad, con una longitud aproximada de 29 km.



El área se compone de una serie de islas, cayos y arrecifes que ocupan 88.2 hectáreas. En el año 1980, la misma fue designada como Reserva Natural e incluye las siguientes formaciones: Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratones, Cayo Diablo y la Barquilla, Cayo Cucaracha, Arrecifes Hermanos, Arrecifes Barriles, los cayos Las Cucharas, Icacos, Ratones, Blanquilla, Diablo y Los Farallones. Existen otros tres cayos que -aunque están ubicados físicamente dentro del área que comprende la Reserva- no forman parte de la misma por ser de propiedad privada. Estos son: Cayo Lobos y las islas de Palominos y Palominitos.

La Reserva posee los arrecifes mejor desarrollados en la costa noreste de Puerto Rico.⁴ La misma cuenta con grandes extensiones de yerbas de tortuga (praderas de *Thalassia*) que sirven de alimento a especies marinas, y como lugar de apareamiento, desove y criadero para especies de valor comercial, como las langostas, los camarones y los moluscos. Otras funciones importantes de las praderas de yerbas marinas es que sirven como trampas de sedimento y amortiguadores del impacto de las olas.

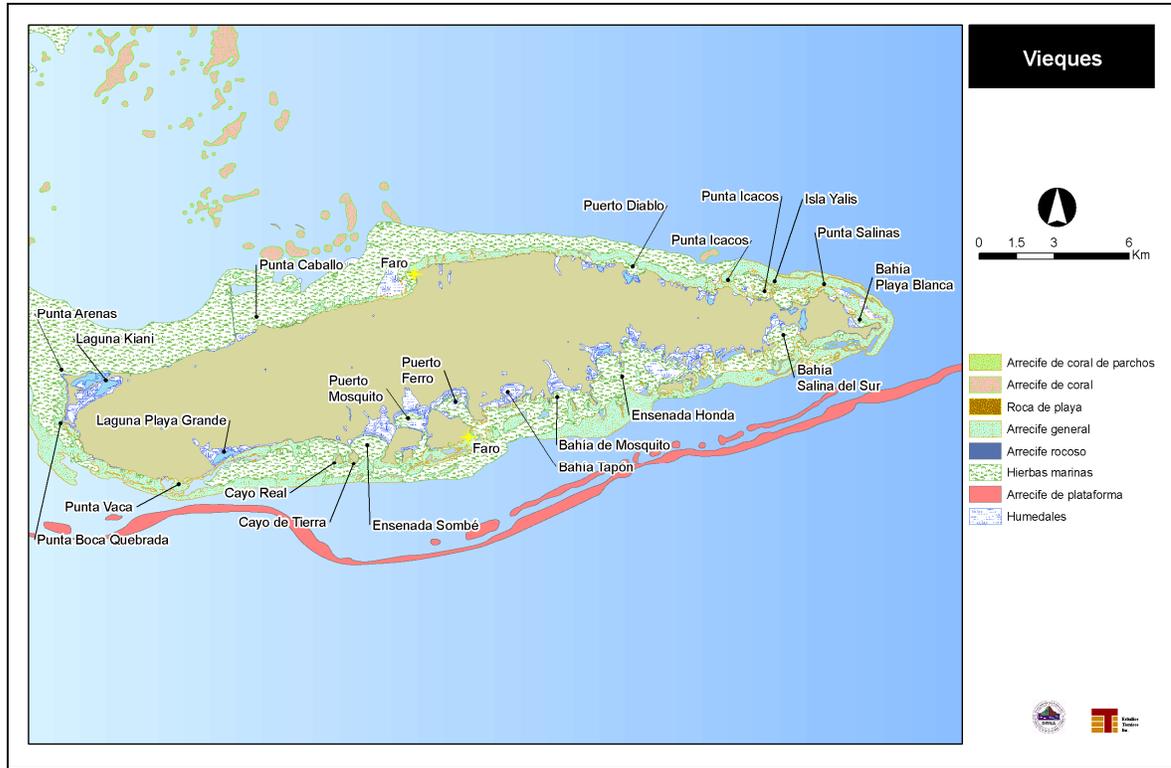
Todas estas islas son ampliamente utilizadas para propósitos turísticos y recreativos y son accesibles solamente por botes privados que usualmente parten de las costas de Fajardo. Dentro de Arrecifes La Cordillera se encuentran instalaciones que son parte del hotel El Conquistador.

1.3 Vieques

Vieques es una isla oceánica ubicada a cerca de 10 km. al este de la Isla Grande. Su extensión territorial es de aproximadamente 13,200 hectáreas y cuenta con 9,106 habitantes. Esta isla, está bordeada en su extremo noroeste por el Pasaje y la Sonda de Vieques y en su extremo surdeste por el Mar Caribe.

En las costas Sur y Oeste de Vieques se observan extensas áreas de humedales y bahías protegidas que actúan como barrera protectora contra los procesos de erosión, particularmente durante eventos de tormentas y mareas altas. Igualmente, estas aguas son claras y proveen condiciones favorables para la vida marina, en particular para los corales y las yerbas marinas.

⁴ Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2001). Guía práctica de leyes, reglamentos y órdenes administrativas relacionadas con los corales y ambientes asociados.



Esta área al oeste de Vieques es conocida como Punta Arenas y es extensamente utilizada para propósitos recreativos, particularmente por nautas que zarpan desde las costas de Humacao y Fajardo.

En las aguas costeras de esta isla se han identificado 350 especies de peces, de las cuales 102 son peces de arrecife. En Vieques existen aproximadamente 15 especies marinas y terrestres que se encuentran en alto riesgo de ser extintas, entre las que se encuentran: el carey, el tinglar, el pelícano pardo y la chiriría. Según el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, en Vieques se pueden observar algunos de los arrecifes menos perturbados y más saludables de Puerto Rico, a pesar de las intensas intervenciones antropogénicas.⁵

⁵ Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2001). Guía práctica de leyes, reglamentos y órdenes administrativas relacionados con los corales y ambientes asociados. p. 3.

La mayor parte del territorio viequense está designado como Refugio Nacional de Vida Silvestre y consiste de dos predios de terreno: Unidad Este y Unidad Oeste. Además, al sur de Vieques se encuentra la Reserva Natural Bahía Bioluminiscente. Estas áreas naturales protegidas se describen a continuación.

1. La Unidad Este del Refugio es conocida como el Polígono de Tiro, que fue clausurado en el año 2001, y se compone de aproximadamente 7,191 hectáreas. En esta porción del Refugio existen bolsillos de playas de arenas blancas comúnmente utilizadas por los bañistas, entre las que se encuentran playa Caracas (Red Beach) y playa La Chiva (Blue Beach). Actualmente, la mayor parte del mismo se encuentra cerrado al público debido al peligro de municiones sin detonar y al proceso de limpieza que se está efectuando en el área.

El Oeste consiste de aproximadamente 3,280 hectáreas que fueron utilizadas por la Marina de Guerra de EE.UU. desde el año 1943 hasta el 2001 como área de almacenaje, manejo y disposición de municiones, entre otros usos militares. De éstas, unas 1,220 hectáreas de terreno fueron transferidas al Departamento del Interior; 320 hectáreas al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico y los terrenos restantes- aproximadamente 1,740 hectáreas- se transfirieron al Municipio de Vieques. En este Refugio se han identificado extensas praderas de hierbas marinas al noroeste del Muelle Mosquito. Además, las áreas conocidas como Playa Grande, Punta Arenas (*Green Beach*) y la Laguna Kiani proveen oportunidades para la recreación.

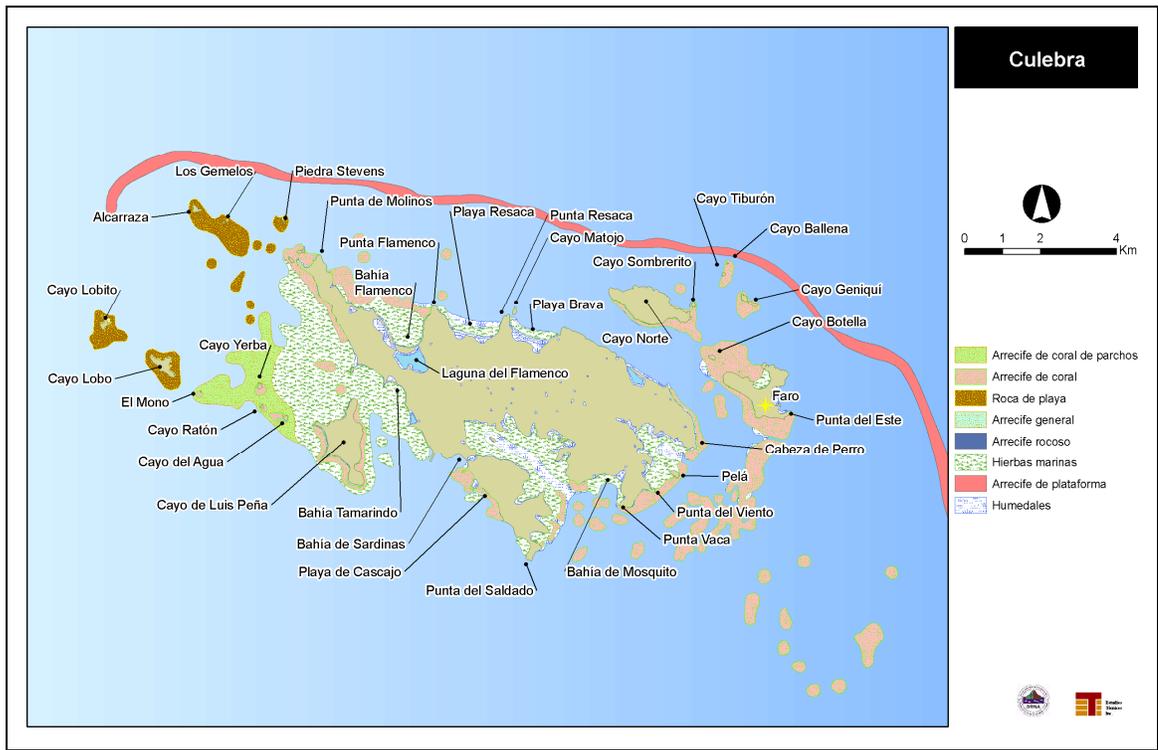
2. La Reserva Natural Bahía Bioluminiscente de Vieques comprende unas 439.8 hectáreas al sur de la isla, junto con una extensión marina.⁶ En ésta se encuentran Puerto Mosquito y Bahía Tapón que están bordeadas por manglares y en cuyas aguas se observa el fenómeno de

⁶ Designada en el año 1989 en virtud del Programa de Manejo de la Zona Costanera.

bioluminiscencia.

1.4 Culebra

Culebra es un archipiélago ubicado 27 km. al este de la Isla Grande, que se compone de múltiples islas y cayos, que suman 3,160 hectáreas. La población del municipio es de 1,900 habitantes. Sus otras islas y cayos menores que no se encuentran poblados son: Cayo Norte, Cayo Ballena, Cayos Geniqui, Culebrita, Arrecife Culebrita, Cayo de Luis Peña, Las Hermanas, El Mono, Cayo Lobo, Cayo Lobito, Cayo Botijuela, Alcarraza, Los Gemelos y Piedra Steven.



Las costas de Culebra poseen múltiples bahías, lagunas y variedad de humedales costeros que brindan protección al litoral durante eventos climatológicos; proveen áreas de anidaje para las aves nativas y migratorias; y mantienen la calidad de las aguas costeras. La Isla presenta extensas áreas cubiertas por manglares que se concentran en Ensenada Honda, Laguna Flamenco, las playas de Flamenco, Puerto del Manglar, Resaca, Brava y Larga.

Las aguas y terrenos sumergidos de Culebra sostienen un desarrollo extenso de comunidades de arrecifes de coral de diversos tipos bajo condiciones saludables. Se ha estimado que cerca del 80 por ciento de sus costas están protegidas por arrecifes de coral. La Isla cuenta con comunidades coralinas que sirven de hábitáculo a invertebrados, algas, a cientos de especies de peces y tortugas marinas. Igualmente, los terrenos sumergidos de la Isla, contienen extensas áreas de praderas submarinas, principalmente en Ensenada Honda.(Hernández et al. 2003b).

En Culebra hay dos áreas naturales protegidas: La Reserva Natural Canal Luis Peña y el Refugio Nacional de Vida Silvestre.

1. La Reserva Natural Canal Luis Peña (RNCLP) se extiende 478.9 hectáreas, desde Península Flamenco y punta Melones, hasta el islote Luis Peña.⁷ Incluye una amplia diversidad de hábitáculos entre los que se encuentran las praderas de yerbas marinas, praderas de algas macrofíticas y comunidades asociadas a ambientes rocosos. En la Reserva se han identificado 83 especies de corales (Puerto Rico Coral Reef Initiative, 1999-2004). Otras especies documentadas fueron peces (260 especies); moluscos (192 especies) y cnidarios (124 especies); artrópodos (54 especies); esponjas (48 especies); y equinodermos (27 especies). (Hernández et al. (2003c). En la RNCLP, los yerbazales marinos cubren aproximadamente una tercera parte del área superficial del fondo marino. (Hernández, 2004).

La Reserva es una "zona de veda pesquera permanente" (*no-take zone*). Sin embargo, continúa el problema de la pesca ilegal dentro de sus límites. Además, se ha documentado un aumento en la cobertura de algas, que se debe principalmente a las cianobacterias que colonizan los espacios abiertos del arrecife. (Hernández-Delgado, 2004). Se considera que esto es producto del aumento en nutrientes que arrastran las escorrentías a las aguas de la Reserva, y que son resultado de las actividades en el uso del territorio.

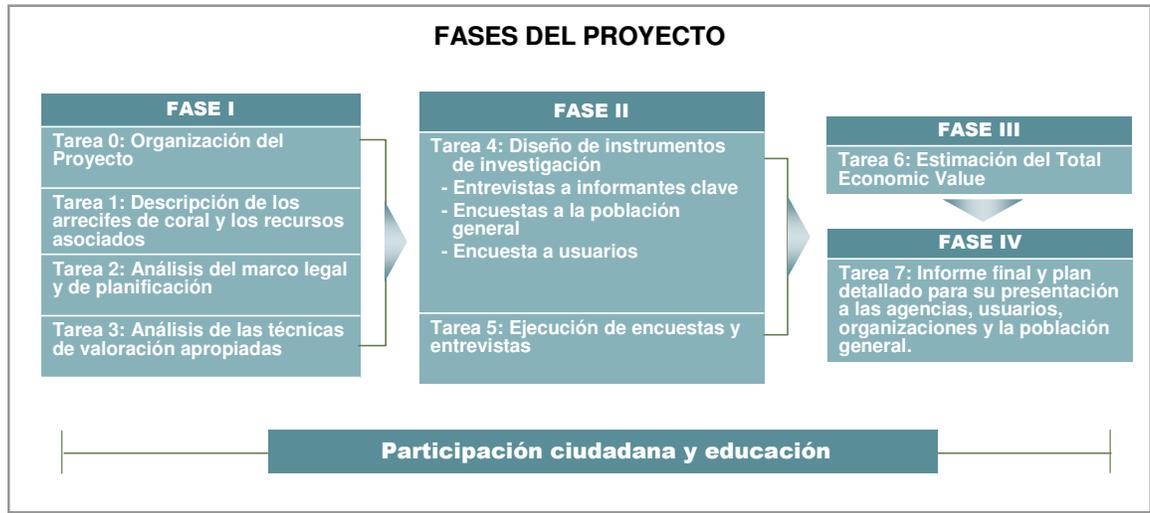
⁷ Su designación como Reserva se hizo en el año 1999.

2. Otra área protegida en Culebra es el Refugio Nacional de Vida Silvestre, designado en el año 1909 y que es manejado por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés). El mismo se compone de 23 cayos e islitas y cuatro extensiones de terreno en la isla principal, que suman 598.9 hectáreas. Las lagunas existentes en el Refugio sirven como área de anidaje a miles de aves migratorias.

Culebra posee 10 playas arenosas: Playa Larga, Tamarindo, Dátiles, Carenero, Tampico, Playa Tortuga, Las Vacas, Melones, Punta Soldado y Flamenco. Esta última cuenta con áreas para acampar.

II. METODOLOGÍA

El estudio de valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados se organizó en cuatro fases, según descritas en esta sección. El mismo tuvo una duración de nueve meses, de abril hasta diciembre de 2007.



Fase I

La Fase I consistió esencialmente de tres tareas:

- (1) **Descripción del área de estudio-** Esta tarea consistió en la identificación de estudios y fuentes de información secundaria (investigaciones y documentos de agencias federales y estatales). Esto incluyó la revisión de los borradores de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas, investigaciones que se han llevado a cabo en el área, entre otros. El ejercicio permitió identificar preliminarmente los usos, usuarios y las amenazas a las que está sujeto el recurso, lo cual se validó mediante entrevistas al personal del DRNA y en las reuniones con el Comité de Trabajo del proyecto.
- (2) **Análisis del marco legal y de planificación-** Se analizaron las leyes, reglamentos, planes y programas que rigen o están propuestos para el área. Esto tuvo el propósito de conocer esencialmente los usos permitidos y las

restricciones a las que están sujetos, tanto el área como los recursos que se encuentran en ella.

(3) **Selección de las técnicas de valoración apropiadas-** Se identificaron los usos para los cuales se podían obtener datos de las transacciones de mercado y otros para los cuales fue necesario hacer encuestas y entrevistas.

USOS IDENTIFICADOS EN LA COSTA ESTE			
	Usos	Método de valoración	Fuente de información
BIENES	① Pesca comercial/ornamental	VM	DRNA, Laboratorio de Investigaciones Pesqueras
	② Materiales para la industria de la construcción	VM	Información Industria de Agregados
SERVICIOS	③ Turísticos y recreativos (incluyendo la pesca recreativa)	TCM	Encuestas a usuarios
	④ Protección costera	VM	Investigadores y parámetros de la industria
	⑤ Biodiversidad	CVM	Encuesta a la población general
	⑥ Educación e investigación	VM	Entrevistas a investigadores
	⑦ Valor cultural	VM	Encuesta a artesanos
VALORES PASIVOS	⑧ Valor de uso futuro	CVM	Encuesta a la población general
	⑨ Valor heredable	CVM	Encuesta a la población general
	⑩ Valor existencial	CVM	Encuesta a la población general

Como parte de esta tarea, se identificaron dos métodos de valoración que requieren de la realización de encuestas a usuarios y a la población general. Éstos son:

- **Método de Costo de Viaje (TCM, por sus siglas en inglés):** Este método es frecuentemente utilizado para estimar los beneficios económicos asociados al valor recreativo de los recursos naturales. Para el mismo, fue necesario realizar una encuesta que recoge cuánto los usuarios están dispuestos a pagar por el disfrute del área. La misma recogió los gastos incurridos por los usuarios para cada actividad, incluyendo alojamiento, alimentos, transporte, entre otros. La encuesta fue suministrada a las personas que realizan actividades recreativas marítimas, subacuáticas y de pesca recreativa en el Área Este de Puerto Rico (incluyendo Vieques y Culebra).

- Método de Valoración Contingente (CVM, por sus siglas en inglés): Este método requirió una encuesta por teléfono a la población general de Puerto Rico. Su propósito es recoger la disposición a pagar de usuarios y no usuarios, considerando que entre los valores que se recogen en la misma se encuentra la disposición a pagar sólo por saber que el recurso existe, aún cuando no se disfrute o se entienda que no se obtiene algún beneficio del mismo.

Se identificaron otros usos- como el valor cultural y el valor del recurso para la investigación y educación- que requirieron la realización de encuestas y entrevistas. Para el valor cultural, se examinó el Registro de Artesanos y se llevó a cabo una encuesta para determinar el valor del recurso como materia prima y sustento para estas personas. Mientras que para la investigación y educación, el personal del DRNA ayudó en la identificación de los investigadores que han trabajado en el área durante los pasados cinco años. Estos investigadores también fueron entrevistados.

Fase II

La Fase II consistió en el diseño y ejecución del trabajo de campo. Se prepararon instrumentos de investigación para los siguientes usos:

- (1) Método de Costo de Viaje,
- (2) Método de Valor Contingente,
- (3) Entrevista a investigadores, y
- (4) Entrevista a artesanos.

Previo a llevar a cabo las encuestas, tanto los encuestadores como los supervisores de campo fueron adiestrados por el personal de Estudios Técnicos, en colaboración con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). El adiestramiento tuvo lugar el viernes 20 de julio de 2007, en la oficina de Estudios Técnicos e incluyó lo siguiente:

- discusión de un módulo preparado por el equipo consultor, en el que se presentaron el propósito y los objetivos del proyecto, la definición operacional de conceptos medulares del estudio, entre otros aspectos;
- una conferencia llevada a cabo por personal del DRNA, de manera que los encuestadores conocieran más sobre el recurso;
- una presentación del vídeo educativo “Explorando los Ecosistemas Marinos de Puerto Rico”, preparado por el *NOAA Coral Reef Conservation Program*;
- la presentación y discusión de los cuestionarios;
- aspectos de logística relacionados al trabajo de campo;
- ejercicio de simulación con los sistemas asistidos por computadora, y
- una sesión de preguntas.

Es importante señalar que en este adiestramiento se prepararon tanto los encuestadores que estuvieron en el campo llevando a cabo la encuesta a usuarios, como aquéllos que hicieron las encuestas por teléfono a la población general. A continuación se detallan las metodologías utilizadas en la ejecución de las cuatro encuestas antes mencionadas.

2.1 Metodología para el Método de Costo de Viaje

El trabajo de campo para el Método de Costo de Viaje se llevó a cabo a usuarios de los arrecifes de coral y recursos asociados en el Este de Puerto Rico, durante el periodo del sábado 21 de julio de 2007, hasta el domingo 7 de octubre de 2007. Las encuestas se efectuaron en los siguientes lugares:

Fajardo

- Marina Puerto Real
- Marina Puerto del Rey

- Marina Puerto Chico
- Villa Marina
- Reserva Natural Cabezas de San Juan
- Marina Sun Bay
- Playa Las Croabas (muelle)
- Playa *Seven Seas*
- Laguna Grande
- Terminal de Lanchas de la Autoridad de Puertos (se encuestó en los alrededores de las instalaciones portuarias)
- Aeropuerto de Fajardo

Humacao

- Marina de Palmas del Mar

Vieques

- Terminal de lanchas de la Autoridad para el Transporte Marítimo en Isabel Segunda
- Balneario Sun Bay
- Puerto Mosquito
- Aeropuerto (se encuestó en los alrededores de la instalación portuaria)

Culebra

- Terminal de lanchas de la Autoridad para el Transporte Marítimo
- Balneario Flamenco

El tipo de muestreo que se utilizó fue probabilístico estratificado por lugar de visita. La selección de los encuestados en estos lugares se realizó mediante un escogido sistemático aleatorio, mediante el cual se encuestó a una de cada cinco personas que se encontraban en cada uno de los lugares de encuesta. El tamaño de la muestra fue de 700 entrevistas. El error de muestreo máximo, para una encuesta de este tamaño y tipo es de ± 3.7 .

Las recopilación de los datos de las entrevistas en el campo, se realizó utilizando un sistema asistido por computadora (*Computer Assisted Personal Interviewing*). El cuestionario desarrollado consistió principalmente de preguntas cerradas y se estructuró de la siguiente forma:

- La encuesta del TCM comenzó con tres preguntas filtro que tenían el propósito de identificar a los usuarios y excluir de la muestra a las personas que no utilizan los recursos del área de estudio. Las mismas estaban dirigidas a conocer si éstos realizaban actividades en el Este de Puerto Rico, en qué lugar específico dentro del área de estudio y cuáles eran esas actividades. Luego, se llevaron a cabo una serie de preguntas asociadas a los costos de viaje por cada tipo de actividad.
- Para cada uno de estos usos se prepararon tarjetas en las que se desglosaban los posibles costos asociados. Cada uno de los encuestadores tenía un *set* de las mismas, cuyo propósito era ayudar al encuestado a identificar cada uno de los gastos incurridos. Las mismas se presentan en el Apéndice 1.

2.2 Metodología para el Método de Valoración Contingente

El ámbito geográfico de la encuesta llevada a cabo como parte del Método de Valor Contingente, cubrió todo Puerto Rico, incluyendo Vieques y Culebra. Para la distribución de la muestra se utilizaron las regiones del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, las cuales se muestran en el mapa siguiente.



El tamaño de la muestra fue de 900 encuestas, con un error de muestreo máximo de $\pm 3.3\%$. Las encuestas fueron distribuidas de la manera siguiente: 500 fueron distribuidas proporcionalmente en seis regiones, excepto en la región de Humacao, que es donde se encuentra el área de estudio. Para esta región la muestra fue de 400 encuestas. Este tamaño de la sub-muestra para la región Este se diseñó de manera que fuese lo suficientemente grande como para poder obtener de forma independiente resultados con un error máximo de muestreo inferior al 5% (en este caso sería de $\pm 4.4\%$).

La encuesta se llevó a cabo a las personas de 18 años o más que residen en hogares en Puerto Rico con teléfono residencial activo. La información sobre el número de personas adultas en Puerto Rico se obtuvo del Censo de Población de 2000. Mientras que la selección de los números de teléfono a llamar en cada región se obtuvo mediante una selección aleatoria conocida como “Random Digit Dialing”.

Para evitar el posible sesgo que pudiese suponer el que la región de Humacao estuviese sobre-representada en la muestra, se aplicó un factor de ponderación, según el cual a cada región se le asignó un peso de acuerdo al número de personas de 18 años o más que residen en la misma.

La información fue recopilada por el equipo de encuestadores de Estudios Técnicos, Inc. utilizando un sistema asistido por computadora (*Computer Assisted Telephone Interviewing*).

Una de las recomendaciones que surgió de la prueba piloto fue que se preparase una guía con definiciones y ejemplos de lo que son los valores pasivos. Por consiguiente, se preparó como material complementario un “libreto” que fue utilizado por los encuestadores al momento de ejecutar el cuestionario (Véase Apéndice 1).

Como parte de la encuesta a la población general, a las personas se les preguntó qué actividades practicaban en el Este del País y el lugar donde lo hacían. El propósito fue poder estimar la cantidad de usuarios por tipo de actividad, en ausencia de datos

oficiales para la mayoría de los casos. Para esto se seleccionó una submuestra de 350 personas. El marco muestral estuvo constituido por las personas que residen en hogares de Puerto Rico con teléfono residencial activo al momento de realizar la encuesta y por las personas de 18 años o más que residen en estos hogares. La información sobre el número de personas adultas en Puerto Rico fue obtenida del Censo de Población 2000. En este caso, el tipo de muestreo utilizado fue probabilístico estratificado. El criterio de estratificación fue geográfico, de acuerdo a las regiones en las que el DRNA divide a Puerto Rico (7 regiones), y el reparto o asignación de las unidades muestrales para cada región se realizó proporcionalmente a la población de cada una de las regiones o estratos. Dentro de cada estrato, se aplicó un criterio demográfico de sub-estratificación, según el cual las unidades de muestreo se distribuyeron de acuerdo al género y edad de la población del mismo. El error de muestreo máximo para cada uno de los usos identificados para esta encuesta fue de $\pm 5.24\%$. Por ejemplo, para el caso concreto de las personas que han practicado alguna actividad asociada a los arrecifes de coral en el Este de Puerto Rico durante los doce meses previos a la encuesta, el error de muestro fue de ± 3.97 .

Estas encuestas fueron de tipo CATI (*Computer Assisted Telephone Interviewing*) y para la selección de los números de teléfono a llamar en cada estrato (región) se recurrió a un muestreo aleatorio basado en una “Random Digit Dialing”. Según el cual, los números de teléfono a los cuales se realizaron las llamadas se obtuvieron de forma aleatoria a partir del procedimiento basado en el método Mitofsky-Waksberg.

2.3 Entrevista a investigadores

Las entrevistas a investigadores se llevaron a cabo con el propósito de obtener información sobre los gastos asociados a la investigación y educación en el área de estudio. La mayoría de éstos son académicos o trabajan para dependencias que subvencionan la mayoría de las investigaciones que se llevan a cabo, como es el caso de la NOAA.

Las entrevistas se llevaron a cabo por disponibilidad a las personas que han llevado a cabo investigaciones en el área de estudio durante los cinco años previos a la entrevista. El instrumento de investigación preparado para estas entrevistas se incluye en el Apéndice 2.

El nombre y la información de contacto fueron obtenidos por referido de otros investigadores y por el personal del DRNA. Los investigadores entrevistados fueron:

- Dr. Edwin Hernández , Grupo de Investigación en Arrecifes de Coral
- Dr. Ernesto Otero, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dr. Jorge García Saíz, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dra. Lisamarie Carrubba, Programa Sea Grant
- Dr. Manuel Valdez Pizzini, Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral
- Dr. Miguel Sastre, Universidad de Puerto Rico, Humacao
- Samuel Suleiman, Sociedad Ambiente Marino

2.4 Entrevista a artesanos

Las entrevistas a artesanos se llevaron a cabo con el propósito de conocer el valor cultural del arrecife de coral y ambientes asociados en el Este del País. Para identificar los posibles usos culturales o artesanales que pudieran estar ocurriendo en el área, se identificaron los artesanos que trabajan con materiales asociados a los recursos valorados y que están registrados en el Registro de Artesanos del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio. Se consideraron los artesanos que trabajan con caracoles y materiales marinos en los municipios de Fajardo, Vieques, Culebra y Ceiba.

Se preparó una encuesta que buscaba conocer el área de donde éstos recogen la materia prima, los gastos e ingresos, etc. La encuesta fue por teléfono, utilizando la información de contacto que aparece en el Registro.

Sin embargo, es importante mencionar que la información de contacto del Registro no está actualizada, lo que representó una limitación en el proceso de recogido de información. Por lo tanto, los datos no fueron significativos como para ser incluidos en el valor económico total, mas se describen en el Capítulo 3.

Fases III y IV

La Fase III, consiste en el cómputo del valor económico total de cada uno de los usos para los cuales se pudieron obtener valores monetarios. El proceso utilizado para el cómputo se detalla en el Capítulo V, en la medida que se presentan los resultados.

Por último, la Fase IV, que incluye el proceso de divulgación y presentación a las agencias se presenta en el Plan de Participación Pública que acompaña este documento.

III. CONDICIONES EXISTENTES

Los arrecifes de coral son los ecosistemas más productivos del ambiente marino. Se estima que en Puerto Rico los arrecifes de coral cubren un área aproximada de 6,357 hectáreas (Díaz & Dragoni, 2000). En el País, la mayor abundancia de arrecifes de coral se encuentra en las costas Este, Sur y Suroeste.

Los arrecifes de coral mantienen una relación de interdependencia con otros ecosistemas marinos y costeros, entre los que se encuentran las yerbas marinas y los manglares. Éstos proveen una gama de **funciones, bienes y servicios** derivados- directa e indirectamente- de los recursos naturales asociados en la zona marina y costera donde se encuentran.

Constanza et al. (1997) señala que las **funciones** del ecosistema corresponden a las propiedades biológicas o sistémicas del hábitat o los procesos del ecosistema. De otra parte, sus **bienes y servicios** representan los beneficios, directos e indirectos que derivan los seres humanos de la existencia de un ecosistema (Ceasar, 2000).

La costa Este de Puerto Rico, particularmente el litoral de Fajardo, Vieques y Culebra y los cayos e islotes que comprenden Arrecifes La Cordillera son utilizados intensamente para propósitos recreativos y turísticos. Además, el área es utilizada para propósitos de investigación y la educación, y para la pesca comercial (artesanal). Igualmente, los arrecifes de coral y ambientes asociados en el área de estudio proveen toda una serie de bienes y servicios que se describen a continuación.

BIENES	SERVICIOS
<ul style="list-style-type: none"> • Pesca comercial • Materiales para la industria de la construcción • Pesca ornamental 	<ul style="list-style-type: none"> • Turísticos y recreativos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesca recreativa ✓ Disfrute de playas ✓ Buceo ✓ Snorkeling ✓ Paseos en embarcaciones acuáticas
	 
	<ul style="list-style-type: none"> • Protección costera • Educación e investigación 

3.1 BIENES

3.1.1 Pesca comercial

Puerto Rico se encuentra ubicado en una zona de pesca tropical que se caracteriza más por la diversidad de especies que por la cantidad que se pueda capturar de una especie comercial en particular. Esto lleva a que la pesca sea considerada más una pesca artesanal que comercial.

En el País, la pesca comercial está regulada por la Ley Número 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada, conocida como la Ley de Pesquerías de Puerto Rico y el Reglamento 6768, Reglamento de Pesca de Puerto Rico. Este reglamento requiere que toda persona que pesque con propósitos comerciales en aguas jurisdiccionales de Puerto Rico, tenga una licencia expedida por el Secretario del DRNA.

Según el Censo de Pesca Marina de 2002, en los municipios de la costa Este operan 254 pescadores, de los que 224 tienen licencia para pesca comercial (Matos-

Caraballo, 2004).⁸

Pescadores reportados en el Área Este de Puerto Rico en el año 2002					
Municipio	A tiempo completo	A tiempo	Total	Licencia	Asociado
Fajardo	20	30	50	47	52
Ceiba	3	12	15	15	12
Naguabo	13	17	30	30	28
Humacao	29	21	50	43	46
Yabucoa	10	3	13	11	10
Maunabo	7	4	10	7	4
Culebra	4	20	24	16	12
Vieques	20	41	61	56	17
Costa Este	106	148	253	225	181
%	25.1%	20.0%	21.8%	23.6%	23.8%
Puerto Rico	423	740	1,163	955	762

Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004). Job 3. Comprehensive Census of the Marine Fishery of Puerto Rico, 2002.

En el Este del país, el 95% de los pescadores captura peces de arrecife, incluyendo caracoles y langostas- versus el 87% en Puerto Rico. En el año 2006, en la costa Este, la pesca comercial produjo 1.3 millones de libras, con un valor de \$566,311.

En esta costa hay registradas 199 embarcaciones de las que 191 son de motor. Entre las artes de pesca comúnmente utilizadas se encuentran las redes (atarrayas y redes de ahorque), los cordeles de pesca de diferentes tipos y las trampas de peces. Además, se registraron unos 98 pescadores que practican el buceo, de los que 65 pescan con tanque y 33 practican el buceo libre.

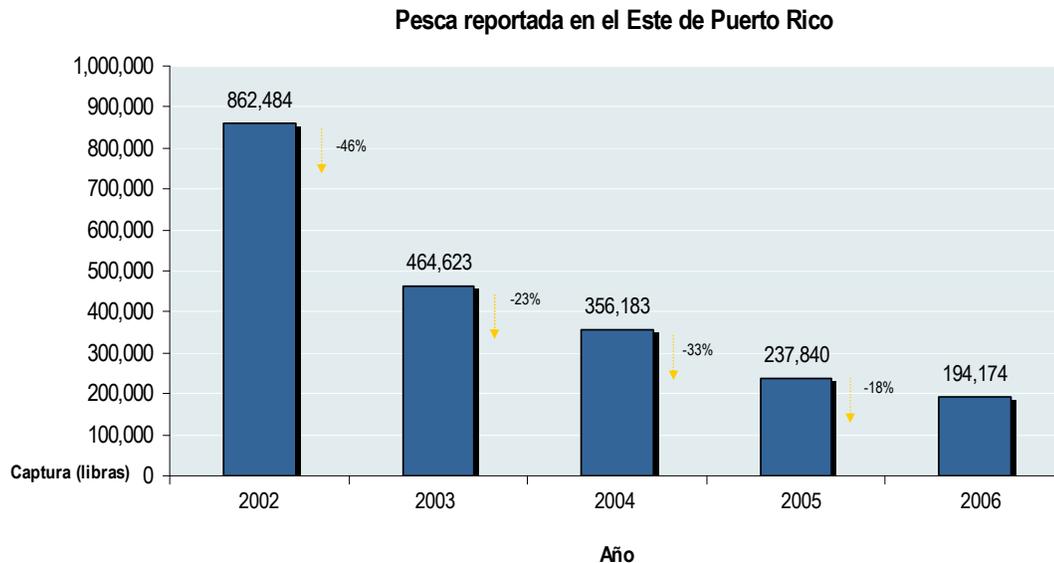
En el Censo de 2007, el pez más importante, en términos del porcentaje del total de libras desembarcadas, fue la colirrubia (*Ocyurus chysurus*), que es una especie de arrecife. Entre los crustáceos, el más importante fue el carrucho (*Strombus gigas*), que habita las praderas de yerbas marinas en su etapa juvenil y en su etapa adulta se mueve a los fondos arenosos del arrecife.

⁸ Hay cinco tipos de licencia de pesca comercial: (1) pescador comercial a tiempo completo; (2) pescador comercial no residente; (3) pescador comercial a tiempo parcial (4) pescador comercial principiante; y (5) dueños de bote de alquiler ("Charter Boat" y "Headboat").

Sin embargo, se ha registrado que la pesquería de arrecifes de coral ha mermado drásticamente durante las últimas décadas y muestra los signos típicos de la sobrepesca. (Lilyestrom, 2007). Estos signos son:

- la reducción del desembarco total de peces en el puerto,
- la disminución de la captura por unidad de esfuerzo,
- el cambio a peces más pequeños, y
- el fracaso en el reclutamiento.

Las estadísticas pesqueras recopiladas por el DRNA evidencian la merma en la captura reportada en el Este del País, tendencia que se observa en todo Puerto Rico. En el año 2006, en los municipios del Este se observó el 15% del total de pesca reportada para Puerto Rico.⁹ Históricamente, Fajardo ha sido el municipio que ha reportado la pesca más abundante. Mientras que los municipios de Culebra y Vieques reportaron la reducción más significativa en la captura.



Fuente: Laboratorio de Investigaciones Pesqueras. (2005 & 2007). Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

⁹ En el Oeste se reportó el 55%, en el Sur el 25.9% y en el Norte se reportó la cantidad menor, de 4.6%.

Existen varios factores que explican la merma en la captura reportada. Según Matos (2007), la aprobación del Reglamento 6768, Reglamento de Pesca, generó la percepción entre los pescadores de que el mismo tendría el efecto de eliminar la pesca comercial. Esto llevó a que algunos pescadores no reportaran al DRNA información sobre la captura.

Otros factores señalados por Matos fueron el aumento en la gasolina en la primavera de 2005- ya que aproximadamente el 90% de los pescadores utilizan este tipo de combustible en sus embarcaciones- y la implantación del impuesto sobre ventas y usos, en octubre de 2006. Este último evento ocasionó que algunos pescadores se retiraran y que otros no tramitaran su licencia, convirtiéndose en pescadores ilegales.

Es importante señalar que en el área de estudio existe un área donde la pesca está prohibida. La misma corresponde al área marina de la Reserva Natural Canal Luis Peña (RNCLP). Además, en el área existe otra área protegida, la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera (RNALC). Sin embargo, sus aguas no han sido designadas como zona de no extracción.

En la RNCLP, aunque la pesca está prohibida, la pesca excesiva y la sobreexplotación de especies arrecifales- con fines comerciales o recreativos- está considerado como un problema, según el borrador del Plan de Manejo. El Plan señala que pescadores provenientes de la isla de Vieques visitan el área de Culebra en sus incursiones pesqueras, llegando a pescar incluso dentro de la Reserva. Según los residentes de Culebra consultados durante la elaboración de dicho Plan, uno de los principales problemas que enfrenta la RNCLP es la escasez de vigilancia dentro de su perímetro, lo que contribuye a la presión de pesca sobre las especies allí encontradas.

El Plan señala que en la RNCLP se ha estado llevando a cabo la pesca con equipo de buceo y arpón, lo que supone una práctica perjudicial (además de ilícita) debido a su alta efectividad. Esto se debe a que en un período corto de tiempo un pescador

experimentado puede disminuir sustancialmente la población de peces, evitando que éstos se reproduzcan.

El problema que supone la pesca dentro de la RNCLP se ha documentado en varias investigaciones. Por ejemplo, una investigación publicada en el año 2002, en la que se evaluó, entre otros asuntos, la situación de las tres especies de carrucho dentro de la RNCLP, advierte sobre las señales de su sobreexplotación. En el mismo se observó una frecuencia de casi 100% de conchas de tamaños pequeños de caracoles que fueron pescados antes de haber alcanzado su madurez sexual, observado en muchos concheros en las playas (Hernández et al., 2002).

Respecto a la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera (RNALC), según el borrador de su Plan de Manejo no existen datos que permitan evaluar la pesca comercial en sus aguas. No obstante dicho documento indica que en las aguas dentro de sus límites se observan boyas que son utilizadas para identificar la ubicación de nasas para la pesca comercial, particularmente en las aguas cerca de Icacos y de Palominos. El Plan también señala que las violaciones a la Ley de Pesca son uno de los factores principales que llevan a que las intervenciones de los Vigilantes del DRNA con pescadores en los límites de la Reserva ocurran con cierta frecuencia.

Un estudio llevado a cabo por CSA (2005), identifica las áreas dentro de la RNALC donde se lleva a cabo la pesca comercial intensa, al igual que la pesca recreativa. Dicho estudio reflejó que dicha actividad ocurre con mayor frecuencia en las aguas al norte del Cayo Icacos.

3.1.2 Materiales para la industria de la construcción

Los arrecifes de coral protegen las playas de la erosión y permiten la deposición de arena en el litoral. En Puerto Rico, la arena de playa ha sido extensamente utilizada como material de agregado para la industria de la construcción, lo que generó un problema en los abastos.

Actualmente, esta actividad está reglamentada por el “Reglamento para regir la extracción, excavación, remoción y dragado de los componentes de la corteza terrestre” (Núm. 6916). Dicho reglamento establece que:

“el Secretario del DRNA, no podrá expedir permisos para extraer materiales de la corteza terrestre cuando el lugar donde se propone la actividad sea un área de pesca, un área recreativa, un balneario, un arrecife, una reserva natural o refugio de vida silvestre, área de dunas, o si el lugar donde se propone la actividad se ubica en los alrededores de las áreas mencionadas y tiene el potencial de afectar las actividades de pesca y recreación o la integridad de los sistemas naturales.”

En el Este de Puerto Rico, la actividad- formal- de extracción de arena no es significativa. Información provista por la División de Corteza Terrestre del DRNA, señala que en el Este de Puerto Rico sólo existen dos permisos comerciales otorgados para la extracción de arena. Los mismos se ubican en el Municipio de Vieques: (1) Quebrada La Mina entre el Balneario y Esperanza y (2) Cantera Vieja de la Marina por el Rompeolas (en este caso en particular, los permisos son para piedra molida).

En el resto de los municipios de la costa Este sólo existen permisos de extracción de arena de río. Sin embargo, el señor Julio Toro- Director de la División de Corteza Terrestre del DRNA- advirtió sobre varios asuntos asociados al uso del recurso en el área de estudio:

- en Vieques la extracción de arena ilegal ocurre con frecuencia, especialmente para uso local;
- en Fajardo no existen permisos otorgados porque se sirven de las canteras existentes en Juncos y San Lorenzo;
- en Culebra no existen permisos de extracción de arena, pero el robo de arena por residentes locales es frecuente.

No obstante, para propósitos de este estudio, es importante considerar que en los terrenos sumergidos al Este de Puerto Rico se ha identificado el depósito de arena submarina más grande del País. Una investigación llevada a cabo por el Servicio Geológico de EE.UU. en la plataforma insular identificó tres depósitos submarinos de arena y grava de importancia económica (Rodríguez, 1996). El mayor de éstos, conocido como Escollo de Arenas, se encuentra al oeste de la Isla de Vieques. Se estima que el mismo contiene 90 millones de metros cúbicos de arena y grava, y se extiende seis kilómetros al noroeste de Punta Arenas. Su ancho varía entre entre 100 a mil metros. La ilustración del Servicio Geológico de EE.UU.- presentada a continuación- identifica los tres depósitos descubiertos en la plataforma insular.



Fuente: USGS (1996). Sand and Gravel Resources of Puerto Rico.

La evidencia geológica sugiere que este escollo es un “sumidero” para la arena. Su composición es de materiales de terreno emergido que han sido arrastrados por la erosión y también de remanentes de organismos marinos, como fragmentos de corales y algas. Esto podría sugerir que la extracción de esta arena podría tener un impacto poco significativo en las playas debido a que las mismas son alimentadas de forma natural por la arena proveniente de la erosión. Sin embargo, otra evidencia geológica sugiere Punta Arenas (al oeste de Vieques) se encuentra en erosión continua. (Rodríguez, 1996).

El informe “Puerto Rico y el Mar” (1999), señala que el DRNA llevó a cabo un análisis para evaluar el impacto ambiental de extraer arena de los tres depósitos identificados. Dicho análisis encontró que la opción óptima, en términos

ambientales, era la extracción en Escollo de Arenas. Sin embargo, el informe señala que esto supone una solución temporera a la situación crítica en los abastos de arena para la construcción.

3.1.3 Uso cultural/artesanal

El valor cultural se refiere al valor del coral y los recursos asociados, para realizar actividades culturales de carácter tradicional. Esto incluye la elaboración de artesanías y piezas de joyería a partir del coral, lo que agrega valor a la actividad turística.

La extracción del coral vivo para hacer artesanías y joyería está prohibida, pero existen concesiones para extraer coral muerto para propósitos ornamentales. Esto está reglamentado por la Ley Núm. 147 del año 1999, “Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico”. Dicha ley establece lo siguiente:

“se podrá utilizar coral muerto por aquellos artesanos que estén registrados legalmente en el Registrado de Artesanos de la Compañía de Fomento Económico, que previo a la actividad de recoger la materia prima de las orillas de las playas públicas, soliciten, acepten y reciban el asesoramiento del personal capacitado del Departamento, en cuanto al tipo y clases de coral muerto que pueden ser tomados, trabajados y vendidos como piezas de artesanía. También se autoriza a la venta de los productos artesanales de coral muerto hechos en sus propios talleres siempre y cuando cumplan con lo dispuesto anteriormente.”

A tales efectos, se examinó el Directorio de Artesanos para identificar los artesanos que trabajan con materiales derivados de los recursos estudiados. El mismo provee información de contacto e indica cuál es el tipo de trabajo realizado por éstos, lo que da una idea del material utilizado.

En el Registro se identificaron 19 artesanos que trabajan con caracoles y materiales marinos, a quienes se intentó contactar con la información telefónica obtenida del mismo. Para esto se preparó una encuesta con el propósito de conocer los costos asociados y la importancia de este recurso para la actividad cultural, entre otra información.

Lamentablemente, hubo problemas con la información de contacto obtenida del Registro, ya que no era la correcta o no se encontraba actualizada. Esto generó que la información obtenida no fuese significativa. Sólo hubo respuesta de tres artesanos, de los que uno ya no trabaja con esos materiales, debido a que prácticamente no le generaba ganancias. Otro de los encuestados trabaja con cristales de mar que recoge en la playa. Mientras que sólo uno trabaja con caracoles e indicó que su ingreso por concepto de estas artesanías es de \$100 y su ganancia es de \$80 anual. Lamentablemente, estos datos no permitieron cuantificar el valor cultural o artesanal de estos recursos en el área de estudio. Todo parece indicar que no es un valor significativo.

3.1.4 Pesca ornamental

La pesca ornamental incluye la captura y exportación de peces e invertebrados para la venta a tiendas de mascotas y aficionados de acuarios. En el Este del País, no existen personas con licencia para practicar este tipo de pesca, aunque estudios indican que sí ocurre de manera ilícita. Esto no se pudo corroborar durante el trabajo de campo.

De acuerdo al estudio “A Description of the Export Fishery for Marine Ornamental Fish and Invertebrates in Puerto Rico” de Mote Environmental Services, Inc. del año 2002, una característica de este tipo de pesca en Puerto Rico es que es de una escala pequeña- en términos económicos- y tiene un número pequeño de participantes lícitos, si se compara con la población y el tamaño de los habitáculos.

Para este estudio se identificaron los pescadores con licencia para la pesca ornamental, mediante información provista por el DRNA en la “Lista de permisos

de mercadeo de peces de acuario”, hasta la fecha del 5 de octubre de 2007. En la misma se encontró que sólo hay dos personas con permisos activos para la pesca ornamental en Puerto Rico. Estos permisos corresponden al matrimonio de Gary Rogers y Leslie Cruz quienes operan en el área de Rincón.

El estudio de pesca ornamental antes mencionado, señala que ciertos colectores de peces ornamentales indican que algunos pescadores de redes incidentalmente capturan peces ornamentales y los comercializan. Además, se menciona que estos recolectores ocasionalmente se observan cerca de la isla de Culebra y se presume que se venden localmente.

Además, el estudio señala que la práctica de esta pesca se centra al Oeste de la Isla. Entre las razones que causan que esto no ocurra con frecuencia en el Este del País se encuentran las siguientes:

- la actividad se originó entre los que practican el deporte del *surfing* en el área de Rincón, e
- históricamente, la actividad se ha llevado a cabo en una sección de la costa entre Arecibo en el norte y la Parguera en el Sur.

Por lo tanto, para propósitos de este estudio, no se pudieron identificar pescadores- con o sin licencia- que practicaran este tipo de pesca en el área Este del País.

3.2 SERVICIOS

La presencia de arrecifes de coral y recursos asociados en el Este de Puerto Rico, junto con otros rasgos topográficos, como las bahías y playas arenosas, crean las condiciones propicias para el desarrollo de múltiples actividades. Además, estos recursos proveen una serie de servicios y contribuyen a que ocurran una serie de actividades que se discuten a continuación: Estas son:

- turismo;
- pesca deportiva/recreativa;

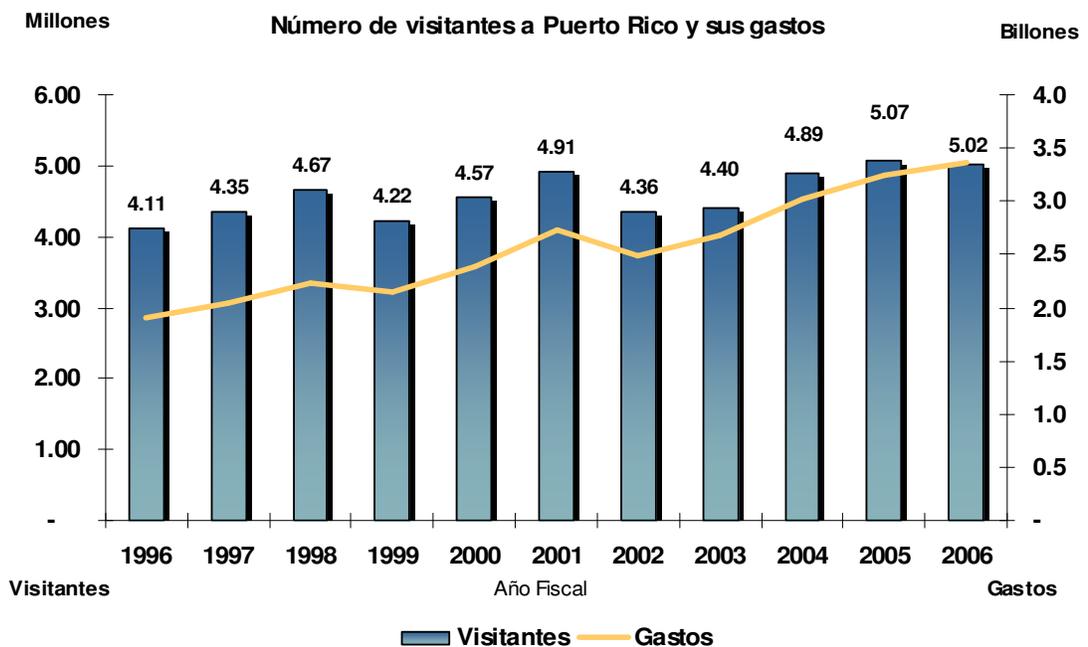
- recreación: disfrute de playas, snorkeling, buceo, paseos en kayak, paseos en lancha, *charters*, actividades múltiples usando una lancha o yate;
- educación e investigación; y
- protección costera.

3.3.1 Turismo y recreación

El área Este del País tiene una gran demanda por la actividad turística y la recreación asociada a los recursos costeros y marinos. Además de los atractivos naturales y escénicos, existen varios factores que atraen a la población local y extranjera al área, entre las que se destaca su cercanía al Área Metropolitana de San Juan. En el área Este del País, el turismo y la recreación son dos actividades estrechamente relacionadas.

La actividad turística en el Este del País es evidente por la abundancia de hoteles, marinas, proveedores de servicios, entre otros. Más aún, hay un sinnúmero de hospederías y proveedores de servicios (ej. excursiones de buceo y *charters*) que se ubican en el área de San Juan y Carolina, y transportan sus huéspedes y clientes al área costera del Este. Como se menciona previamente, esto se debe a la cercanía de la zona al Área Metropolitana de San Juan, donde se encuentra el aeropuerto principal del País y diversas instalaciones hoteleras.

La actividad turística del área de estudio se beneficia de la actividad turística en Puerto Rico. Aunque no se puede precisar su impacto, hay que destacar que Puerto Rico fue visitado en el año 2006 por más de 5 millones de personas que gastaron más de \$3,000 millones (Compañía de Turismo de Puerto Rico). La gráfica a continuación ilustra el nivel de gastos y el número de visitantes al año durante el periodo. Es evidente que estamos ante una industria estable y de moderado crecimiento.



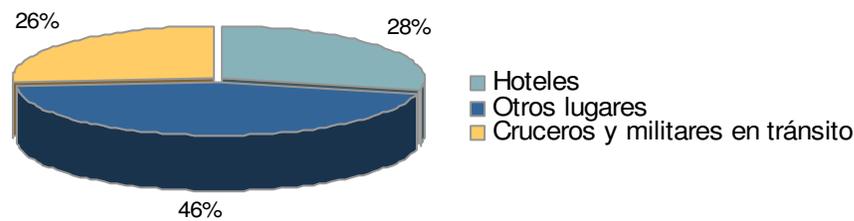
Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 1996-2005.

En el año fiscal 2006, de los 5 millones de visitantes a la Isla, el 28% se hospedó en hoteles, 45% en otros lugares y 26% eran visitantes en tránsito, incluyendo turistas de cruceros y personal militar. Esto implica que la importancia de la industria incluye un componente importante de personas que se quedan con familiares o amigos o en otros lugares que no son hospederías. Este tipo de visitante representa un componente de la industria turística de Puerto Rico y del área de estudio.

Lugar de estadía de los visitantes (miles)	
Lugar	Año fiscal
	2006
Hoteles	1,424
Otros lugares	2,298
Cruceros y militares en tránsito	1,300
Total	5,022

Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 2006.

Lugar de estadía de los visitantes



Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 2006.

Aunque no se puede precisar el número total de los visitantes al área de estudio, una proporción significativa de éstos disfruta de sus recursos turísticos, incluyendo aquéllos asociados a los corales. Por ejemplo, por el lado de la actividad hotelera exclusivamente, el área cuenta con más de 86 hospederías con 3,291 habitaciones a diciembre de 2006, por lo que representó más del 20% de las habitaciones de hotel en la Isla.

Municipio	Cantidad de Hospederías		Hospederías Endosadas		Hospederías No Endosadas		Habitaciones	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Ceiba	1	1.2%	1	3.8%	0	0.0%	9	0.3%
Culebra	35	40.7%	2	7.7%	33	55.0%	381	11.6%
Fajardo	6	7.0%	4	15.4%	2	3.3%	1,081	32.8%
Humacao	3	3.5%	2	7.7%	1	1.7%	227	6.9%
Luquillo	2	2.3%	1	3.8%	1	1.7%	15	0.5%
Naguabo	1	1.2%	1	3.8%	0	0.0%	10	0.3%
Patillas	3	3.5%	3	11.5%	0	0.0%	61	1.9%
Río Grande	3	3.5%	3	11.5%	0	0.0%	981	29.8%
Vieques	28	32.6%	7	26.9%	21	35.0%	394	12.0%
Yabucoa	2	2.3%	2	7.7%	0	0.0%	50	1.5%
Maunabo	2	2.3%	0	0.0%	2	3.3%	82	2.5%
Total del Área de Mercado	86	23.9%	26	16.5%	60	29.7%	3291	21.1%
Puerto Rico	360	100.0%	158	100.0%	202	100.0%	15,570	100.0%

Fuente: Compañía de Turismo, 2006.

Además, en vista de su cercanía y fácil acceso desde San Juan, los recursos turísticos del área de estudio también sirven al mercado hotelero de la Región Metropolitana de San Juan. En 2006, este mercado ofreció 6,310 habitaciones, de un total de 13,577 habitaciones de hotel en Puerto Rico. Más importante aún, San Juan representó más del 50% de los registros totales de la Isla, de los cuales el 84% eran registros de no-residentes.

Registro en los hoteles del Área Metropolitana de San Juan (miles)	
Origen	Año fiscal 2006
Locales	198
No-locales	1,010
Total	1,208

Fuente: Compañía de Turismo, 2006.

Por otro lado, el mercado de San Juan reflejó más actividad y dinamismo. La tasa de ocupación en la zona fue de 78.5%, en comparación con una tasa de 59.1% en los hoteles ubicados fuera del Área Metropolitana.

Tasas de ocupación				
Año fiscal	Total	Hoteles Área Metro	Hoteles fuera del Área Metro	Paradores
2006	67.9%	78.5%	59.1%	41.3%

Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 1996-2006.

En términos de la aportación a la economía de la actividad turística en el área Este, se estima que la industria de hospedaría exclusivamente- gran parte de la cual está ubicada frente o muy cerca a la costa- generó cerca de 4,000 empleos directos y \$84 millones en nómina¹⁰. Además, en función del empleo directo¹¹ se estima que el sector generó un total de 7,680 empleos directos, indirectos e inducidos. Este estimado no incluye los empleos relacionados al gasto turístico de los visitantes fuera de sus hospederías y en actividades recreacionales de todo tipo. Este valor, sin embargo, está incluido en el Método de Costo de Viaje, a través del cual se determinó el gasto de los visitantes en actividades asociadas a los recursos de corales en el área de estudio.

¹⁰ Estimado en función de 1.20 empleos por habitación y con la información sobre la Industria de Hospedería en el Censo Económico de 2002 para 27 hospederías en la Región de Fajardo, que pagaron un salario promedio de \$18,537 anuales y emplearon total de 2,819 personas. La nómina que genera la industria se estimó multiplicando el salario promedio en la Región de Fajardo en 2002 por el estimado de 4,000 empleos en las hospederías del área de estudio, y se incrementó 3% anual para expresarlo en dólares de 2007.

¹¹ La industria de servicios, segmento industrial al cual pertenece la industria de hospedaría, genera un promedio de 1.92 empleos directos, indirectos e inducidos por cada empleo directo, según los Multiplicadores Interindustriales de Puerto Rico publicados por Junta de Planificación de Puerto Rico en 1987.

En función de lo anterior, en el área de estudio se ha desarrollado toda una industria de soporte que ofrece una diversidad de actividades recreativas asociadas a los recursos marinos en el Este del País. Nótese que muchos de estos establecimientos, aunque físicamente no se encuentran dentro del área de estudio, proveen servicios en ésta.

Proveedor de Servicio	Oficina Central	SERVICIOS								DESTINO DE SERVICIO								Total
		Buceo	Pesca	Kayak	Snorkeling	Deportes acuáticos	Paseos a caballo	Excursiones	Paseo en bote	Acampar	Fajardo	Río Grande	Naguabo	Cajita	Luquillo	Humacao	Culebra	
Culebra Divers	Culebra															X		1
Culebra Dive Shop	Culebra															X		
Capt. Osva Fishing & Snorkeling Charters	Fajardo									X	X				X	X	X	5
Catamaran Spread Eagle	Fajardo									X								1
East Island Excursions	Fajardo									X						X	X	3
Erin Go Bragh Sailing & Snorkeling Charters	Fajardo									X						X	X	3
Island Kayaking Adventure	Fajardo									X								1
Puerto Rico Angling	Fajardo									X	X					X		3
Salty Dreams	Fajardo									X								1
Travelers Catamarán	Fajardo									X								1
Tropical Fishing Charters	Fajardo									X								
Yokahú Kayak Trips	Fajardo									X								1
La Casa del Mar PADI Dive Center	Fajardo									X								
Sea Ventures Dive Centers	Fajardo									X								
Karollette Charters	Humacao														X			
Rancho Buena Vista	Humacao														X			1
Maragata Charters	Humacao														X			
Palmas Dive Center	Humacao														X			
Adven Tours	Luquillo									X	X	X	X	X		X	X	7
Hacienda Carabalí	Luquillo														X			1
Sunset Snuba	Luquillo									X					X			2
Enchanted Island Eco Tours	Río Grande									X	X		X	X				4
Kayaking Puerto Rico	Río Grande									X	X							2
San Juan Waterfun	Río Grande										X							1
AAA Island Tours	San Juan									X				X		X		3
Acampa Nature Venture	San Juan										X							1
Backstage Partners Destination Mgt.	San Juan									X	X			X		X	X	5
Caribbean Outfitters	San Juan															X	X	2
Caribbean School of Aquatics	San Juan									X						X	X	3
Caribe Aquatic Adventures	San Juan									X								1
Castillo Tours & Travel Services	San Juan									X	X			X				3
Castillo Tours & Watersports	San Juan									X				X				2
Duarte Tours	San Juan										X							1
Encantos Tours (EcoTours)	San Juan									X	X	X		X	X	X	X	7
Hillbilly Tours	San Juan									X	X			X				3
Ocean Sports	San Juan									X					X	X	X	4
Rico Suntours	San Juan									X	X			X				3
Scuba Dogs	San Juan									X					X	X	X	4
Sunshine Tours	San Juan									X	X			X				3
Tour Co-op of Puerto Rico	San Juan									X	X							2
United Tour Guides of Puerto Rico	San Juan										X							1
Aqua Frenzy Kayaks	Vieques																X	1
Island Adventure / Biobay	Vieques																X	1
Travesías Isléñas Yaureibo	Vieques																X	1

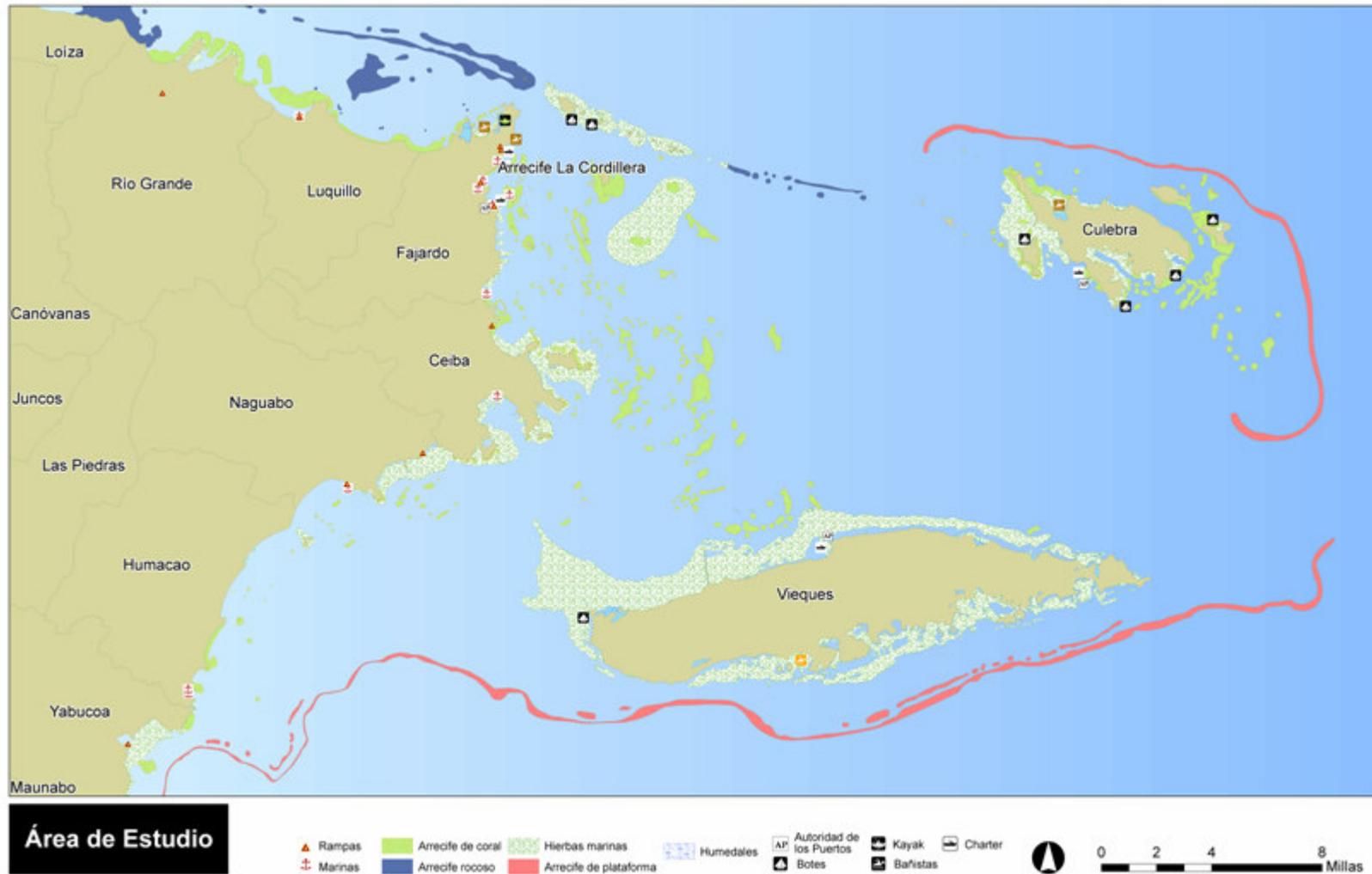
Source: <http://www.chartermet.com/diveboat/puertorico.html> y www.travelandsports.com

La encuesta a la población general y a los usuarios del área de estudio reflejó que dos de las actividades comúnmente realizadas en el Este del País fueron tomar el sol o bañarse en la playa y viajar o navegar en bote.

En Fajardo -además de las actividades antes mencionadas- se reportaron otras actividades entre las que se encuentran: acampar, hacer ejercicio, paseos en carro y *jet ski*, visitar la Reserva Cabezas de San Juan, hacer barbacoas y excursionar.

En Arrecifes La Cordillera, las actividades practicadas con mayor frecuencia fueron los viajes o la navegación en botes, seguidas por tomar el sol o bañarse en la playa. Es importante señalar que acampar figuró entre las actividades señaladas por los encuestados en esta área, aunque en los cayos e islotes que comprenden la Reserva Natural esta actividad está prohibida.

En Vieques, entre las actividades comúnmente practicadas se encontraron bañarse en la playa o tomar el sol y viajar o navegar en botes. Mientras que las personas que indicaron haber visitado Culebra, practicaron esencialmente las mismas actividades que en las otras áreas señaladas, pero además, mencionaron ejercitarse en la playa. En el siguiente mapa están representados los lugares más frecuentados para practicar las actividades asociadas a la recreación en el área de estudio.



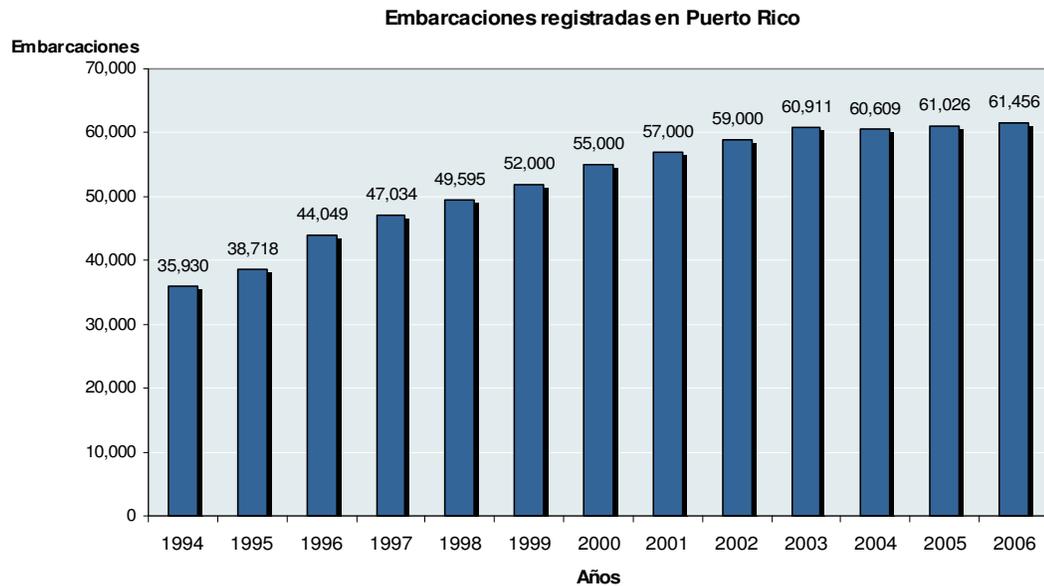
(a) Actividad náutica

En el Este del país, la actividad náutica asociada a la recreación es intensa e incluso el área concentra la mayor cantidad de marinas en Puerto Rico, incluyendo la marina más grande del Caribe.

Empleados en las marinas de Puerto Rico - 2007			
Nombre de la Marina	Municipio	Cantidad de muelles	Número de empleados a tiempo completo y parcial
Isleta Marina	Fajardo	306	20
Marina del Conquistador	Fajardo	21	4
Marina Puerto del Rey	Fajardo	750	105
Marina Puerto Chico	Fajardo	280	26
Sea Lovers Marina	Fajardo	150	7
Villa Marina Yacht Harbour	Fajardo	250	37
Karollette Charter	Humacao	33	N/A
Marina de Palmas	Humacao	17	N/A
Palmas Shipyard Marine	Humacao	--	
Marina Harborside	Humacao	170	N/A
Total de empleados		1,977	199

Fuente: Datos compilados por Estudios Técnicos, Inc.

Según los datos del Comisionado de Navegación del DRNA, al año 2006 en Puerto Rico había 61,456 embarcaciones registradas. Esta cantidad incluye las embarcaciones utilizadas para la pesca artesanal, pero además, los botes privados utilizados para la recreación y los que proveen excursiones, conocidos como “charters”.



Fuente: Comisionado de Navegación. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

El informe de CSA (2005), señala que en esta Reserva Natural las actividades recreativas ocurren con intensidad en Palominos y Palominito. Estos islotes son visitados por personas en botes privados y a través de los centros de buceo o de los pescadores locales. Entre las actividades más frecuentes que dicho estudio identificó en la Cordillera se encuentran:

- navegación - buceo
- natación - pasadía
- deportes de vela - kayak
- actividad hotelera (instalaciones de El Conquistador en Palominos)
- pesca comercial y recreativa (a mayor y menor escala)

Igualmente, la intensidad en los usos en el área ha quedado evidenciada en varios documentos, entre los que CSA (2005) menciona el Atlas Costero de Puerto Rico (Cerame Vivas, 1988) que señala que durante un fin de semana feriado como el cuatro (4) y el veinticinco (25) de julio, Cayo Icacos tiene más botes que algunas de las marinas del área.

(b) Pesca deportiva o recreativa

La pesca deportiva es una industria de millones de dólares en Puerto Rico, en la cual participa la industria de ventas al detal, incluyendo tiendas de venta de botes y otros efectos de navegación y pesca. Datos del *National Marine Fishery Service* indican que en el año 2005, en Puerto Rico se registraron 140,673 pescadores recreativos, de los que el 76% son residentes.

Pescadores recreativos en Puerto Rico					
Año	Residentes	%	No residentes	%	Total
2000	197,942	79%	51,927	21%	249,869
2001	193,371	87%	28,757	13%	222,128
2002	196,820	83%	41,175	17%	237,995
2003	185,004	84%	34,906	16%	219,910
2004	140,977	84%	25,868	16%	166,845
2005	106,641	76%	34,032	24%	140,673

Según el estudio realizado por CSA (2005) la pesca recreativa es una actividad que se realiza dentro o muy cerca de los límites de la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera. Sin embargo, al igual que con la pesca comercial, no hay datos específicos que permitan apreciar cuán intensa es esta actividad en el área. Cabe mencionar que dicho estudio señala que La Cordillera es el centro de atracción de aproximadamente 10,000 embarcaciones recreativas.

La pesca deportiva tiene una plusvalía que excede el valor de la pesca misma y que no está contemplada por las transacciones de mercado. Por ejemplo, los costos incurridos en un viaje de pesca pueden ser superiores al valor de la pesca en sí. Por tanto, se deduce que existe un valor adicional derivado del placer obtenido del acto de la pesca que no es recogido por el valor de la pesca alcanzada. Para obtener más información sobre esta actividad en la costa Este y el comportamiento de los usuarios, se encuestaron personas que practican la pesca deportiva- como parte del Método de Costo de Viaje- y que se encontraban en varias marinas del municipio de Fajardo.

La mayoría de estas personas indicaron ser dueños de sus botes (59.03%). El arte de

pesca utilizado en la mayoría de las ocasiones fue de silga o *trolley*, seguido por la pesca de fondo. En promedio, cuando el entrevistado sale a practicar la pesca deportiva lo hace en compañía de tres personas.

Los encuestados manifestaron que, durante los doce meses previos a la encuesta, habían practicado esta actividad entre 4.5 y 5.5 días dentro del área de estudio. La mediana de gastos por cada viaje al practicar la pesca deportiva, fluctúa entre \$62.50 en Fajardo y Vieques, a \$90 y \$100 en Arrecifes La Cordillera y Culebra, respectivamente.

Respecto al costo que llevaría a las personas a no volver a practicar la actividad de pesca recreativa en algún lugar dentro del área de estudio por considerarlo excesivo, se encontró que la mediana fluctúa entre \$127.50 y \$150. El valor máximo que reportaron los encuestados para no volver a practicar la pesca recreativa correspondió a Fajardo, y fue de \$1,000.

3.3.3 Protección contra la erosión

Los arrecifes de coral y ambientales asociados como las yerbas marinas y los manglares proveen protección contra el embate de las olas en las orillas e influyen en el depósito de arenas en las playas. Por ejemplo, las aguas tranquilas y los depósitos de arena de la playa de Luquillo se perderían si estos arrecifes protectores desaparecieran (Beller *et al.*, 1999).

Existen métodos para evaluar el valor que provee el arrecife en términos de la protección del litoral contra la erosión y los daños causados por eventos climatológicos. Uno comúnmente utilizado es el “Costo de Reemplazo” (*Replacement Cost*), que utiliza el costo de construir defensas equivalentes a las que provee el arrecife y los demás recursos. Este tipo de costo se utiliza cuando es difícil cuantificar los efectos económicos de no existir la protección. Los estudios consultados utilizan diversos parámetros de costos de desarrollo (e.g. “replacement cost per square mile”) que serán utilizados para estimar este valor en el área de estudio.

Para esto, se identificaron parámetros utilizados para reponer estos recursos en otros países (Véase Capítulo de Valoración). Además, se consultó a una empresa local – *Taíno Reefs*- que ha trabajado en la restauración de corales en Isla Ratones y en El Escambrón en San Juan. Además, ha trabajado en el transplante de yerbas marinas en la Bahía de San Juan. Esta empresa proveyó el costo de reemplazo para alguno de los proyectos en los que han trabajado, del cual se presenta un resumen a continuación.¹²

- Vereda coralina en la Bahía del Escambrón, SJ- La misma consistió en establecer una vereda coralina utilizando 200 módulos de concreto sobre los cuales se implantan al menos 4 colonias de coral. Dado que la construcción, transporte, colocación e implante esta cotizando cerca de los \$972.90/estructura y que cada estructura ocupará un espacio de 1.80 m² del fondo marino, el resultado del costo por espacio sería de \$540.90/m².
- Proyecto de Isla Ratones- El mismo también incluyó el establecimiento de módulos de concreto. El costo por unidad fue de \$626.67 y el costo por metro cuadrado de \$348.15. En términos del costo por metro cuadrado de superficie coralina fue de \$15,666.75. Este costo es menor que el anterior debido a que el compromiso era con una entidad sin fines de lucro.
- Transplante de hierbas marinas en la Bahía de San Juan- Este proyecto contempló reubicar los hierbazales marinos (2000 m²) que se encuentran en lugar donde construirán el puente Dos Hermanos. Ellos estimaron que sacar un metro cuadrado de hierbas marinas con todos sus rizomas y tierra, requiere al menos una hora con dos buzos (15 minutos por cada fragmento de 0.25 m² de terreno). Para esta tarea se requieren al menos 10 buzos, 2 biólogos, 1 bote, un remolque y otros equipos. El costo

¹² Cálculos realizados por el Dr. Antonio Ortiz, Presidente de Taíno Reefs.

operacional por día de trabajo, incluyendo los seguros pertinentes y otras consideraciones, sería de \$6,840/día para remover al menos 20 m² de paños de hierbas marinas. Con esto, se estimó un costo de \$342/m² de hierbas marinas.

3.3.4 Servicios educativos y de investigación que provee el ecosistema

Los arrecifes de coral y recursos asociados en el Este de Puerto Rico sirven como un laboratorio natural para llevar a cabo investigaciones con diversos fines. Para propósitos de este estudio, se identificaron siete investigadores que han trabajado en el área durante los pasados cinco años. A estos investigadores se les realizó una entrevista con el objetivo de conocer información asociada a los gastos y el propósito de la investigación, entre otros asuntos.

Los investigadores indicaron que en la mayoría de los casos el propósito de sus investigaciones era principalmente el desarrollo de medidas de manejo y el desarrollo de conocimiento académico. Las mismas van desde el estudio de dinoflagelados, hasta monitoreo y creación de materiales educativos, entre otros.

El tiempo que estos investigadores han estado trabajando en el área fluctúa desde un mínimo de un año, hasta un máximo de 15 años. El tiempo de duración de los proyectos va desde nueve meses hasta cinco años. El presupuesto para estos proyectos fluctuó entre \$8,000 hasta medio millón de dólares aproximadamente.

El año previo a la encuesta, el gasto de los investigadores fluctuó desde \$2,000 hasta \$47,000 siendo el gasto promedio de aproximadamente \$27,000.

De los siete investigadores, cinco tienen contemplado llevar a cabo investigaciones en el área de estudio el año entrante (2008). La mayoría de las investigaciones son financiadas por la NOAA y por el DRNA.

A los investigadores se les preguntó sobre cuántas personas empleaban en las investigaciones y cuántos hacían el trabajo de manera voluntaria. Éstos indicaron

que además del investigador, un promedio de cuatro personas participan de las investigaciones de forma remunerada. No obstante, en muchas de estas investigaciones participan personas de manera voluntaria.

Además, se les preguntó sobre cuál ellos entienden que es la importancia de la zona Este como área de estudio. Entre los aspectos identificados por éstos se encuentran:

- que son arrecifes bien desarrollados;
- el que la diversidad de usos permita medir el cambio en el estado del área, en proporción al uso que se le da;
- la oportunidad que provee el estudiar los arrecifes para mantener la pesca y el turismo;
- el que su ubicación les permita alcanzar un nivel alto de desarrollo porque son aguas limpias, ya que en ellas no desembocan ríos;
- su diversidad ecológica;
- es una región poco desarrollada por lo que sirven de referencia para otros estudios que se hacen en la Isla; y
- es un área poco estudiada en comparación al área de La Paragüera, entre otras.

IV. CONDICIONES FUTURAS DE LOS ARRECIFES DE CORAL

La degradación en la estructura y función de los ecosistemas coralinos resultan no sólo en la pérdida del valor intrínseco del sistema ecológico, sino en una pérdida significativa de los bienes y servicios que éstos proveen a la sociedad.

En Puerto Rico, los arrecifes de coral han experimentado un deterioro acelerado. Un informe publicado en el 2002, sobre la situación de los arrecifes de coral en el Mundo, los clasifica entre los más críticos del Caribe debido al desarrollo urbano e industrial desmedido en las costas durante los pasados 40 años (Causey et. al. 2002).

Una evaluación cuantitativa de las comunidades sesiles-bénticas en cerca de 79 arrecifes alrededor de la Isla entre los años 1985 y 2003, arrojó que los arrecifes con una cobertura de corales vivos menor del 10% fueron todos del Este del País, incluyendo la isla de Vieques (García, 2005). Únicamente los arrecifes al norte de Vieques mostraron cobertura de corales vivos mayor de 35%, al igual que los Cayo Diablo e Isla Palominito, que se encuentran dentro de La Cordillera.

Los arrecifes de coral están sujetos a diferentes factores que afectan su biodiversidad, así como su función. Algunos de estos factores- descritos en esta sección- son naturales, mientras otros son causados por las actividades del ser humano.

4.1 Factores naturales

Entre las amenazas naturales que impactan a los arrecifes de coral se encuentran las tormentas y huracanes, el blanqueamiento de los corales, las enfermedades (como la enfermedad de la banda blanca, la banda negra y la plaga blanca) y la mortandad masiva de los erizos de mar (Diadema antillarum), lo que propicia el sobrecrecimiento de algas. Sin embargo, existe la preocupación de que estas causas naturales que afectan los arrecifes de coral serán exacerbadas por el calentamiento global.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas, ha advertido sobre el impacto en los arrecifes de coral como consecuencia del calentamiento global. Dicho fenómeno trae consigo el aumento en los niveles del mar, el incremento en las temperaturas superficiales de las aguas, así como el aumento en la frecuencia y severidad de fenómenos atmosféricos como tormentas y huracanes, entre otros.

El CO₂, que es uno de los gases de invernadero, tiene el efecto de acidificar el mar impidiendo que los corales calcifiquen sus esqueletos. El blanqueamiento de los corales es otro efecto que se asocia con el aumento en las temperaturas del mar, por lo que se prevé que los episodios de blanqueamiento aumenten en frecuencia y severidad.¹³ Aunque los corales se pueden recuperar del blanqueamiento, la frecuencia y la severidad con la que se expongan a este fenómeno aumentan su mortandad.

Las tormentas y huracanes son factores naturales que han causado la mortandad masiva de arrecifes de coral, particularmente por el fuerte oleaje asociado a estos eventos y por los aportes sedimentarios y de nutrientes que ocurren si el evento está acompañado de precipitación abundante. Por ejemplo, durante el paso del huracán Hugo (en 1989) se reportó una destrucción masiva del coral cuerno de arce en la costa noroeste de Vieques (García et al. 2004).

Por otra parte, las enfermedades de los corales se consideran un proceso natural causado por bacterias, hongos y cianobacterias. Sin embargo, algunos científicos creen que las actividades humanas como la contaminación y las transformaciones en el uso del territorio (construcción y prácticas agrícolas insostenibles) han promovido y propiciado la propagación de enfermedades. Por ejemplo, en los corales del área de estudio, particularmente en Culebra, poblaciones de arrecifes de coral

¹³ El aumento en las temperaturas del mar genera tensión sobre los pólipos del coral, causando su blanqueamiento, que ocurre por la expulsión de un alga simbiótica que vive en sus tejidos, pero sin la cual el coral no puede sostenerse.

(específicamente en *Montastreae*) han sido afectadas por la plaga blanca desde el año 2002, y en abril de 2004 se experimentó otro brote de esta enfermedad (Hernández, citado en García, et al. 2004). En los corales *A. cervicornis* se documentó una forma virulenta de la enfermedad de la banda blanca en el año 2003, que afectó el 45% de todas las colonias en siete arrecifes (AGRRA, 2003, citado en García, et al. 2004). Recientemente, esta enfermedad ha sido reportada en los arrecifes alrededor de Culebra (Hernández, citado en García, et al. 2004).

4.2 Factores antropogénicos

Algunos de los factores que amenazan los arrecifes de coral están relacionados con el uso y las prácticas de manejo del territorio, mientras que otras son el resultado del contacto directo con el recurso. Los efectos de las actividades humanas sobre los arrecifes de coral dependen esencialmente de dos factores: la distancia entre el arrecife y la costa, y la salud general del ecosistema arrecifal.

Entre los factores antropogénicos más significativos que afectan los arrecifes de coral en Puerto Rico se encuentran el manejo inadecuado del territorio, que causa la degradación de la calidad del agua; la sedimentación y la eutrofización; la sobrepesca; la pérdida de habitáculos esenciales; la recolección de peces e invertebrados de arrecife para el comercio de acuarios; las actividades recreativas sin controles; y las prácticas militares (Hernández et al. 2002).

4.2.1 Prácticas militares

Respecto a las prácticas militares, se desconoce con certeza el impacto que las mismas han tenido sobre los arrecifes de coral en Vieques y Culebra. En el caso de Vieques, el bombardeo asociado al entrenamiento militar ha causado la destrucción severa de los arrecifes de coral, incluyendo la actividad pesquera. Un informe sobre el estado de los arrecifes de coral en Puerto Rico, preparado por el DRNA (2000), indicó que la mayoría de los arrecifes de coral ubicados en la mitad este de la isla de Vieques, aún continúan sufriendo por los impactos de las actividades de entrenamiento militar. Sin embargo, durante las últimas dos décadas, no ha habido

record de monitoreo que sean confiables en esta porción de la Isla. Mientras que en Culebra también existe un problema de contaminación significativo por la artillería sin detonar.

4.2.2 Sobrepesca

Como se menciona anteriormente, se ha documentado que la pesca arrecifal en el País muestra los síntomas clásicos de la sobrepesca: reducción en la captura por unidad de esfuerzo, reducción de total desembarcos, fallas en el reclutamiento y pesca de organismos más pequeños. (García et al. 2004).

Hernández et al. (2002) ha documentado la sobrepesca en el área de la RNCLP, particularmente para el carrucho. Esto es significativo considerando que la pesca está prohibida en el área.

Es importante mencionar que la sobrepesca tiene otros impactos sobre la salud de los arrecifes de coral ya que aumenta el crecimiento de algas sobre los corales. Esto se debe a que la sobrepesca de peces herbívoros puede resultar en una reducción en el consumo de algas. Esto, a su vez, puede resultar en competencia excesiva de algas con los corales por espacio.

Por otra parte, el Censo de Pesca de 2004, auscultó la percepción de los pescadores de la costa Este respecto a la situación de los recursos pesqueros. El 49% piensa que los mismos están en peor estado, y el 42% consideran que están igual. Entre las razones mencionadas por éstos se encuentran: la destrucción del hábitat (38%), seguido por la contaminación (22%) y la sobrepesca (15%).

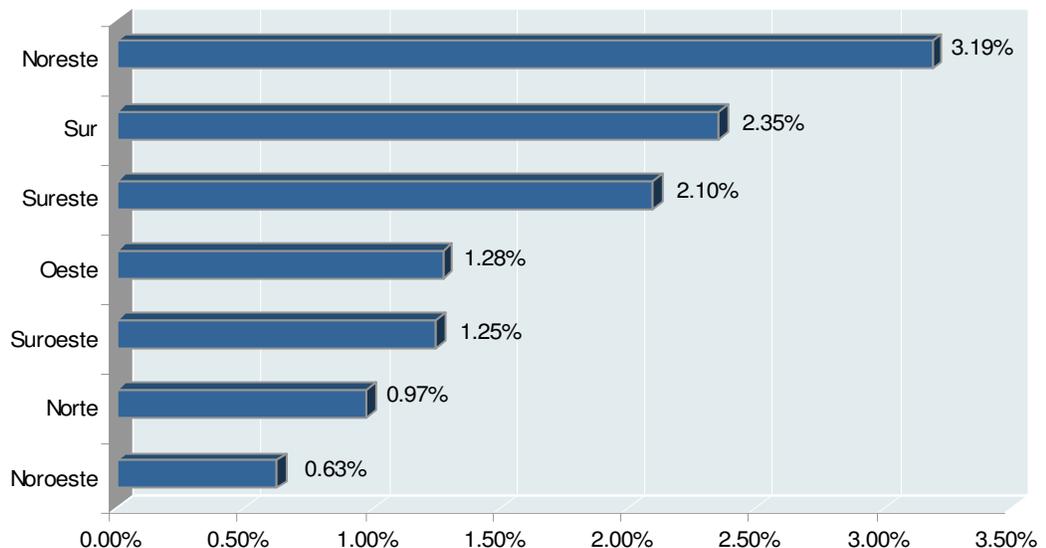
4.2.3 Desarrollo costero

El potencial turístico y la demanda continua de viviendas privadas han generado grandes presiones para la construcción de complejos turísticos y otras zonas residenciales en el litoral. La alta densidad poblacional, la concentración de actividades económicas y el crecimiento sistemático del Área Metropolitana de San Juan, continúan generando la mayor demanda por las tierras llanas de la zona Este

del País. En el Nordeste de Puerto Rico, es evidente la demanda para construir estructuras comerciales, residenciales y turísticas en el litoral. Esto ha tenido el efecto de aumentar la utilización recreativa de los recursos marinos, particularmente en Fajardo, Culebra y Vieques.

Un análisis del uso del territorio llevado a cabo para las regiones que comprenden la zona costanera del País, evidenció la razón a la que ha estado creciendo la huella urbana en el territorio que comprende el área de estudio. Durante el periodo de 1977 a 1999, la huella urbana de la Región Nordeste tuvo la razón de crecimiento anual más alta (3.19%) entre todas las regiones de la zona costanera.¹⁴

Tasa de crecimiento anual de la huella urbana en las regiones de la zona costanera de Puerto Rico

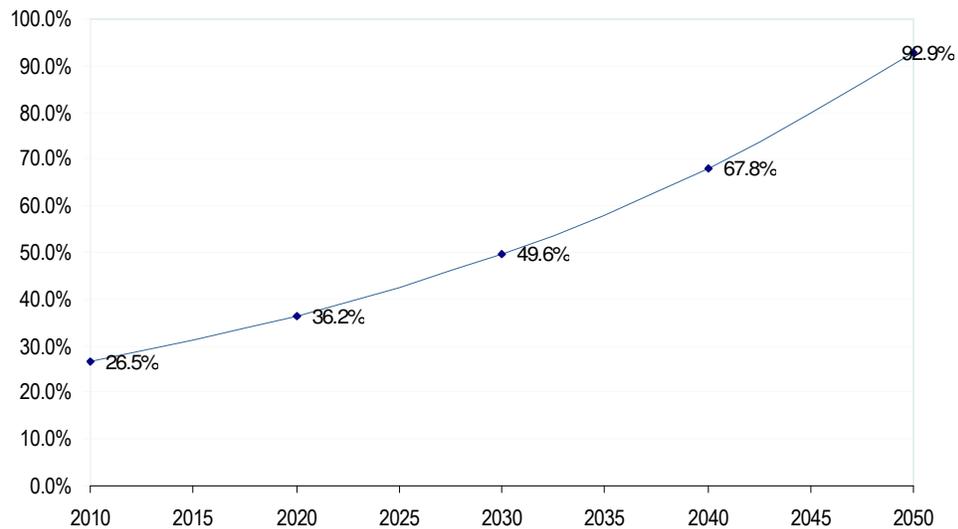


Fuente: DRNA & NOAA. (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.

En poco más de dos décadas la huella urbana de esta Región se duplicó y, de continuar este ritmo de crecimiento, se espera que para la década de 2050 se haya urbanizado casi la totalidad del territorio.

¹⁴ El Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico delimita la costa Noreste desde Boca de Cangrejos en Carolina hasta el Río Demajagua en Ceiba.

Cambio en el uso del territorio en la zona costanera del noreste de Puerto Rico



Fuente: DRNA & NOAA. (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.

Esto es significativo para la salud de los ecosistemas debido a que las actividades de construcción sin las medidas adecuadas a menudo causan la erosión y sedimentación de los cuerpos de agua. Por ejemplo, Culebra- cuyo atractivo principal son sus recursos marinos- ha sido impactada por la construcción de estructuras a lo largo del litoral, lo que ha causado el deterioro de las aguas costeras y de otros sistemas naturales.

Además, la remoción de humedales marinos y costeros para el dragado y la modificación costera para fines de desarrollo y de navegación, ha tenido el efecto de degradar los recursos marinos. Esto tiene, a su vez, un impacto detrimental sobre el turismo y la recreación, ya que por ejemplo, la remoción de yerbazales altera la estructura del fondo, dando paso a uno arenoso y lodoso carente de vida marina. Por otro lado, aumenta la cantidad de sólidos suspendidos, lo que genera turbidez en el agua y no permite que entre la luz necesaria para que el coral y las yerbas marinas hagan su proceso de fotosíntesis.

Un informe preparado por Hernández (2002), señala que la cobertura de arrecifes de coral se ha reducido en la RNCLP- aún luego de su designación- como resultado la

degradación de la calidad del agua. En Culebra la erosión descontrolada es uno de los principales problemas de origen humano (CIEL, 2007). En dicha isla se observa una densidad alta de caminos sin pavimentar y sin métodos para el control de la erosión y de escorrentías. Esto causa que se magnifique el volumen de aguas de escorrentías y que haya aportes severos de aguas turbias, de sedimentos y nutrientes, que llegan directamente a los yerbazales marinos y arrecifes de coral, acelerando su degradación mediante eutrofización.

4.2.4 Prácticas turísticas y recreativas sin controles

Una de las preocupaciones principales relacionadas a la salud de los arrecifes de coral en Puerto Rico es que se desconoce su capacidad de acarreo para las actividades recreativas relacionadas al turismo. Cuando se trata de la actividad turística, las preocupaciones relacionadas a la salud de los arrecifes de coral incluyen la sobrepesca, el anclaje sobre los arrecifes y las hierbas marinas, la ruptura de los corales causadas por el descuido de los visitantes y la contaminación de las aguas generada por el depósito de basura, el combustible de las embarcaciones y de otras sustancias.

Por ejemplo, en La Cordillera se ha evidenciado el anclaje sobre las yerbas marinas. Además, las anclas, junto con las cadenas que éstas llevan conectadas ocasionan daños a corales por trituración, desprendimiento, rompimiento, laceraciones y depósitos de sedimento creando una alteración de la integridad del arrecife y dando paso a que entren infecciones al sistema causándoles la muerte. (CSA, 2005).

En el caso de la RNCLP, el borrador del Plan de Manejo señala que algunos usuarios se anclan directamente sobre los arrecifes de coral, y no utilizan las boyas de anclaje. Mientras que en dicha área, al igual que en La Cordillera, el uso excesivo de “jet-skies” ocasiona resuspensión de sedimento, contribuyendo a aumentar la turbidez en el área.

Las aguas costeras de Culebra también son impactadas por pequeños derrames de combustible provenientes de las embarcaciones que anclan sus aguas, especialmente

en Ensenada Honda. Además, las aguas al oeste de la Isla Municipio se ven impactadas por los lixiviados provenientes del vertedero municipal que se encuentra muy cercano a la Reserva Natural Canal Luis Peña.

V. VALORACIÓN ECONÓMICA, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

5.1 Visión general

En este capítulo se estiman diez valores relacionados con los arrecifes de corales y recursos asociados del Este de Puerto Rico, los que se encuentran en las áreas de Fajardo, Vieques, Culebra y Arrecifes la Cordillera. Algunos de los valores tienen relación a usos de mercados reales o hipotéticos, mientras que los demás corresponden a valores intrínsecos de los recursos en cuestión. Para estimar los primeros, con la excepción de dos casos, se utilizó el método del costo de viaje (TCM)¹⁵, mientras que para los segundos se empleó el método de la valoración contingente (CVM).¹⁶ Para la implementación de ambas metodologías fue necesario levantar tres encuestas, una dirigida a la población general (CVM) y dos a los usuarios de la zona (TCM) (ver capítulo II). De esta forma, las estimaciones corresponden al valor anual de los recursos naturales estimado en el año **2007**.

La encuesta a la población general permitió auscultar la disposición a pagar de cada encuestado para preservar los distintos valores que tienen los recursos naturales en cuestión. En este caso, estos valores- que son conocidos como valores pasivos- son los siguientes: (i) valor existencial, (ii) valor futuro (*option value*), (iii) valor heredable (*bequest value*) y (iv) valor de la biodiversidad.¹⁷ La disposición a pagar se obtiene a base de un diseño de preguntas abiertas para las respuestas extremas que permiten eliminar las opiniones.

¹⁵ El método de costo de viaje asume que el tiempo y el costo incurrido representa el precio de acceder al sitio y por lo tanto la disposición a pagar de las personas puede ser estimado en base al número de visitas que hacen al sitio, construyendo una demanda y estimando el área bajo la curva (plusvalía del consumidor).

¹⁶ El método de valoración Contingente (CVM) es ampliamente usado para valorar usos pasivos, en el documento "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation" de enero de 1993. Citado en la bibliografía, se establecen la conveniencia del método y los sesgos que pueden contener este tipo de encuestas y algunas ideas de cómo evitarlos.

¹⁷ En el trabajo presentado de "Coral Reefs: Their Functions, Threats and Economic Value", el autor hace una desagregación de los productos, usos y valores pasivos que ha sido usada en otros estudios sobre Valoración de recursos.

Por otro lado, la encuesta a los usuarios permite obtener estimaciones del costo y de los días de estadía en el área para cada uno de los usos examinados. En este caso, los usos fueron: (i) disfrute de las playas, (ii) buceo y snorkeling, (iii) kayaks, (iv) paseos en lanchas, pesca deportiva y actividades múltiples, (v) pesca artesanal y (vi) valor de investigación. Esta información se recopiló para cada una de las cuatro zonas geográficas del ecosistema. El TCM se utilizó en los casos (i) a (iv) mientras para los últimos dos se utilizó, por un lado, información directa generada por transacciones (pesca artesanal) y, por otro, información disponible sobre el gasto en investigación (valor de investigación).

El capítulo está compuesto de las siguientes secciones. Primero, se presenta una breve discusión sobre las encuestas. Luego, se estiman los valores pasivos. Después de eso, se estiman los valores de los usos asociados al mercado. El valor económico total se presenta en la sección siguiente mientras que la última sección resume los hallazgos principales a modo de conclusión.

5.2 La encuesta

La encuesta a los usuarios se llevó a cabo en áreas de acceso a los recursos naturales, por ejemplo playas y marinas. Los resultados de la encuesta generaron información y datos de los costos incurridos por los usuarios en cada actividad, separadas por cada una de las cuatro áreas en que se dividió la zona de estudio y los días de permanencia en cada sitio durante los últimos doce meses. Además, se obtuvo información socioeconómica (edad, sexo, estado civil, nivel educativo, nivel de ingreso anual y lugar de residencia) que se utilizó para agregar los valores de cada uso. La encuesta se llevó a cabo para las siguientes actividades: disfrute de playas, buceo, snorkeling, paseos en kayak, pesca deportiva, paseos en yates y actividades múltiples.

La encuesta a la población general se realizó con una muestra estratificada por regiones y con un número suficiente de encuestas como para eliminar las opiniones,

que son frecuentes en este tipo de encuestas. El tamaño de la muestra escogida fue de 899 encuestas con un error de muestreo de $\pm 3.3\%$ (ver T 1).

Tabla 1

Encuesta Valores Pasivos	
Región	Número de encuestas
Aguadilla	43
Arecibo	71
Guayama	36
Humacao	399
Mayagüez	51
Ponce	72
San Juan	227
Total	899

Fuente: Encuesta ETI

La disposición a pagar de los encuestados se investigó mediante un cuestionario que incluyó información provista a los encuestados y preguntas que minimizaran la posibilidad de sesgos ya identificados en este tipo de encuesta (Arrow et al 1993)¹⁸. Además de las preguntas sobre los valores pasivos, se obtuvo el mismo tipo de información socioeconómica de los encuestados, la cual fue utilizada para identificar valores extremos (opiniones)¹⁹. Es importante mencionar que el diseño del cuestionario recogió muchas de las recomendaciones sugeridas para cuestionarios de Valoración Contingente en otros estudios.

La estructura del cuestionario fue la misma para cada uno de los usos. Así, antes de proceder a hacer cada pregunta, se proveyó una breve historia del recurso, con el fin de informar al encuestado de qué se trataba la encuesta y una explicación de cada uno de los valores pasivos. Como es sabido, las encuestas realizadas para el Método de Valor Contingente tienen el problema de que algunas respuestas podrían reflejar

¹⁸ El reporte hace énfasis en los sesgos en las encuestas de CVM y como se pueden evitar usando preguntas tipo referéndum cerradas y utilizar preguntas abiertas para eliminar las opiniones

¹⁹ Es importante diferenciar las opiniones de la disponibilidad a pagar para evitar sesgos en la valoración, que se pueden producir en este tipo de encuestas y como evitarlos, principalmente por los encuestados que utilizan la encuesta para dar una opinión con valores cero o valores irrealmente altos, ver "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation"

opiniones-asociadas a valores extremos-en vez de disponibilidad para pagar²⁰. Por esta razón, la literatura recomienda utilizar preguntas abiertas para identificar estas respuestas.

En los cuestionarios piloto se probaron dos esquemas de preguntas. En el primero se hicieron preguntas con múltiples respuestas (*Polichotomous Choice*)²¹ y preguntas abiertas para separar las respuestas “cero” de las opiniones y los valores extremos. Posteriormente, se probó un segundo cuestionario compuesto de dos preguntas cerradas tipo referéndum donde se le explicó al encuestado el valor que se desea medir y se le pregunta si está dispuesto o no a pagar un monto de su ingreso anual. (Arrow, et al. 1993). En este proceso, al encuestado se le recordaba nuevamente lo que se está preguntando, y se procedió a realizar la segunda pregunta, la cual estaba condicionada por su respuesta a la primera.

En el caso de los encuestados que respondieron “Sí” a las dos preguntas, se les hizo una sola pregunta abierta en la que indicaban cuánto estarían dispuestos a pagar de su ingreso anual. Las opiniones en este caso se identifican, ya sea porque el valor propuesto es demasiado alto para el nivel de ingresos de la persona, o porque es muy alto para el resto de la muestra.²² En este caso, se considera que el encuestado está expresando una opinión sobre la importancia del recurso.²³ En la gráfica 1 se muestra el esquema de preguntas utilizado.

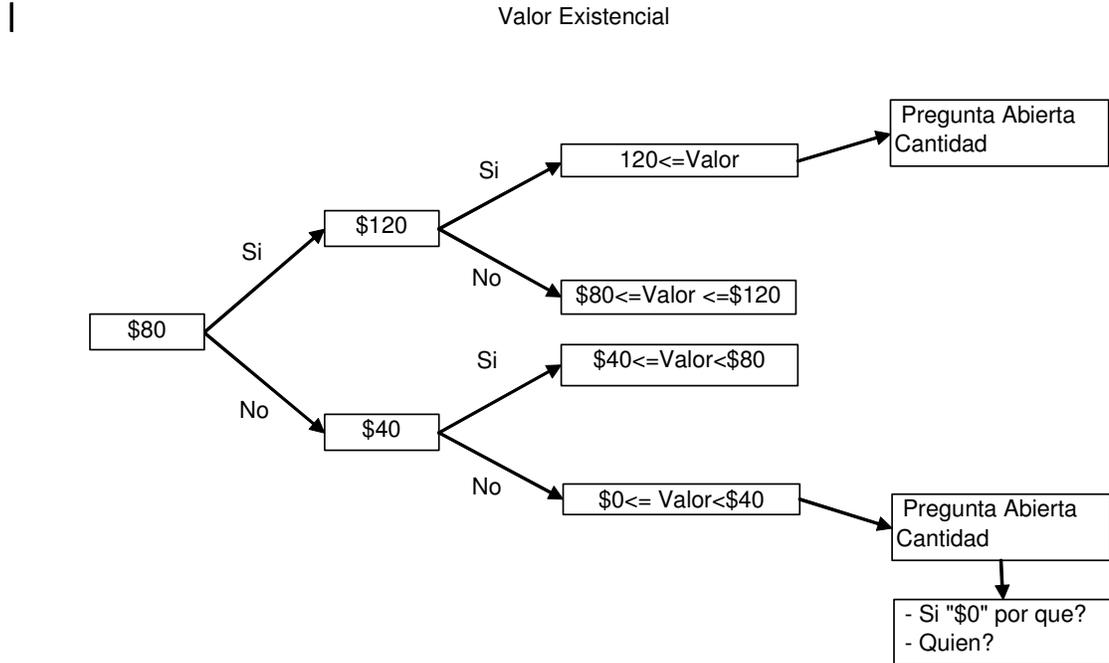
²⁰ Las personas pueden darle valor al recurso pero opinan que otra persona debe pagar (sesgo estratégico).

²¹ *Polichotomous Choice*: son preguntas cerradas que tienen varias respuestas pre-seleccionadas para que el encuestado seleccione una como su respuesta. En *Dichotomous Choice* la pregunta cerrada sólo tiene dos respuestas: Sí o No, estas preguntas se conocen también como preguntas tipo referéndum.

²² La respuesta excede dos desviaciones estándar por encima de la media de la muestra.

²³ Las respuestas extremas fueron de \$1,000, \$2,000 y \$,3000 y provienen de personas que reportan un ingreso anual por debajo de los \$10,000, lo que permite suponer que la persona está expresando una opinión a través de la encuesta. Adicionalmente, estas respuestas se ubican más de dos desviaciones estándar por encima de la media de la muestra.

Gráfica 1



Las respuestas “cero” fueron separadas entre aquéllos que consideran que el área no tiene ningún valor (un cero verdadero) de aquéllos que consideran que el área sí tiene valor, pero que no están dispuestos a pagar.²⁴ Estas últimas respuestas fueron eliminadas por considerarlas opiniones.

Esta técnica antes descrita, que incluye el método de preguntas sucesivas acompañado de preguntas abiertas para las observaciones extremas, permite revelar con precisión la disponibilidad a pagar. La misma reduce aún más los sesgos que se pueden producir en las encuestas de CVM, en comparación a la ejecución de una sola pregunta.²⁵

²⁴ Al encuestado que responde no a las dos preguntas se le pregunta cuánto estaría dispuesto a pagar de su ingreso. Si su respuesta es “cero” se le pregunta si considera que el arrecife no tiene ningún valor o si alguien más debe pagar por él. En este último caso, se le pregunta quién debería hacerse cargo y se le dan varias opciones, ej. Gobierno, empresas o usuarios, etc.

²⁵ Los sesgos en las encuestas se pueden dar por que las personas utilizan la encuesta para dar una opinión, ya sea que piensan que alguien más debe pagar por proteger el recurso o expresan un valor irrealmente alto.

Por otro lado, también se controló el efecto “anclaje”. Éste se produce cuando el valor presentado en la primera pregunta influye la respuesta del encuestado al presentarse un nuevo valor en la segunda pregunta. Para evitarlo, se le pidió al encuestado que reevaluara su disposición a pagar, replanteándole la importancia del recurso y lo que representa el valor buscado.

Para evitar el posible sesgo que se generaría con los datos utilizados directamente, se procedió a estimar los promedios regionalmente, extrapolarlos a la región y luego agregar (ver más abajo).

5.3 Estimación de los valores pasivos

5.3.1 Metodología

Los datos obtenidos de las respuestas al cuestionario se agruparon en cuatro grupos de acuerdo a las respuestas:

1. **Los que contestaron “sí” a las dos preguntas.** Este grupo contestó con una cantidad específica que estarían dispuestos a ceder de su ingreso. Los valores extremos (opiniones) se removieron utilizando los datos de ingresos de los encuestados y la desviación estándar de la muestra.²⁶
2. **Los encuestados que contestaron “no” a las dos preguntas.** Respondieron con una cantidad de su ingreso anual o cero. Si la respuesta es cero, entonces se usan las respuestas a la pregunta de selección para separar las opiniones de los ceros verdaderos.
3. **Los encuestados que respondieron “sí” a la primera pregunta y “no” a la segunda.** Se considera que su disponibilidad a pagar se encuentra entre el valor inicial y el valor alto de la segunda pregunta.

²⁶ Se utiliza como medida de exclusión dos desviaciones estándar sobre la media.

4. **Los encuestados que respondieron “no” a la primera pregunta y “sí” a la segunda pregunta.** Se considera que su disponibilidad a pagar se encuentra entre el primer valor y el valor más bajo de la segunda pregunta.

Para los grupos intermedios se tomó el valor medio entre los dos valores como el promedio del grupo. De esta forma se estimó un valor anual a cada una de las observaciones que reflejaron valores reales (no opiniones). Luego, se estimó el promedio simple de la valoración de los encuestados según la región de residencia. De esta forma, para cada una de las siete regiones en las que se dividió a Puerto Rico se estimaron promedios simples mediante:

$$\bar{X}_{\text{región } j} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (1)$$

para $j = 1, 2, \dots, 7$. Cada uno de los siete promedios fue extrapolado al universo correspondiente a cada región multiplicando el promedio por el número de personas en la región:

$$V_{\text{región } j} = \bar{X}_{\text{región } j} * \text{No. Personas}_{\text{región } j} \quad (2)$$

para $j: 1, 2, \dots, 7$. Finalmente, el valor agregado de Puerto Rico para cada tipo de valor es la suma de los valores regionales:

$$V_{\text{PR}} = \sum_{1 \leq j \leq 7} V_{\text{región } j}$$

5.3.2 Resultados

En la Tabla 2 se presentan los promedios por regiones con los datos del promedio simple, número de encuestados después de eliminar las opiniones y la desviación estándar de cada región.

Tabla 2²⁷

Valor del Ecosistema							
Valor Existencial				Valor Futuro			
Región donde vive	Mean	N	Std. Deviation	Región donde vive	Mean	N	Std. Deviation
Aguadilla	104.55	47	94.33	Aguadilla	69.41	48	99.75
Arecibo	88.53	87	69.75	Arecibo	57.49	84	37.82
Guayama	107.88	49	72.59	Guayama	70.57	52	68.02
Humacao	113.70	112	76.60	Humacao	77.68	114	86.86
Mayagüez	94.86	55	83.62	Mayagüez	47.79	58	31.47
Ponce	110.24	77	96.37	Ponce	65.10	79	51.36
San Juan	106.58	283	77.10	San Juan	67.17	279	68.39
Total	104.93	709	79.97	Total	66.31	714	67.87
Valor Heredable				Valor Bio-Diversidad			
Región donde vive	Mean	N	Std. Deviation	Región donde vive	Mean	N	Std. Deviation
Aguadilla	79.74	51	94.62	Aguadilla	80.33	50	123.66
Arecibo	60.13	84	40.18	Arecibo	55.20	85	37.47
Guayama	70.00	50	50.13	Guayama	68.09	50	76.89
Humacao	77.44	113	73.01	Humacao	71.58	114	79.17
Mayagüez	59.59	57	43.61	Mayagüez	50.49	57	34.23
Ponce	70.78	77	53.71	Ponce	65.57	80	49.23
San Juan	75.94	274	68.36	San Juan	66.47	279	68.78
Total	72.29	706	64.56	Total	65.65	715	69.75

La diferencia entre el total encuestado (899) y el total reportado son las opiniones que se encontraron en cada valor pasivo. En la tabla 3 se presenta la población de 18 años o más por regiones en el año 2006.

²⁷ La dispersión observada en la muestra es debido a la dispersión en los ingresos de los encuestados

Tabla 3

Población de Puerto Rico		
Región	Municipios	Población 18 años o más
Aguadilla	7	210,771
Arecibo	11	328,196
Guayama	7	172,446
Humacao	16	462,186
Mayagüez	10	251,740
Ponce	11	353,672
San Juan	16	1,130,106
Total	78	2,909,117

Fuente: Estimado oficial de la población de Puerto Rico de 18 años o más para el 2006, de acuerdo a la Oficina del Censo de E.E.U.U.

Utilizando la ecuación (2) y los valores de población por región se expanden los valores para obtener los valores pasivos por regiones (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Valor del Ecosistema					
Región donde vive	Valor Existencial	Valor Futuro	Valor Heredable	Valor Bio-Diversidad	Total Valores Pasivos
Aguadilla	\$22,035,768	\$14,628,825	\$16,805,888	\$16,931,937	\$70,402,417
Arecibo	\$29,053,983	\$18,868,286	\$19,733,530	\$18,115,247	\$85,771,047
Guayama	\$18,603,265	\$12,169,761	\$12,071,220	\$11,741,544	\$54,585,790
Humacao	\$52,551,437	\$35,901,742	\$35,791,625	\$33,083,245	\$157,328,049
Mayagüez	\$23,880,336	\$12,030,522	\$15,002,343	\$12,709,468	\$63,622,670
Ponce	\$38,987,137	\$23,022,687	\$25,034,430	\$23,188,872	\$110,233,125
San Juan	\$120,443,918	\$75,913,642	\$85,819,376	\$75,115,198	\$357,292,133
Total	\$305,555,844	\$192,535,465	\$210,258,412	\$190,885,510	\$899,235,231

Finalmente los valores pasivos totales se presentan en la tabla 5. En ésta se observa que la población concede un valor mayor a la existencia del ecosistema, mientras que los otros tres valores tienen un valor muy similar.

Tabla 5

Ecosistema	
Valores Pasivos	
Valor Existencial	\$305,555,844
Valor Futuro	\$192,535,465
Valor Heredable	\$210,258,412
Valor Bio-Diversidad	\$190,885,510
Total Valores Pasivos	\$899,235,231

5.4 Estimación de los valores de uso

5.4.1 Metodología

La encuesta

El TCM se utilizó para determinar el valor de los recursos naturales que no pueden ser estimados a base de medidas del mercado. El área de estudio no presenta ningún tipo de tarifas, excepto en pocos casos como por ejemplo el cobro de estacionamiento en los balnearios. En los demás casos, con la excepción del área de la Reserva Natural Canal Luis Peña en donde hay una prohibición de pesca, el acceso es libre y están permitidas prácticamente todas las actividades.

Como cuestión general, algunos de los estudios en los que se utilizó el TCM se reportaron un alto número de visitantes extranjeros²⁸, mientras que en otros, los datos recaudados fueron exclusivamente de visitantes locales, porque las áreas no se consideraban un polo turístico.²⁹

²⁸ Véase Cesar, H., Van Beukering, P., Pintz, S. and Dierking, J. "Economic Valuation of the Coral Reefs of Hawaii: Final Report". CEEC-NOAA, Dec. 2002

²⁹ Véase Pham Khanh Nam and Tran Vo Hung Son. "Recreational Value of the Coral Surrounding the Hon Mun Islands in Vietnam: A travel Cost and Contingent Valuation Study". WorldFish Center. Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Pg 84-103

Los usuarios se agruparon de acuerdo a la zona en que residían, esto es, de acuerdo a la distancia que deben recorrer hasta el sitio. A base de esto, se estableció la regresión de días de visita con los costos de la visita, el nivel de ingreso y otras variables socioeconómicas con la cual se estimó la ecuación de demanda por el recurso. Ésta fue utilizada, luego, para a estimar el excedente del consumidor.³⁰

El área de estudio se dividió en cuatro zonas:

- la zona Oeste del área de estudio que incluye toda la zona costera de Fajardo, Ceiba, Naguabo, Humacao y Yabucoa.
- la zona de Arrecifes La Cordillera, en el Norte que incluye una serie de islotes y callos como Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratones, Cayo Diablo y la Banquilla y todas las zonas aledañas.
- la zona de Vieques en el Surdeste y las zonas aledañas que incluye los arrecife circundantes, y
- la zona de Culebra en el Nordeste.

La encuesta también recogió información sobre los distintos usos tales como: disfrute de playas, pesca deportiva, *snorkeling*, buceo, paseos en kayak, paseos en lancha, *charters* y actividades múltiples usando una lancha o yate. Asimismo, se recogió información del lugar de origen del visitante y otros datos socioeconómicos (edad, sexo, estado civil, ocupación, grado de instrucción, nivel de ingreso). Estos datos fueron utilizados para agregar las demandas de todos los usuarios.

Los datos recopilados, fueron mayoritariamente de residentes de Puerto Rico. De un total de 700 encuestas realizadas a usuarios, 18 encuestados provenían de los Estados Unidos, y tres de Europa y otros lugares. En este sentido la encuesta no detectó suficientes visitantes extranjeros como para considerar a extranjeros en la

³⁰ El excedente del consumidor es, por definición, el valor adicional obtenido mediante el consumo de algún

misma. Además, los costos de traslado y estadía reportados por los visitantes de acuerdo con su origen (municipio o región) no se diferencian de los costos de los usuarios como para que el lugar de origen sea significativo en los costos.³¹

Luego, los datos recabados en la encuesta fueron agrupados en cuatro usos específicos (buceo y snorkeling, disfrute de playas, paseos en kayak, y pesca deportiva/ paseos en bote/actividades múltiples desde un bote).³² También se logró auscultar las preferencias de los usuarios por las cuatro zonas en que se dividió el área mediante el número de visitas a las mismas.³³

Las estimaciones

Para estimar la demanda por usos se utilizó el método generalizado de mínimos cuadrados (GLS), el cual que permite obtener estimadores robustos con datos que exhiban heteroscedasticidad.³⁴ Las ecuaciones de demanda estimadas son de la forma:

$$\text{Días_estadía} = C * (\text{Costos_Día})^a (\text{Nivel_Ingresos})^b$$

(3)

donde, “días_estadía” representa lo que normalmente está asociado a la cantidad demandada, ‘costos_días’ representa el precio asociado a cada cantidad demandada y “nivel_ingresos” es una variable auxiliar utilizada para estimar la demanda. Cabe señalar que esta forma funcional fue la que mejor representó, en promedio, la distribución de datos generados por la encuesta. El objetivo del ejercicio es estimar

bien o servicio a un precio inferior al que se estaría dispuesto a pagar.

³¹ Se realizaron regresiones en base a la región de origen de los usuarios y no fue significativa la variable, no es distinta de cero. Esto se justifica porque el tiempo de trasladarse de un extremo a otro de la isla es relativamente corto. Adicionalmente, el costo de los extranjeros no es significativamente diferente de los locales.

³² De los siete usos que se propuso encuestar no se obtuvo suficiente información para obtener ecuaciones de siete demanda por separado, por lo que se agruparon en 4 grupos bien definidos:

³³ Se obtuvo suficiente información para establecer ecuaciones de demanda de cada zona y se presentan estas en el Anejo 3.

³⁴ Heteroscedasticidad en los datos recogidos ocurre, por definición, cuando se detecta que los mismos han sido generados por variables aleatorias que no son todas iguales. Normalmente, esto implica diferencias en las desviaciones estándares.

los parámetros “C”, “a” y “b” para cada curva de demanda. Para llevar a cabo el ejercicio fue necesario utilizar la representación logarítmica de la demanda:³⁵

$$\log(\text{Días}_{i}) = c + a * \log(\text{costos}_{i}) + b * \log(\text{Nivel}_{i}) \quad (4)$$

Donde, $\log(C) = c$. Este ejercicio de estimación se repitió 4 veces, una vez para cada uso. Finalmente, los parámetros estimados fueron utilizados para evaluar el excedente del consumidor para cada uso. Este fue estimado mediante:

$$CS = \int_{\bar{x}}^{\infty \text{ ingreso max}} \int_0^{\infty} (\text{días}_{i} - \text{estadía}_{i}) dY dC \quad (5)$$

donde “dC” es el diferencial de costos_días y “dY” es el diferencial del nivel de ingreso.³⁶ Finalmente, los datos generados por la encuesta, al contrario del caso para los usos pasivos, no presentaron mayores problemas.

Resultados

Las demandas estimadas por uso en cada caso fueron las siguientes:

Disfrute de Playas :	$\text{Ln}(\text{Días}) = 2.7530$	$- 0.64378 * \text{Ln}(\text{Costo}_{i})$	$+ 0.308831 * \text{Ln}(\text{Ingreso})$
	0.052322	0.012682	0.029738
	52.62	- 50.76	10.39
Uso de Botes :	$\text{Ln}(\text{Días}) = 2.823791$	$- 0.65519 * \text{Ln}(\text{Costo}_{i})$	$+ 0.519003 * \text{Ln}(\text{Ingreso})$
	0.113693	0.014654	0.058021
	24.84	- 44.71	8.95
Paseos en Kayak :	$\text{Ln}(\text{Días}) = 2.262965$	$- 0.55859 * \text{Ln}(\text{Costo}_{i})$	$+ 0.267706 * \text{Ln}(\text{Ingreso})$
	0.164593	0.045394	0.074863
	13.75	- 12.31	3.58
Buceo y Snorkeling :	$\text{Ln}(\text{Días}) = 2.515228$	$- 0.62953 * \text{Ln}(\text{Costo}_{i})$	$+ 0.434074 * \text{Ln}(\text{Ingreso})$
	0.113968	0.021933	0.049667
	22.07	- 28.7	8.74

³⁵ La metodología estadística utilizada-Mínimos Cuadrados Ordinarios-requiere que la relación estimada sea lineal, como en (2).

³⁶ El límite superior de la integral con respecto al ingreso fue definido como el ingreso medio de los usuarios encuestados más dos desviaciones estándar.

Donde el valor inmediatamente debajo del coeficiente estimado es el error estándar y el siguiente el estadístico-t. Utilizando los coeficientes estimados anteriormente, se procedió a estimar el excedente del consumidor para cada caso. Para esto, se utilizó información generada directamente por la muestra (ver Tabla 6):

Tabla 6

Información de los usuarios				
	Personas	Estadía Promedio	Costo/Día Promedio	Ingreso Promedio
Disfrute de Playas	609	9.24	47.90	26850.00
		21.40	69.87	6354.47
Actividades en Botes⁽¹⁾	260	15.30	61.23	43970.00
		31.52	0.31	13057.00
Paseos en Kayaks	117	4.96	77.56	28235.00
		13.61	113.06	5925.75
Snorkeling y Buceo	158	6.64	57.90	36900.00
		12.58	86.14	11627.67

Fuente: Encuesta ETI

(1) Incluye: pesca deportiva, paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha

Los Valores superiores son el promedio de la muestra y el inferior la Desviación estándar

Los estimados del excedente del consumidor para la muestra se basaron en la aplicación de la fórmula (5) a las demandas estimadas utilizando la información de la Tabla 6. La Tabla 7, a su vez, presenta los estimados del excedente del consumidor, tanto para la muestra total como por persona en la muestra.³⁷ Estos valores son los que se usarán para expandir al total de usuarios en Puerto Rico.

³⁷ Las ecuaciones de demanda estimadas se basan en información de gastos por visitas. Así, el excedente del consumidor estimado para cada uso está asociado al número de visitas recogido en la muestra. El excedente del consumidor por persona representa el excedente promedio asociado a cada usuario.

Tabla 7

Excedente del consumidor por usos			
	Personas	Excedente del Consumidor Muestra	Excedente del Consumidor por Persona
Disfrute de Playas	609	\$4,595	\$7.54
Actividades en Botes ⁽¹⁾	260	\$353,255	\$1,358.67
Paseos en Kayaks	117	\$2,537	\$21.68
Snorkeling y Buceo	158	\$17,831	\$112.86

(1) Incluye: Pesca Deportiva, Paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha.

La extrapolación de los excedentes del consumidor estimados al universo de usuarios se basó en la segunda encuesta a los usuarios (ver capítulo II). Esto se hizo de la siguiente manera:

1. El universo de usuarios de los recursos naturales bajo estudio se definió como todas las personas mayores de 18 años y que, según lo expresado en la segunda encuesta, hayan llevado a cabo actividades en la zona durante los últimos 12 meses. Esto resultó ser el 17.4% de la población mayor de 18 años residentes en Puerto Rico o, alternativamente, 506,187 personas.
2. Se estimó la probabilidad condicional-utilizando el Teorema de Bayes-de que una persona haya utilizado uno de los cuatro usos si escogió hacerlo en el área bajo estudio. Dicha probabilidad (o frecuencia) fue de 77.89%, 27.42%, 2.13% y 0.42% para el disfrute de playas, actividades en bote, paseos en *kayaks* y buceo/*snorkeling* respectivamente.
3. El número de usuarios fue, de esta manera, estimado como la frecuencia de usuarios de la muestra (paso 2) multiplicada por 506,187 (número total de la población mayor de 18 años que realizó alguna de las cuatro actividades en el área bajo estudio durante los últimos 12 meses). El número estimado de usuarios para cada actividad fue de 394,269, 138,796, 10,786 y 2,126 para el disfrute de playas, actividades en bote, paseos en *kayaks* y buceo/*snorkeling* respectivamente.

4. Finalmente, como el excedente del consumidor fue estimado para cada usuario de la muestra, el excedente del consumidor estimado para el universo fue estimado como el excedente por persona multiplicado por el número de personas correspondiente. Los resultados se encuentran en la Tabla 8.

Tabla 8

Excedente de Consumidor por Usos			
	Excedente del Consumidor por Persona	Usuarios área Este de Puerto Rico	Excedente del Consumidor Total Usuarios
Disfrute de Playas	\$7.54	394,269	\$2,974,542
Actividades en Botes⁽¹⁾	\$1,358.67	138,796	\$188,578,916
Paseos en Kayaks	\$21.68	10,782	\$233,776
Snorkeling y Buceo	\$112.86	2,126	\$239,932
Total			\$192,027,166

(1) Incluye: Pesca Deportiva, Paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha

5.5 Pesca artesanal

Para determinar el valor de la pesca artesanal se utilizó el valor del recurso extraído basado en los informes de captura y valor por libra de los municipios colindantes al área del recurso. En la Tabla 9 se presenta el número de pescadores artesanales registrados del área Este de Puerto Rico, por municipio para el año 2002, que es el último año para el cual existe información disponible.

La captura de peces en la zona se reporta en la Tabla 9, con las libras reportadas por año y por municipio y el precio promedio por libra. En el año 2006, la pesca en el área fue de 1,338,924 libras, con un valor comercial de \$3,773,527. Como se observa en el mismo cuadro, la captura de especies decreció en todo Puerto Rico en un 59.1% durante el periodo de 2002-2006. Durante el mismo período, la pesca en la zona Este de Puerto Rico se redujo en un 77.5%. La contracción en captura de especies fue especialmente significativa en Culebra, Vieques y Naguabo (93.6%, 84.3% y 84.3%, respectivamente). Concomitante con la reducción en las capturas,

se observa un incremento en los precios promedios (26.1% durante el período) reflejando la escasez relativa generada por la contracción en los volúmenes de pesca.

Tabla 9

Pesca reportada para los municipios de la Región Este de Puerto Rico durante el periodo de 2001-2006															
Municipios	2002			2003			2004			2005			2006		
	Libras	Valor	Precio por libra*	Libras	Valor	Precio por libra*	Libras	Valor	Precio por libra*	Libras	Valor	Precio por libra*	Libras	Valor	Precio por libra*
Costa Este	862,484	2,128,659	2.06	464,623	1,206,012	2.07	356,183	927,459	2.16	237,840	658,324	2.19	194,174	566,311	2.34
Fajardo	148,734	381,739	1.81	124,849	370,598	1.87	92,087	275,993	2.06	77,691	244,036	2.12	54,425	177,326	2.38
Ceiba	67,367	172,332	1.99	51,836	131,553	1.94	43,386	102,706	1.94	25,086	70,978	1.90	15,930	45,604	1.92
Naguabo	119,255	279,401	2.20	83,516	201,053	2.04	66,529	168,206	2.52	44,422	119,865	2.49	18,756	52,604	2.53
Humacao	84,357	223,868	2.51	91,798	236,258	2.40	57,314	140,524	2.39	35,290	97,755	2.42	41,300	119,821	2.52
Yabucoa	48,592	98,739	1.74	28,502	59,290	1.68	7,995	16,093	1.23	18,756	36,533	1.84	20,682	46,261	1.76
Maunabo	13,776	27,290	1.65	6,754	16,133	1.82	5,116	13,495	2.72	3,925	8,981	2.27	3,788	10,887	2.91
Culebra	22,602	59,333	2.45	15,800	41,405	2.52	6,833	19,773	2.78	425	1,256	2.55	1,437	5,297	3.77
Vieques	357,801	885,957	1.86	61,568	149,722	1.78	76,923	190,669	1.88	32,245	78,920	1.86	37,856	108,511	2.29
Puerto Rico	3,272,812	7,506,477	1.93	2,388,761	5,624,915	1.84	1,864,680	4,517,619	2.05	1,569,035	14,005,295	2.10	1,338,924	3,773,527	2.45

Fuente: Datos para los años 2002 y 2003 provienen del informe: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2005). Overview of Puerto Rico's small scale fisheries statistics 2002-2004. Datos de 2004-2006: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007) "Puerto Rico/NMFS Interjurisdiccional Fisheries Program, July 1, 2004- June 30, 2007 NAO4NMF4340063" by Daniel Matos. September 2007.

* Precio por libra

Para el período enero-junio de 2007 se reportaron 611,346 libras de pesca (dato preliminar)³⁸ lo que implicaría una continuación en la tendencia descrita anteriormente. El valor de pesca que proveyó el recurso para el año 2006 fue de \$454,367. Proyectando este valor con una tasa decreciente de 31.1% anual para la cantidad extraída del Este de Puerto Rico y asumiendo que se alcanza en algún momento en el futuro un valor mínimo de subsistencia. El valor presente de estos valores es de \$1,425,057.77.³⁹

³⁸ Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Laboratorio de Investigaciones Pesqueras.

³⁹ En este caso se proyectan las capturas asumiendo precios constantes del 2006 y la tasa decreciente de las capturas en período 2002-2006.

$$\text{Valor Capturas} = A * \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+b)^t} \quad \text{donde: } A = \text{Valor de la captura en el 2006 y } b = \text{tasa de}$$

decrecimiento observada en las capturas. El valor aproximado es de \$1,425,057.77

5.6 Valor de la pesca ornamental

De acuerdo a estudios de la zona⁴⁰ y con expertos del área, en Puerto Rico este tipo de pesca es de una escala pequeña (en términos económicos) y tiene un número reducido de participantes legales. Más aún, la misma raramente se desarrolla en el Este de Puerto Rico, estando concentrada en el Oeste de la Isla entre Arecibo (por el Norte) y La Parguera (por el Sur). Como se menciona en el Capítulo 3, algunos pescadores de redes incidentalmente capturan peces ornamentales vivos y los comercializan como tales. Sin embargo, para los fines de este estudio no fue posible identificar pescadores, con o sin licencia, que practicaran este tipo de pesca en el área Este del País.

5.7 Valor de la protección

Para valorar el costo de la protección que brinda el coral y los recursos asociados contra la erosión de las costas y de las propiedades e instalaciones costeras, existen dos métodos. El primer método “Costo de Prevención” consiste en evaluar las pérdidas que ocurrirían de no existir el coral, y el segundo método “Costo de Reemplazo” consiste en determinar el costo de reponer la barrera coralina, los yerbazales marinos y los manglares. En este caso, se siguió el segundo método que consiste en determinar el costo de reponer el recurso en su totalidad. En el costo de reemplazo se incluyen:

- el área cubierta por corales que protege áreas costeras y el lecho marino circundante;⁴¹
- los yerbazales, por su valor en la fijación del suelo marino y por sus función de reducir el movimiento de sedimentos, protegiendo el coral del efecto de los mismos; entre otros, y

⁴⁰ Véase “A Description of the Export Fishery for Marine Ornamental Fish and Invertebrates in Puerto Rico” de Mote Environmental Services, Inc. Año 2002 y Puerto Rico Marine Ornamental Fishery Evaluation. Phase II: Wild Population Assessments”. LeGore Environmental Associates, Inc. (2006).

⁴¹ El área de arrecifes y de hierbas marinas se estimó usando GIS y un mapa de las comunidades bénticas de la NOAA. En el DRNA se nos indicó que el área puede estar sobre-estimada.

- los manglares, por la protección que brindan contra los vientos, el impacto del oleaje, entre otras funciones.⁴²

La siguiente tabla provee el área incluida en el valor de reemplazo bajo estudio.

Tabla 10

Composición del Ecosistema	
	Hectáreas
Arrecifes de coral	12,624
Hierbas Marinas	13,261
Manglares	1,931
Total Arrecifes y Recursos Asociados	27,816

Para el caso de la reposición de la barrera de coral, se utilizó un estimado de la Reserva Natural Canal Luis Peña, donde el daño ha fluctuado entre 34% y 66%, lo que equivale a 6-11% anual (Hernández, 2004). Además, se examinaron varios estudios que presentaban varias estimaciones, según presentados en la tabla siguiente.⁴³

Tabla 11

Arrecifes de Coral	
Proyectos	\$/Km ² x Año
Burke and Maidens 2004	\$3,000-\$59,500
Burke et al 2002	\$5,500-\$110,000
White et al 2000	\$5,000-\$25,000
Cesar 1996	\$826-\$1,000,000

Los estimados encontrados de defensas artificiales para aquellos sitios donde la barrera de coral se ha perdido completamente, dependen del sitio aunque estos se

⁴²El área de Manglares se obtuvo del inventario de Manglares elaborado por el DRNA en 1999, para lo cual se sumaron las áreas de manglares de Humacao, Fajardo, Ceiba, Culebra y Vieques

⁴³ Véase Chong Jo, "Protective Values of Mangroves and Coral Ecosystems: A Review of Methods and Evidence". IUCN, The World Conservation Unit. Jan 7 2005; Edwards, A., Gomez, E. "Reef Restoration Concepts & Guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty." 2007. www.geocoral.org & Reef Ball Foundation, <http://www.reefball.org/pricing.htm>.

encuentran entre \$100,000-\$1,000,000 por hectárea de superficie coralina. Dichas cifras, en todo caso, incluyen implantación de coral y los costos dependen, mayormente de la accesibilidad del sitio.

Para los efectos de este estudio se utilizó el valor medio de los valores obtenidos por White et al. (2002) en la valorización de los arrecifes en la isla de Olango en Filipinas. El costo de ambos proyectos se puede apreciar en la tabla 11, y fue de \$20,000 por metro cuadrado.⁴⁴ Como costo de reemplazar las hierbas marinas se utilizaron los datos de un proyecto reciente evaluado en \$342 por metro cuadrado en la Bahía de San Juan.^{45, 46}

Por otro lado, para determinar el costo de reposición de los manglares se obtuvieron referencias del estado de Florida, donde los costos variaron entre \$5,300-\$200,000 por hectárea con un promedio de \$99,000 por hectárea.⁴⁷ Este último valor (\$99,000) fue el que se utilizó para la estimación de los costos de reposición de los manglares en el área bajo estudio. Los costos de reposición del coral, las hierbas marinas y los manglares se presentan en la Tabla 12.

⁴⁴ Datos de Reef Ball, indican que las variaciones dependen del sitio donde hay que colocar las barreras, como embarcación, buzos, y otros costos que encarecen el trabajo. Los módulos que utilizan van desde 16 a 130 pies cuadrados.

⁴⁵ Proyecto de transplante de hierbas marinas en la Bahía de San Juan, donde se pretende relocalizar 2,000 metros cuadrados de hierbas marinas del sitio donde será construido el puente Dos Hermanos.

⁴⁶ Véase: Fonseca, M. S., Kenworthy, W.J. and Thayer G.W. "Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the United States and Adjacent Waters". NOAA's Coastal Ocean Program, Decision Analysis Series No. 12. 1996 & Vicente, V. "Litoral Ecological Stability and Economic Development". Science-Ciencia. Vol. 16. Num. 2 pp 279-280.

⁴⁷ Estos datos provienen de ocho proyectos en el estado de Florida. Estudios previos de King (1998) \$62,000 por hectárea. Lewis Environmental Services Inc. (1996) \$62,000 para proyectos gubernamentales y \$124,000 para proyectos privados, las variaciones son debidas a la movilización y excavación en zonas difícil acceso. El proyecto de restauración de Indian River Lagoon utilizó restauración hidrológica sin excavación y redujo los costos a \$250 por hectárea (Brokmeyer et al. 1997).

Tabla 12

Costo de Restauración del Ecosistema				
	Hectáreas	Reportados ⁽²⁾	Costo xKm ² xAño.	Costo Anual
Arrecifes de coral ⁽¹⁾	12,624	6.0%	\$15,000	\$113,616
Hierbas Marinas	13,261	0.5%	\$342,000	\$226,763
Manglares	1,931	0.1%	\$9,900,000	\$191,169
Total Arrecifes y Recursos Asociados	27,816			\$531,548

(1) Promedio estudio Burke et al, por ser el más similar al área de estudio

(2) No se disponen de cifras de daños en la costa este, por lo cual se usaron estimados de otros estudios. Para corales Reserva Natural Canal Luis Peña, Hierbazales y Manglares pérdidas reportadas en estudios de Florida

Como se puede observar, el costo anual de reponer el coral, las hierbas marinas y los manglares se estimó en **\$531,548**.⁴⁸

5.8 Valor educativo y de investigación

Para estimar el valor educativo y de investigación se recabó información de los investigadores que se encuentran desarrollando proyectos en el área de estudio. Para esto, se llevó a cabo entrevistas utilizando un cuestionario que permitió determinar los montos de los proyectos, y el tiempo de elaboración de los mismos así como información adicional. Para la fecha se encontraron siete investigadores que estaban realizando estudios (Ver Tabla 13) en el área de estudio.

⁴⁸ Esto sería una estimación del costo para mantener el estado actual del coral, si el daño anual se mantiene en 6% del área coralina o menos. Si se desease, el valor presente del flujo a perpetuidad del costo de restauración se obtendría asumiendo como un flujo perpetuo de \$531,548 anuales descontados a la tasa de 3% (tasa de descuento a largo plazo para recurso naturales, ver Cesar et al en las referencias). Esta situación no fue considerada para la estimación final del recurso por considerarse que la posibilidad de reparar el 6% del coral del área bajo estudio, a perpetuidad, era una posibilidad excesivamente poco realista.

Tabla 13

¿En cuál de los siguientes lugares de la costa Este de Puerto Rico usted ha llevado a cabo investigaciones?				
	Fajardo	Vieques	Culebra	Arrecifes La Cordillera
Investigador 1	X	X	X	
Investigador 2	X	X		X
Investigador 3	X	X		X
Investigador 4	X		X	X
Investigador 5	X			
Investigador 6		X	X	X
Investigador 7	X	X	X	X

Estas investigaciones están siendo patrocinadas por entes públicos y privados (ver Tabla 14). Las mismas tienen fines diversos, tales como el establecimiento de propiedad intelectual, desarrollo del conocimiento académico, y la evaluación de la salud de los arrecifes.

Tabla 14

¿Bajo qué entidades(es) usted llevó a cabo la(s) investigación(es)?						
	Universidad	Empresa privada	Organización no gubernamental	Propiedad intelectual	Dependencia gubernamental	ONG
Investigador 1			X			Fideicomiso de Conservación
Investigador 2		X				
Investigador 3					X	
Investigador 4		X	X		X	
Investigador 5	X					
Investigador 6					X (Gobierno federal)	
Investigador 7	X		X		X	Sociedad Ambiente Marino

De todos los investigadores sólo uno de ellos manifestó que no continuaría investigando en el 2008 en el área de estudio. Los demás manifestaron su intención de proseguir las investigaciones.

Por los montos presupuestados y gastados en el 2007, y los presupuestos para el año 2008, se puede asumir que en los próximos años el monto comprometido para la investigación permanecerá en los niveles observados en el 2007 (ver Tabla 15).

Tabla 15

Investigaciones en el Ecosistema			
Investigadores	Gastado 2006	Presupuesto Actual 2007	Presupuesto 2008
Investigador 1	\$40,000	75,000	0
Investigador 2	30,000	30,000	30,000
Investigador 3	0	90,000	0
Investigador 4	35,000	120,000	250,000
Investigador 5	2,000	8,200	4,000
Investigador 6	10,000	10,000	500,000
Investigador 7	47,000	595,558	200,653
Total	\$164,000	\$928,758	\$984,653

Estos niveles de gastos en proyectos de investigación implican un flujo futuro y perpetuo de dinero hacia el área de estudio. El gasto en investigación genera un valor anual del recurso como medio de investigación de \$928,758.⁴⁹

5.9 Conclusiones del ejercicio de valoración

Los valores estimados para el área de estudio se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 16

Valor del Ecosistema 2007	
Valores Estimados	Valor Anual
Valor Pesca Artesanal	\$454,367
Valor Pesca Ornamental	\$0
Valor Usuarios	\$192,027,166
Valor de Protección	\$531,548
Valor de educación e investigación	\$928,758
Valor Existencial	\$305,555,937
Valor Futuro	\$192,535,517
Valor Heredable	\$210,258,467
Valor Bio-Diversidad	\$190,885,562
Total	\$1,093,177,322

El valor total obtenido es un valor mínimo de lo que puede valer el recurso a futuro, ya que éste puede incrementar su valor a medida que aparezcan nuevos usos, que

⁴⁹ El valor presente de los gastos anuales en investigación se estiman usando el modelo de Gordon. La tasa de descuento utilizada es el rendimiento de los bonos del tesoro a 30 años de 4.658% por ser esta la tasa de más largo plazo disponible. Valor presente= $928,758.00/0.04658 = \$19,938,986.69$

investigaciones descubran nuevas medicinas o aplicaciones, que cambie la demanda por uso de los recursos, etc.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, se obtuvo un valor de **\$1.1 miles de millones** de los recursos naturales bajo estudio, comprendidos en el área de Fajardo, el Arrecife Cordillera, Vieques y Culebra y las áreas circundantes. Los siguientes son los hallazgos principales:

- Los valores pasivos representan el 82.3% del valor total del área bajo estudio.
- Dentro de éstos, el valor existencial es el más alto (30% del total).
- El combinado de los valores de uso representa el 17.6% del total.
- El valor del uso de botes fue el valor de uso más alto (17.3% del total).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los arrecifes de coral y ambientes asociados aportan a la economía de Puerto Rico, particularmente en el sector turístico y recreativo. Además, proveen una serie de funciones sistémicas y protegen la vida y la propiedad costera. La tabla siguiente resume el valor económico total del ecosistema estudiado.

Valor del Ecosistema 2007	
Valores Estimados	Valor Anual
Valor Pesca Artesanal	\$454,367
Valor Pesca Ornamental	\$0
Valor Usuarios	\$192,027,166
Valor de Protección	\$531,548
Valor de educación e investigación	\$928,758
Valor Existencial	\$305,555,937
Valor Futuro	\$192,535,517
Valor Heredable	\$210,258,467
Valor Bio-Diversidad	\$190,885,562
Total	\$1,093,177,322

Sin embargo, estos recursos se encuentran en continuo deterioro, principalmente por las prácticas inadecuadas en el uso del territorio y por las actividades turísticas y recreativas que ocurren en el área, carentes de controles adecuados. Durante el estudio se encontraron factores que pueden afectar el manejo adecuado de estos recursos, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- (1) existe desconocimiento en la población general sobre la importancia de los arrecifes de coral y la interconexión con los demás recursos costeros;
- (2) existe desconocimiento en la población sobre lo que constituyen prácticas turísticas y recreativas perjudiciales para los recursos;
- (3) se desconoce con certeza la extensión y condición de estos recursos;
- (4) la información sobre investigaciones e investigadores sobre los recursos se encuentra dispersa; y
- (5) en el País existe legislación y reglamentación para la protección de estos recursos, sin embargo la implantación de los mismos no ha sido adecuada.

Basado en el análisis de los usos, usuarios y amenazas y en el ejercicio de valoración, se identificaron una serie de recomendaciones que se representan en dos temas principales: Recomendaciones de Manejo y Recomendaciones de Financiamiento.

RECOMENDACIONES DE MANEJO

Establecimiento de zonas de vedas de pesca permanentes

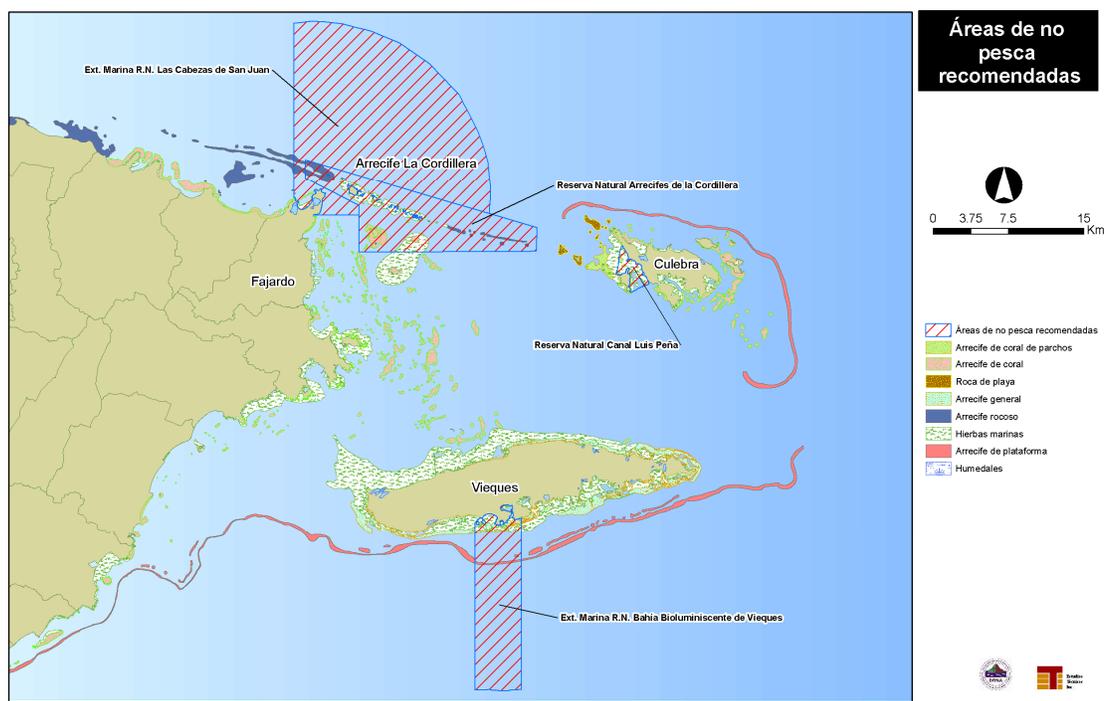
Como se señala en la sección de Pesca Comercial, la pesquería de arrecifes de coral ha mermado drásticamente durante las últimas décadas. Aún cuando la reducción en la cantidad reportada en los desembarcos pueda deberse a diversos factores externos al ecosistema, se han documentado signos típicos de sobre-pesca, como la reducción en biomasa y en la captura por unidad de esfuerzo.

Ante este panorama, el establecimiento de zonas de veda permanente a la pesca supone una solución que ha demostrado ser efectiva en otros países. Las áreas marinas protegidas con prohibiciones de pesca pueden influir en el rendimiento económico de la actividad pesquera a través de su efecto en el total de capturas, el precio del pescado y los costos de la pesca (Ansuategi, et al. 2006). La veda permite que los peces, moluscos y crustáceos, se desarrollen. Una vez en su etapa adulta, éstos emigran a las áreas donde la pesca está permitida. Por lo tanto, los pescadores se benefician, ya que la captura y el tamaño de la especie aumentan. Además, aumenta la producción de huevos y larvas.

Las zonas de veda a la pesca pueden ser utilizadas como parte de una serie de medidas para conservar la biodiversidad de la vida marina, al proteger el recurso de prácticas pesqueras insostenibles. Esta medida representa un mecanismo para que los pescadores sean parte del manejo de los recursos, como ha ocurrido en la Reserva Natural Canal Luis Peña (RNCLP). En este lugar, la propia Asociación de Pescadores fue uno de los promotores de la designación del área como reserva, y de la implantación de la veda a la pesca.

En el área de estudio existen cuatro Reservas Naturales con extensiones marinas de las que en sólo una (RNCLP) la pesca o extracción está prohibida. Por lo tanto, se recomienda que se designen como zonas de no extracción las extensiones marinas de las siguientes áreas naturales protegidas:

- Reserva Natural Arrecifes La Cordillera
- Reserva Natural Cabezas de San Juan
- Reserva Natural Bahía Bioluminiscente de Vieques



La Ley Número 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada, conocida como la Ley de Pesquerías de Puerto Rico, faculta al Secretario del DRNA a establecer vedas de pesca. Estas prohibiciones son decretadas si el Secretario entiende que existe información científica que respalda tal determinación para la protección de la salud pública o para la restauración de una pesquería.

Aumentar significativamente las penalidades para violaciones a las leyes ambientales.

Como se mencionó previamente, existe un amplio marco legal y reglamentario para la conservación de estos recursos. Sin embargo, hay problemas en la implantación lo que ha resultado en la degradación progresiva de los mismos. Aumentar las penalidades es importante por su efectividad disuasiva. Las penalidades deben ser lo suficientemente altas como para causar daño económico severo a los infractores.

Estudio de caracterización y zonificación del área

Se recomienda que se lleve a cabo un estudio sobre evaluación, delimitación y análisis de los usos en los hábitáculos marinos del área, similar al que se realizó para la Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera. De esta manera, se pueden establecer estrategias de manejo adecuadas y certeras para conservar y mantener la integridad de sus recursos. Se recomienda la preparación de diferentes mapas que identifiquen los hábitáculos béticos del área y su condición actual.

Vigilancia y supervisión del ecosistema

La vigilancia y el mantenimiento de la zona requieren de un número suficiente de vigilantes preparados en materias ecológicas, que puedan implantar las directrices del DRNA. Además, es necesario que se doten de los equipos que permitan movilizar al personal y realizar la vigilancia, para que las normas no queden en el papel y puedan ser implementadas efectivamente.

Establecer límites en el acceso a las áreas más sensitivas

En el estudio se identificó el uso intenso de algunas áreas de importancia natural como es el caso de Arrecifes La Cordillera. Actualmente, el uso en el área principalmente por bañistas y nautas y no hay no tiene controles o parámetros establecidos, lo que ha estado deteriorando el ecosistema. En respuesta a esto se ha identificado la necesidad de limitar el control de acceso a las zonas designadas como Reserva para evitar la congestión de visitantes. Para esto, es necesario hacer

un análisis del nivel de población que puede soportar el área sin que sufra un impacto negativo. Además, se recomienda que se determine el límite de cambio aceptable, particularmente en las áreas naturales protegidas. Los límites de cambio aceptable deben tener en cuenta el rendimiento sustentable de productos naturales, como por ejemplo de la pesca, de manera que se asegure que no habrá sobrepesca en las áreas en que esté permitida esta actividad.

Colocación de boyas

Las boyas deberán ser utilizadas para la demarcación de los canales de navegación, zonas protegidas, zonas de veda, y otras boyas marcadoras que informen a los visitantes, de manera de que las zonas que presentan daños puedan ser aisladas y preservadas mientras se restaura el ecosistema.

Promover prácticas turísticas sostenibles entre lo usuarios

Con el propósito de asegurar la sostenibilidad de los recursos, se recomiendan modificaciones a las prácticas recreativas y turísticas. Por ejemplo, a aquéllos visitantes del área de La Cordillera se les debe prohibir dejar la basura, así como en otras áreas remotas o que no cuenten con instalaciones. Además, se recomienda que en las áreas marinas protegidas se prohíba el uso de motoras acuáticas.

Programas permanentes de restauración y monitoreo

El DRNA debe establecer un programa continuo de restauración de las zonas dañadas del coral, de las hierbas marinas y de los manglares, de manera de que se preserve a futuro el ecosistema. Esto requiere de un gran esfuerzo por parte del DRNA pero se puede lograr al unirlo a programas educativos y proyectos de investigación sobre la restauración del coral.

Para esto, primero es necesario identificar las áreas que requieren restauración. Es importante que el DRNA se convierta en un promotor de proyectos de investigación y de educación en el área, ya que estos incrementan el conocimiento del público y de la importancia del ecosistema como recurso natural.

Implantar un sistema de acceso para los botes que quieran visitar el área

Para los botes que son arrendados (charters) se recomienda que se utilice el mismo mecanismo recomendado para la RNCLP, donde los proveedores de servicios recreativos pueden utilizar el área con permisos especiales otorgados por el DRNA y el grupo de manejo. Parte del cobro de servicios deberá ir al manejo de la reserva. Además, de esta manera el oficial de manejo podrá tener un mejor control sobre la cantidad de usuarios que visitan el área.

Programa de educación

Se recomienda un programa continuo de información para los visitantes al área y el establecimiento de casetas de información. El mismo deberá incluir normas especiales de conducta que reduzcan al mínimo el daño al ecosistema. Estas normas deben ser provistas a los visitantes en marinas playas, hoteles y hospedajes así como en negocios y comercios en la zona.

RECOMENDACIONES DE FINANCIAMIENTO

Implementar un impuesto ambiental para financiar un pequeño fondo para el mantenimiento de los recursos naturales del Este de Puerto Rico.

En principio, dicho impuesto debería grabar el uso, o consumo, de los recursos naturales del área bajo estudio. Esto significaría implementar un impuesto al consumo de los usos de los recursos naturales bajo análisis. De implementarse, el impuesto debería ser proporcional al excedente del consumidor por persona. Por ejemplo, y a estricto modo ilustrativo, si el DRNA determinase que necesita \$15 millones anualmente para financiar la protección de los recursos del área, podría utilizar el excedente del consumidor para determinar un gravamen de la siguiente manera:

1. Utilizar el promedio de los excedentes del consumidor, \$375 a base de los cuatro usos (\$47 dólares sin el uso de botes), y grabar, por ejemplo, el 8%

del promedio del excedente del consumidor generando así \$30.2 por persona para todos los usos (\$3.80 por persona excluyendo el uso de botes).

- Como las personas mayores de 18 años en Puerto Rico en el 2006 fueron 2,909,117, de los cuales se estimó que 506,186 eran usuarios, entonces, en teoría, el gravamen del 8% del promedio del excedente del consumidor podría generar lo siguiente:

Recaudos estimados a base del gravamen del 8% sobre el promedio del excedente del consumidor de los usos en el área de estudio		
	Promedio del excedente del consumidor	
	Con uso de botes	Sin uso de botes
Usuarios solamente	\$15,193,184	\$1,917,839
Todos los mayores de 18	\$87,317,147	\$11,022,062

- De esto se desprende que, en teoría, el 8% del promedio del excedente del consumidor, pagado únicamente por los usuarios de los recursos bajo estudio, bastaría para financiar el fondo para la preservación de los corales. Por otro lado, como proporción del consumo total de Puerto Rico (\$49,579.4 millones en 2006) (Informe Económico al Gobernador, 2006), las cantidades expuestas anteriormente son mínimas. Esto representaría el gravamen necesario al consumo general para generar los recursos necesarios:

Impuesto al consumo general para generar los recaudos necesarios para financiar el fondo para la conservación del área bajo estudio			
		Promedio del excedente del consumidor	
		Con uso de botes	Sin uso de botes
Número de personas	Usuarios solamente	0.03%	0.00%
	Todos los mayores de 18	0.18%	0.02%

En la práctica, el costo de implementar un gravamen al consumo de los usos en el área de estudio podría ser alto. Por esta razón, sería más fácil y más directo implementar un impuesto al consumo general del 0.03%, lo cual debería general alrededor de \$15.2 millones, que, bajo los supuestos de este ejercicio, sería suficiente para financiar el fondo. En la práctica, la implementación de un impuesto

de este tipo requeriría, primero, saber exactamente cuánto es el monto anual necesario para financiar el fondo y, luego, determinar el gravamen exacto.

Incorporar a los turistas y usuarios en la protección y manejo del área

La mayor cantidad de usuarios del área de estudio practican actividades recreativas y turísticas. Por lo tanto, es recomendable buscar maneras para incorporar estos usuarios en el manejo y protección de las áreas marinas protegidas.

Por ejemplo, en Bonaire, se buscó el apoyo del turismo para el financiamiento del manejo de un parque marino, mediante la implantación de un cargo de admisión para bucear en el mismo.⁵⁰ En este lugar, los buzos pagan un cargo de admisión en la tienda de buceo, dinero que es transferido al parque para cubrir los salarios, las actividades de investigación y monitoría, educación a la comunidad, mantenimiento de las boyas de anclaje, equipo y vigilancia. Este parque es una de las muy pocas áreas marinas protegidas en el mundo que son completamente autosuficientes en su financiamiento, debido al aporte del turismo.

Además, se aprovecha la oportunidad para incorporar un componente educativo, ya que los buzos reciben orientación especial y educación sobre los códigos de conducta esperados en el parque antes de ir al agua. Dicha orientación ha sido bien recibida por los turistas, por entender que forma parte del programa de protección mediante el cargo que han pagado.

⁵⁰ Estudio de caso tomado del Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano. “El Parque Marino de Bonaire, Antillas Holandesas”. Según K. De Meyer, en *Tourism Focus* Núm. 9, 1997.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ansuategi, A. & Escapa, M. (2006). "Las áreas marinas protegidas como instrumento de política ambiental". Cuaderno Económico de Información Comercial Española. N.º 71: Recuperado de la red cibernética: [<http://www.revistasice.com/RevistasICE/CICE/>].
- Arrow, K., et al. (1993). "Report of the NOAA Panel on Contingency Valuation". Federal Register 58 1993. pp 4601-4614.
- Beller, W., Casellas, M.A., Cerame Vivas, M.J., Duffy, L., Elkoury, J., Ferrer, M.A., Gelabert, P.A., González Liboy, J.A., Hernández Ávila, M., Maldonado, N., Matos, C.A., Mignucci, A., Pantojas García, E., Rigau, J.A., Tacher Roffe, M. y Zalacaín, F. (1999). Puerto Rico y el Mar-1999: Programa de acción para asuntos marinos. Informe al Gobernador. San Juan, Puerto Rico.
- Causey, B., Delaney, J., Díaz, E., Dodge, D., García, J. et. al. (2002). Status of Coral Reefs in the US Caribbean and Gulf of Mexico: Florida, Texas, Puerto Rico, U.S. Virgin Islands and Navassa.
- Cesar, H. (2002). "Economic Valuation of Coral Reefs of Hawaii." Final Report. CEEC.
- Cesar, H et al. (nd). "Economic Valuation and Socioeconomics of Coral Reefs: Methodological Issues and Three Case Studies" WorldFish Center, Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Contr. No. 1721
- Cesar, H. (2000). "Coral Reefs: Their Functions, Threats and Economic Value." Collected Essays on the Economics of Coral Reefs. CORDIO, Department for Biology and Environmental Sciences, Kalmar University, Sweden, 2000. pp 14-39.
- Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral (2007). Plan de Manejo de la Reserva Natural Canal de Luis Peña. Borrador, marzo 2007.
- Chong Jo, "Protective Values of Mangroves and Coral Ecosystems: A Review of Methods and Evidence". IUCN, The World Conservation Unit. Jan 7 2005.
- CSA Group. (2005). Evaluación, delimitación y análisis de los usos en las habitáculos marinos dentro de la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera.
- Constanza et al. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2005). Plan de Manejo para la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera. Borrador.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2007, 5 de octubre). "Lista de permisos de mercadeo de peces de acuario".
- DRNA & NOAA (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004). Reglamento para regir la extracción, excavación, remoción y dragado de los componentes de la corteza terrestre. Reglamento 6916.
- Díaz, E. y Dragoni, A. (1999). Cálculos no oficiales basados en datos del Borrador del Inventario Nacional de Humedales y cómputos propios de áreas naturales protegidas. (PMZC, T 1.2).

- Edwards, A., Gomez, E. "Reef Restoration, Concepts & Guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty."2007. [www.geocoral.org].
- Fonseca, M. et al. (1996). "Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the United States and Adjacent Waters". NOAA's Costal Ocean Program, Decision Analysis Series No. 12.
- García, J. et al. (2005). The State of Coral Reef Ecosystems of the Commonwealth of Puerto Rico.
- H. Cesar (ed). (2000). Collected Essays on the Economics of Coral Reefs. CORDIO, Kalmar University, Sweden. p. 14-39.
- Hernández, E. (2002). Long-term Coral Reef Ecological Change Monitoring Program of the Luis Peña Channel Marine Fishery Reserve, Culebra Island, Puerto Rico: I. Status of the coral reef epibenthic communities (1997-2002).
- Hernández E. et al. (2002). Status of the shallow-water sea grass communities and conch populations within the Luis Peña Channel Marine Fishery Reserve, Culebra Island Puerto Rico. Tech Report Submitted to the Caribbean Fishery management Council NOAA. San Juan P.R. 54pp. +App.
- Hernández, E. (2003a). Coral Reef Ecological Change Long-Term Monitoring Program of the Luis Peña Channel No-Take Natural Reserve, Culebra Island, Puerto Rico: I. Status of the coral reef epibenthic communities (1997-2003).
- Hernández, E., Lucking M.A. & González, R.L. (2003b). Ecological impacts of private pier structure and operation on seagrass communities in Fulladosa Cove Culebra, Puerto Rico.
- Hernández, E. & Rosado, B. (2003c). Suplemento Técnico al Plan de Manejo para la Reserva Natural Canal Luis Peña, Culebra, Puerto Rico.
- Hernández, E. (2004). Análisis del Estado de los recursos y de la situación ambiental actual de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, P.R.
- LeGore Environmental Associates, Inc. (2006). Puerto Rico Marine Ornamental Fishery Evaluation. Phase II: Wild Population Assessments.
- Lyliestrom, C. (2007). "Estadísticas de Pesca en Puerto Rico." Programa de Manejo de la Zona Costanera: Los primeros 25 años. p.30-31.
- Matos, C., Díaz E. y García J. (2000). "Puerto Rico's Coral Reefs- Status and Trends Report-2000" A report to the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ed.). San Juan, Puerto Rico: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Página Cibernética de Reef Ball Foundation: Recuperado en línea: [http://www.reefball.org/pricing.htm].
- Pham Khanh Nam and Tran Vo Hung Son. "Recreational Value of the Coral Surrounding the Hon Mun Islands in Vietnam: A travel Cost and Contingent Valuation Study". WorldFish Center. Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Pg 84-103
- Programa de Educación en Recursos Acuáticos. Boletín Oficial del Programa de Educación en Recursos Acuáticos (PERA). Edición Nov.-Feb. Vol. IX Número II.

Programa de Arrecifes de Coral. (2007). Las praderas de yerbas marinas en la Reserva Natural de los Arrecifes de la Cordillera, Fajardo. (Folleto educativo).

Puerto Rico Coral Reef Initiative 1999-2004.

Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano. (2003). "Principios de Manejo para las áreas marinas protegidas". Manual.

Rodríguez, R. (1996). "Sand and Gravel Resources of Puerto Rico". U.S. Geological Survey.

USFWS. (2006). Borrador del plan abarcador de conservación y declaración de impacto ambiental para el refugio nacional de vida silvestre de Vieques.

Vicente, V. "Litoral Ecological Stability and Economic Development". Science-Ciencia. Vol. 16. Num. 2 pp 279-280.

PERSONAS Y GRUPOS CONSULTADOS

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

- Dr. Craig Lilyestrom, Director, División de Recursos Marinos
- Ernesto L. Díaz Velásquez, Administrador
- Héctor Horta, Oficial de Manejo, Reserva Natural Arrecifes La Cordillera y Canal Luis Peña
- Daniel Matos, Laboratorio de Investigaciones Pesqueras
- Sr. Julio Toro, Director de la División de Corteza Terrestre del DRNA
- Aileen T. Velázco Domínguez, Programa de Arrecifes de Coral

Otros catedráticos, consultores e investigadores consultados

- Dra. Graciela Moliner, *Caribbean Fishery Management Council*
- Dr. Vance Vicente, Consultor, Vicente & Asociados
- Dra. Ávida Ortiz, Consultora, Consultores Educativos Ambientales
- Dr. Oscar Díaz, pasado Oficial de Manejo del Refugio de Vida Silvestre de Vieques
- Dr. Antonio L. Ortiz, Catedrático Asociado, UPR-Aguadilla, Presidente de Reefscaping, Inc., (787)383-7936
- Dra. Ilsa Sanders, Universidad de Puerto Rico, Aguadilla
- Dr. Edwin Hernández, Grupo de Investigación en Arrecifes de Coral
- Dr. Ernesto Otero, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dr. Jorge García Saíz, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dra. Lisamarie Carrubba, Programa Sea Grant
- Dr. Manuel Valdez Pizzini, Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral
- Dr. Miguel Sastre, Universidad de Puerto Rico, Humacao
- Samuel Suleiman, Sociedad Ambiente Marino