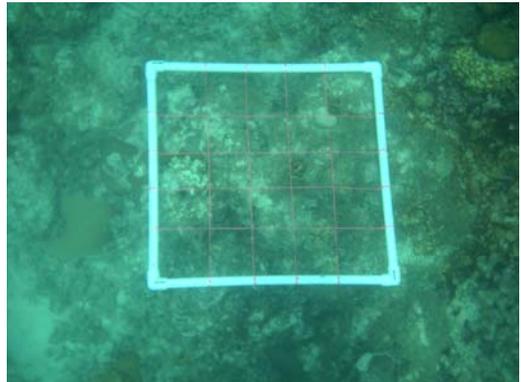


# EVALUACIÓN, DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS USOS EN LOS HABITÁCULOS MARINOS DENTRO DE LA RESERVA NATURAL ARRECIFES DE LA CORDILLERA

---



## INFORME FINAL

PREPARADO PARA:



PREPARADO POR:



SAN JUAN, PUERTO RICO  
FEBRERO 2005 (REV.)

# TABLA DE CONTENIDO

---

---

<b>1.0</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.0</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>13</b>
2.1	TRASFONDO HISTÓRICO Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS .....	14
2.2	AMBIENTE NATURAL Y GEOGRÁFICO .....	16
2.2.1	Localización .....	16
2.2.2	Climatología.....	18
2.2.3	Oceanografía.....	20
2.2.4	Geología.....	21
2.2.5	Fauna .....	22
2.2.6	Flora .....	23
2.2.7	Comunidades Marinas .....	23
2.3	IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	25
<b>3.0</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4.0</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
4.1	REVISIÓN DATOS Y MAPAS EXISTENTES.....	29
4.1.1	Mapas Bénticos NOAA.....	30
4.1.2	Suplemento Técnico Plan de Manejo de La Reserva Natural La Cordillera.....	30
4.1.3	Índices de Sensitividad Ambiental NOAA .....	30
4.2	REVISIÓN DE LITERATURA CIENTÍFICA.....	31
4.3	CARTA NÁUTICA NOAA .....	31
4.4	FOTOGRAFÍAS AÉREAS .....	32
4.5	ENTREVISTAS DE CAMPO .....	32
4.5.1	Pescadores Comerciales .....	32
4.5.2	Operadores de Tiendas de Buceo y Actividades Recreativas .....	33
4.5.3	Otras Fuentes de Información .....	34
4.6	VALIDACIÓN DE CAMPO.....	34
<b>5.0</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
5.1	COMUNIDADES MARINAS Y ECOSISTEMAS BÉNTICOS .....	37
5.1.1	Palominos/Palominitos .....	37
5.1.2	Cayo Lobos .....	41
5.1.3	Cayo Icacos .....	45
5.1.4	Cayo Diablo .....	49
5.2	UTILIZACIÓN ACTUAL DE LAS ISLAS Y CAYOS DE LA CORDILLERA .....	53
5.2.1	Palominos/Palominitos .....	53
5.2.2	Cayo Lobos .....	57
5.2.3	Cayo Icacos .....	60

5.2.4	Cayo Diablo .....	63
<b>5.3</b>	<b>MAPAS DE UTILIZACIÓN PROPUESTA.....</b>	<b>66</b>
5.3.1	Palominos y Palominitos .....	66
5.3.2	Cayo Lobos.....	69
5.3.3	Cayo Icacos.....	72
5.3.4	Cayo Diablo.....	75
<b>6.0</b>	<b>CONCLUSION Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>7.0</b>	<b>PERSONAL PARTICIPANTE - CSA .....</b>	<b>87</b>
<b>8.0</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>88</b>
	<b>APENDICES .....</b>	<b>90</b>

**APENDICES A**

- Definiciones de los Diferentes Ecosistemas Marinos Clasificados en el Área de La Cordillera

**APENDICE B**

- Información sobre Instalación de Boyas

**APENDICE C**

- Boya Propuesta para Área de Protección de Hábitat

**APENDICE D**

- Documentación Fotográfica

## LISTADO DE TABLAS

---

	Página
Tabla 5-1-1 - Área de comunidades bénticas y tipos de fondo para Palominos / Palominitos	38
Tabla 5-1-2 - Área de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Lobos	42
Tabla 5-1-3 - Área de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Icacos	46
Tabla 5-1-4 - Área de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Diablo	50

## LISTADO DE DIAGRAMAS

---

	Página
Diagrama 5-1-1 - Distribución (%) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Palominos / Palominitos	39
Diagrama 5-1-2 - Distribución (%) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Lobos	43
Diagrama 5-1-3 - Distribución (%) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Icacos	47
Diagrama 5-1-4 - Distribución (%) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Diablo	51

## LISTADO DE FIGURAS

---

---

	Página
Figura 1 - Carta Náutica	17
Figura 2 - Mapa de Habitáculos Bénticos, Palominos / Palominitos	40
Figura 3 - Mapa de Habitáculos Bénticos, Cayo Lobos	44
Figura 4 - Mapa de Habitáculos Bénticos, Cayo Icacos	48
Figura 5 - Mapa de Habitáculos Bénticos, Cayo Diablo	52
Figura 6A - Mapa de Utilización Actual, Palominos y Palominitos	55
Figura 6B - Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos, Palominos y Palominitos	56
Figura 7A - Mapa de Utilización Actual, Cayo Lobos	58
Figura 7B - Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos, Cayo Lobos	59
Figura 8A - Mapa de Utilización Actual, Cayo Icacos	61
Figura 8B - Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos, Cayo Icacos	62
Figura 9A - Mapa de Utilización Actual, Cayo Diablo	64
Figura 9B - Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos, Cayo Diablo	65
Figura 10A - Mapa de Utilización Propuesta, Palominos y Palominitos	67
Figura 10B - Mapa de Utilización Propuesta y Habitáculos Bénticos, Palominos y Palominitos	68
Figura 11A - Mapa de Utilización Propuesta, Cayo Lobos	70

Figura 11B - Mapa de Utilización Propuesta y Habitáculos Bénticos, Cayo Lobos	71
Figura 12A - Mapa de Utilización Propuesta, Cayo Icacos	73
Figura 12B - Mapa de Utilización Propuesta y Habitáculos Bénticos, Cayo Icacos	74
Figura 13A - Mapa de Utilización Propuesta, Cayo Diablo	76
Figura 13B - Mapa de Utilización Propuesta y Habitáculos Bénticos, Cayo Diablo	77

## **LISTADO DE DOCUMENTACION FOTOGRAFICA - APENDICE D**

---

		Página
Foto 1A	- Embarcación SEA GYPSI.	35
Foto 2A; 2B	- Andamio flotante e instalación sistema de GPS.	35
Foto 3A	- Técnica de transectos para determinar por ciento de cobertura lineal.	36
Foto 3B	- Técnica de cuadrillas para determinar por ciento de cobertura lineal y densidad.	36
Foto 1 -2	- Área de bañistas, Isla de Palominos. Vista al noreste y sudeste.	103
Foto 3	- Embarcación de buceo localizada al oeste de la Isla de Palominos utilizando sistema de boya de anclaje.	104
Foto 4	- Boya de anclaje ubicada en las aguas cercanas a la costa de la Isla de Palominos.	104
Foto 5	- Motora acuática en las aguas cercanas a la costa de la Isla de Palominos y el Cayo Palominitos. Vista al oeste.	105
Foto 6	- Área del Cayo Palominitos. Vista al este.	105
Foto 7	- Zona de yerbas marinas en Isla de Palominos. Vista al noreste.	106
Foto 8	- Facilidades del Hotel El Conquistador en la Isla de Palominos. Área de bañistas y zona de yerbas marinas. Vista al sudeste.	106
Foto 9 - 10	- Anclaje sobre praderas de yerbas marinas en la Isla de Palominos.	107
Foto 11-12	- Vista de Cayo Diablos. Área restringida por el DRNA.	108

Foto 13	-	Vista de Cayo Lobos. Cayo Lobos es uno de los pocos cayos privados en Puerto Rico. Al fondo estructuras existentes construidas por propietarios del Cayo.	109
Foto 14	-	Pradera de yerbas marinas con cicatriz (impacto) creada por embarcación en el área de Cayo Icacos. Vista al este.	109
Foto 15-16	-	Embarcaciones en el área de Cayo Icacos.	110
Foto 17	-	Embarcación anclada en la orilla de Cayo Icacos.	111
Foto 18	-	Área de bañistas en Cayo Icacos. Vista al norte.	111
Foto 19	-	Vista de la Isla de Palominos desde la Villa Pesquera de Las Croabas.	112
Foto 20	-	Velero en área de Cayo Icacos. Vista al sur.	112
Foto 21	-	Arrecife de Cora al sur de Cayo Diablo.	113
Foto 22	-	Arrecife de coral al sudeste del Cayo Palominos.	113
Foto 23	-	Arrecife de coral ( <i>M. annularis</i> ) en el área de Cayo Lobos.	114
Foto 24	-	Arrecife de Coral al oeste de la Isla de Palominos.	114
Foto 25-26	-	Actividad de buceo y “snorkeling” en el área de los Cayos de La Cordillera.	115
Foto 27-28	-	<i>D. dalmatinum</i> observada cercana a la orilla al sur de Cayo Icacos.	116
Foto 29	-	Lecho marino al norte de la Isla de Palominos.	117
Foto 30	-	Pradera de yerba marina ( <i>T. testudinum</i> ) al oeste de la Isla de Palominos.	117
Foto 31	-	Vista de boya de anclaje desde el fondo del mar hacia la superficie. Área de Cayo Icacos.	118

Foto 32	-	Soga utilizada para el sistema de boyas de anclaje. Área de Cayo Icacos.	118
Foto 33-34	-	Sistema de boyas de anclaje establecido sobre pradera de yerba marina y asociado de algas.	119
Foto 35	-	Área de pradera de yerba marina ( <i>S. filiforme</i> ) con asociado de algas localizada al oeste de la Isla de Palominos en el área de bañistas frente a las facilidades del Hotel El Conquistador.	120
Foto 36	-	Pradera de <i>S. filiforme</i> impactada por la utilización de anclas.	120
Foto 37-38	-	Pradera de yerba marinas impactadas por la utilización de anclas en el área del Cayo Palominos.	121
Foto 39-40	-	Ancla sobre pradera de <i>S. filiforme</i> en área del Cayo Palominitos.	122
Foto 41	-	Ancla sobre fondo rocoso no colonizado. Cayo Palominitos.	123
Foto 42	-	Ancla sobre fondo arenoso. Cayo Icacos.	123
Foto 43-44	-	Corales dispersos impactados al este del Cayo Palominitos.	124
Foto 45-46	-	Ejemplo de desperdicios sólidos observados en Cayo Icacos, Isla de Palominos, Cayo Palominitos y Cayo Lobos.	125
Foto 47	-	Área recomendada como zona para protección especial por la abundancia de <i>P. porites</i> .	126

## 1.0 RESUMEN EJECUTIVO

---

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) ha propuesto la preparación de mapas de hábitáculos bénticos, mapas de utilización de recursos naturales y usos recomendados para el área de la Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera (La Cordillera), localizada al este de la costa del Municipio de Fajardo. La Cordillera consiste de unas formaciones geológicas orientadas en un patrón noroeste a sudeste entre las cuales se destacan: Las Cucarachas, Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratones, Cayo Lobos, La Blanquilla, y Cayo Diablo, Arrecife de Los Hermanos y Arrecife de Los Barriles, Isla de Palominos y Cayo Palominos. De estos, por su valor recreativo y estético los más utilizados son: Palominos y Palominos, Cayo Icacos, Cayo Diablo y Cayo Lobos.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Identificar y cuantificar los ecosistemas marinos, hábitáculos y comunidades bénticas alrededor de los islotes de Palominos, Palominos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.
2. Identificar las actividades y utilización actual de los recursos marinos en los islotes de Palominos, Palominos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablos.
3. Evaluar la condición actual e identificar áreas impactadas<sup>1</sup> en los islotes de Palominos, Palominos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablos.
4. Identificar recomendaciones para acciones de manejo adecuadas en pro de la conservación, buen uso y preservación de los recursos marinos en los islotes de Palominos, Palominos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.

---

<sup>1</sup> Áreas que han sido o están siendo dañadas, perturbadas y/o alteradas por las diferentes actividades humanas, tales como, pero sin limitarse a: sobre pesca, desecho de desperdicios sólidos no-peligrosos al mar, anclaje indebido sobre áreas de praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral, laceraciones por hélices de embarcaciones y motoras acuáticas debido a la navegación en áreas llanas sobre ecosistemas sensitivos, impactos por cascos de embarcaciones en arrecifes de coral y actividades de buceo irresponsable, entre otras cosas.

Para la creación de los respectivos mapas béticos, mapas de utilización de recursos y recomendaciones de manejo fue necesario la utilización de diferentes técnicas, recursos y fuentes de información. Entre estos fue necesario la revisión de datos y mapas existentes, revisión del Suplemento Técnico para el Plan de Manejo de la Reserva Natural de La Cordillera, revisión de los índices de sensibilidad de la NOAA, revisión de fotos aéreas, entrevistas de campo, entre otros. Una vez analizada e integrada la información existente esta fue validada mediante estudios de campo.

Los resultados fueron divididos en tres (3) secciones principales: (1) comunidades marinas y ecosistemas béticos, (2) usos actuales de los recursos marinos y (3) recomendaciones de manejo y utilización.

## 2.0 INTRODUCCION

---

Los trabajos realizados para la creación de mapas béticos, mapas de utilización de recursos y usos recomendados están orientados a la conservación de los recursos naturales y mejoramiento del ambiente para el área de la Reserva Natural de La Cordillera. Este trabajo ayuda a fomentar esfuerzos que impidan y eliminen daños a los diversos ecosistemas asociados a esta Reserva Natural, así como proteger y conservar el patrimonio natural de Puerto Rico mediante el cuidado de las bellezas naturales y áreas ecológicas de gran importancia.

Estos mapas tienen como propósito el servir de herramienta para prevenir y controlar impactos adversos, y utilizar eficientemente los recursos acuáticos de esta reserva. De esta forma se aspira a mantener una interrelación balanceada entre el desarrollo económico, la calidad ecológica de la zona y la sabia utilización de los recursos naturales; protegiendo así la economía, turismo, apariencia y valor ecológico del recurso.

El área de La Cordillera no se encuentra exenta de la contaminación e impactos negativos causados por la gran cantidad de personas que la visitan. Algunos de los cayos de esta Reserva Natural en ocasiones no son utilizados adecuadamente debido a la falta de educación y conocimiento de parte de los visitantes. Esta falta de conocimiento lleva a que algunos usuarios piensen que la inmensidad oceánica es capaz de absorber o reciclar toda la basura y amortiguar impactos negativos sin que los mismos se reflejen en un futuro. Dada estas circunstancias, CSA Group, Inc (CSA) en conjunto con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), han desarrollado mapas béticos, mapas de utilización de recursos y usos recomendados para las islas, cayos e islotes que componen la Reserva Natural de La Cordillera

Este trabajo representa una tendencia moderna de protección a la naturaleza y el equilibrio en el medio ambiente humano, enfocándose principalmente desde un punto de vista de concientización y acción. Por lo tanto, enfatizamos la prevención de daños a La Cordillera mediante la utilización de métodos de control. Cuando se altera la naturaleza para satisfacer necesidades, se debe de escoger el método que haga el menor daño posible a los organismos vivos y a los sistemas que sostienen la vida. Uno de estos métodos es la protección de los diferentes ecosistemas de las respectivas actividades que se llevan a cabo en la zona, rehabilitar o restaurar las áreas que se han degradado y utilizar los recursos de una manera sustentable, para que de esta forma las personas puedan seguir disfrutando de este preciado lugar. Por estas razones se debe de trabajar en consonancia con la naturaleza y no en contra de ella.

## **2.1    Trasfondo Histórico y Utilización de Recursos**

La Cordillera consiste de unas formaciones geológicas orientadas en un patrón Noroeste a Sudeste entre las cuales se destacan: Las Cucarachas, Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratones, Cayo Lobos, La Blanquilla, y Cayo Diablo, Arrecife de Los Hermanos y Arrecife de Los Barriles, Palominos y Palominitos. De estos los más utilizados por su valor recreativo-estético son Palominos y Palominitos, Cayo Icacos, Cayo Diablo y Cayo Lobos. Para el 1528 ya se le conocía por este nombre a este grupo de cayos e islotes en los derroteros navales de la época (Cardona-Bonet, 1985). Para las décadas del 1810 y 1820, La Cordillera fue transformada en zona de patrullaje de corsarios y piratas, particularmente por corsarios americanos quienes saqueaban buques ingleses y españoles en las aguas circundantes durante la guerra anglosajona del 1812 (Carodona-Bonet, 1985). La primera descripción geográfica de la Cordillera data para el 1890 por Cayetano Coll y Toste donde en parte nos describe lo siguiente:

*“La Cordillera es una cadena de islotes y arrecifes, que principia a 0.75 de milla al N. de Cabo San Juan, extremidad N.E. de Puerto Rico; se extiende hacia E.S.E a unas 11 millas, hasta los Islotes Barriles, los que le terminan por el E. y presenta tres pasas principales...”*

Desde el siglo 19 hasta el 1966 se realizaron extracciones de piedra caliza en Cayo Icacos para ser utilizada en la industria azucarera y construcción. Las islas de La Cordillera hasta el 1965 fueron propiedad del Departamento del Interior de los Estados Unidos de América cuando posteriormente fueron traspasadas al Estado Libre Asociado de Puerto Rico. La Junta de Planificación del Gobierno de Puerto Rico, bajo previa recomendación del Programa de Manejo de la Zona Costanera, designó La Cordillera como Reserva Natural en el 1980; excluyendo las islas de Palominos, Palominitos y Lobos por ser propiedad privada. Actualmente los Islotes proveen recreación a bañistas, nautas, escuelas de buceo, pecadores recreativos y comerciales.

## 2.2 Ambiente Natural y Geográfico

### 2.2.1 Localización

La Cordillera se encuentra localizada a las afueras de la costa este de Fajardo, aproximadamente entre las latitudes  $18^{\circ} 22'$  y  $18^{\circ} 23' 50''$  y las longitudes  $65^{\circ} 31' 15''$  y  $65^{\circ} 36' 15''$ . Las coordenadas de los límites de la Reserva son las siguientes:

- Norte
  - Latitud -  $N18^{\circ} 25'$ ; +/-  $N18^{\circ} 21'$
- Sur
  - Latitud -  $N18^{\circ} 20'$
- Oeste
  - Latitud -  $N18^{\circ} 24'$  ;  $N18^{\circ} 22' 30''$
  - Longitud -  $W65^{\circ} 38'$  ;  $W65^{\circ} 35'$
- Este
  - Longitud -  $W65^{\circ} 25'$

Este sistema se encuentra bañado por el Océano Atlántico al norte, bordeadas por Cayo Largo al sur, el Pasaje de San Juan y Cabo San Juan por el oeste y el Pasaje de Barriles en el este. Todas estas formaciones son accesibles por bote en buenas condiciones del tiempo, desde los pequeños puertos de Las Croabas y marinas privadas en el área de Fajardo y otros municipios cercanos.

Palominos es una isla menor localizada al este de Punta Fajardo. Esta posee un área aproximada de 103.82 cuerdas. Palominos es una de varias islas privadas que existen en Puerto Rico. En la actualidad existe una gran actividad de carácter recreativo en dicha isla. Arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas y especies de costa rocosa son algunos de los atractivos naturales que encontramos en la Isla de Palominos y Palominitos.



El Cayo Icacos se encuentra localizado al este de Fajardo y posee un área aproximada de 162.85 cuerdas. Existe una gran actividad de carácter deportivo y recreativo, tales como, natación, pesca y el buceo recreativo. También en el pasado fue utilizado como área de acampar.

Cayo Lobos cubre un área de aproximadamente 17 cuerdas. En dicho cayo se planificó la construcción de un complejo hotelero cuyas estructuras pueden observarse hoy día. Como parte de dicha iniciativa, se construyó un muro de hormigón con el propósito de controlar la erosión de sus playas. El mismo ha alterado el comportamiento natural de las corrientes en el área, alterando así los patrones naturales de deposición y erosión de arena y sedimentos.

Cayo Diablo constituye el último islote hacia el este de La Cordillera. La ubicación corriente arriba hacen de Cayo Diablo uno de aguas muy claras que le imparten una visibilidad de fondo excepcional. Por su ubicación geográfica, las corrientes oceánicas son fuertes presentando ciertas características faunísticas y florísticas muy particulares. Como por ejemplo, la población existente de La Boa de Islas Vírgenes (*Epicrates monensi granti*), especie en peligro de extinción.

### **2.2.2 Climatología**

El clima en el área de la Reserva Natural de La Cordillera es similar al de la costa este de Puerto Rico y al de la Isla de Culebra. Esta área se encuentra dentro de la zona ecológica clasificada como Bosque Seco Subtropical (Ewel & Whitmore, 1973). Esta zona de vida ecológica cubre aproximadamente el 17.6 por ciento de Puerto Rico y recibe una precipitación promedio anual de 600mm a 1,100mm. La variación en temperatura en el área de La Cordillera es muy pequeña debido a la poca diferencia entre altas y bajas temperaturas de las aguas circundantes (28.0°C en septiembre y 25.5°C en febrero y marzo).

La Cordillera está influenciada por fenómenos naturales, tales como, ondas tropicales, frentes fríos y huracanes, entre otros. Las ondas tropicales ocurren durante los meses de mayo a noviembre. Algunas de estas ondas pueden ser lo suficientemente intensas y lentas en su movimiento de traslación como para producir eventos de lluvias considerables. Estas ondas tropicales se pueden convertir en tormentas tropicales o huracanes, produciendo fuertes vientos, marejadas y lluvias torrenciales.

Durante los meses de noviembre a abril los frentes fríos provenientes del norte, penetran suficientemente hacia el sur produciendo eventos de lluvia. En ocasiones los frentes pueden llegar a cubrir la isla completa, ocasionando lluvias a la mayor parte de esta, incluyendo La Cordillera. El área de La Cordillera también experimenta ocasionalmente fenómenos atmosféricos de trombas marinas. De entrar a tierra, este tipo de fenómenos puede causar daños físicos. Las trombas marinas están asociadas mayormente a ondas tropicales.

Los vientos alisios promueven un régimen casi constante en cuanto a la dirección del viento en esta área. El viento proviene de forma casi invariable del este, entre norte - noreste y sur - sureste. Durante el amanecer la velocidad del viento comienza a incrementar, alcanzando un máximo tarde en la mañana o temprano en la tarde. Este tiene una disminución durante las horas de la tarde. Los vientos máximos promedio ocurren durante el mes de julio. En varias estaciones de la plataforma insular de Puerto Rico se informan vientos máximos secundarios durante los meses de marzo y abril y mínimos durante octubre y noviembre. La dirección del viento prevaleciente en Fajardo es del Este (E) a una velocidad promedio anual de 8.9 millas por hora.

Cambios en el patrón de los vientos pueden surgir como resultado de frentes fríos y ondas tropicales. Debido al movimiento circular del sistema, a medida que el frente de frío se acerca, ocurre paulatinamente un cambio en la dirección del viento. Proviene primero del sur y luego con un cambio

gradual de suroeste, noroeste y luego del noreste. De igual manera, las ondas tropicales y vaguadas traen vientos del este - noreste al frente del sistema y luego cambiando a este - sureste al pasar.

En Puerto Rico, para la estación de verano y el temprano otoño, se alerta para recibir la temporada de huracanes. La Reserva Natural de La Cordillera se encuentra en una zona con una frecuente actividad de huracanes y tormentas tropicales. Entre los años de 1893 a 1998, los pasados diez huracanes más devastadores, han influenciado dicha área, debido a que en su trayectoria han atravesado la costa sudeste de Puerto Rico creando marejadas extraordinarias que propician cambios morfológicos (Moffat & Nichol, 2003). El año 1989 significó un evento histórico, ya que esta Reserva Natural al igual que el resto de Puerto Rico se vio afectados por el paso del Huracán Hugo. Para Cayo Icacos, la mayor de las islas de La Cordillera, los fuertes vientos causaron cambios morfológicos en la costa. La vegetación fue parcialmente devastada y las playas erosionadas (Torres-Rodríguez et al., 1990). Durante la temporada de huracanes del año 2004, el área de La Cordillera se ha visto afectada por otros huracanes como el Huracán Iván, Huracán Francés y la Tormenta Tropical Jeanne.

### **2.2.3 Oceanografía**

En el área de La Cordillera, la visibilidad de fondo se encuentra aproximadamente entre los 12.2 metros a 15.2 metros, excepto durante eventos de fuerte oleaje cuando se reduce a 4.6 metros, aproximadamente (Mckenzie & Benton, 1972). Por lo general la visibilidad se reduce más en el lado de barlovento de los respectivos cayos. Esto debido a la suspensión de sedimentos finos por el oleaje. Según la Estación Meteorológica de Cabo San Juan (1969-70) (Mckenzie & Benton, 1972), el 63% del tiempo las condiciones del mar en el área de Fajardo están bajo calma. El 32% restante se encuentran fuertes. Las mareas

ocurren con una frecuencia de 6 horas y una amplitud promedio de 0.33 metros (1.1 pies).

Las corrientes más conspicuas son las corrientes del Caribe y la rama Antillana de la Corriente Ecuatorial del Norte. Las corrientes que atraviesan los cayos usualmente van en dirección suroeste a una velocidad máxima de 2 nudos (Mckenzie & Benton, 1972). Esta corriente es probablemente generada por el oleaje refractado en dirección a los cayos, el cual rompe al llegar a las aguas llanas del norte de La Cordillera.

#### **2.2.4 Geología**

Las islas menores, cayos e islotes que componen La Cordillera consisten de eolianita oolítica (Kaye, 1959). Las Islas de las Bahamas, en su mayoría están formadas por este tipo de eolianita. Sin embargo, la eolianita oolítica no se ha informado en ningún otro lugar de las Antillas Mayores, incluyendo a Puerto Rico. La mayoría de los cayos, islas e islotes en La Cordillera son el tope de antiguas dunas que fueron cementadas por calcita. La topografía de las islas sugiere cuatro generaciones de dunas. Las de mayor edad se encuentran en el sur y la más reciente en el norte. El Cayo Icacos tiene cuatro líneas de dunas con 152.4 metros de separación y una elevación máxima de 13.7 metros. Las mismas están alineadas con una orientación oeste - noroeste. En las partes más bajas entre cada alineación de duna existen unas hendiduras donde se forman lagunas hipersalinas (110ppt) durante episodios de lluvia. Estas lagunas fueron productos de la extracción de cal. Como evidencia de esto existen dos estructuras de hormigón que se utilizaron para este tipo de actividad. También quedan los restos de los rieles del vehículo que se utilizaba para transportar la cal hasta el muelle.

### 2.2.5 Fauna

El área que comprende La Cordillera posee una alta formación de cayos y arrecifes donde se puede encontrar una gran diversidad de vida marina y silvestre. Muchos de los animales y plantas de la zona se han adaptado a unas condiciones de vida particulares que permiten su reproducción y supervivencia. Esta Reserva Natural alberga y sostiene a miles de aves acuáticas. En cayos más pequeños y aislados se pueden encontrar nidos de algunas aves tales como: Cervera (*Anous stodius*), Gaviota monja (*Sterna anaethus*), Gaviota oscura (*Sterna fuscate*), Boba prieta (*Sula leucogaster*), Gaviota cabecinegra (*Larus artricilla*) y algunas pocas de las colonias de la Palometa (*Sterna dougalli*) que han sido registradas en Puerto Rico. También la reserva sirve como refugio a aves migratorias que visitan nuestra isla durante los meses de invierno, tales como, el Pato zarcel (*Anas discors*) y el Pato quijada colorada (*Anas bahamensis*), el cual se ha considerado como residente en Puerto Rico. El Programa de Patrimonio Natural (PPN) del DRNA ha clasificado a la Palometa, Cervera y Gaviota oscura como especies raras y/o en peligro de extinción.

En estas islas y cayos se han observado los siguientes reptiles: Iguana crestada (*Iguana iguana*), Salamandrita común (*Sphaerodactylus sp.*), Lagartijo común (*Anolis cristatellus*), Lagartijo jardinero (*Anolis pulchelus*), Lagartijo común (*Anolis stratulus*), Lucia (*Mabuya mabuya sloanei*), Carey (*Eretmochelys imbricata*). Se presume que la Iguana crestada fue introducida en el área por actividades humanas. El Carey y la Lucia han sido incluidos en la lista de especies en peligro de extinción del DRNA y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS, por sus siglas en inglés). También se han observados manatíes (*Trichechus manatus manatus*) y delfines en las aguas de esta reserva.

### 2.2.6 Flora

La vegetación de estas islas menores y cayos ha sido clasificada como un bosque seco subtropical (Ewel & Whitmore, 1973). En la Reserva Natural de La Cordillera se pueden encontrar extensas arboledas de especies características de litorales marinos tales como: Almácigo (*Bursera simaruba*), Uva de playa (*Coccoloba uvifera*) y Jagüey blanco (*Ficus citrifolia*). También se pueden observar arbustos de Icacos (*Chrysobalanus icaco*), los cuales son típicos de costas arenosas y abundantes principalmente en la isla que le hace honor a su nombre. Dentro de la reserva se ha identificado un arbusto (*Caesalpinia culebrae*) y un junco (*Mariscos fuliginus*), ambas especies consideradas como en peligro de extinción por la oficina del Programa de Patrimonio Natural del DRNA.

### 2.2.7 Comunidades Marinas

#### a. Praderas de Yerbas Marinas

La Cordillera posee una extensa región del fondo marino caribeño cubierto de yerba de tortuga (*Thalassia testudinum*). La yerba de tortuga es una planta con flores (angiospermas) adaptada para vivir sumergida en el mar. Representan un grupo de plantas terrestres que invadió el medio marino, en tiempos remotos. Las praderas de *Thalassia* se desarrollan mejor en las zonas llanas y tranquilas del sublitoral donde existe un sustrato blando como el fango o la arena, pero pueden crecer también donde existe algún embate del oleaje y el sustrato está compuesto también por arenas gruesas. Se encuentran desde la zona entre mareas hasta los 25 metros de profundidad. Sin embargo, las praderas más densas se encuentran bajo los 10 metros de profundidad y en áreas de salinidades entre los 25 y 40 ppt. Una salinidad menor de 20 ppt o mayor de 45 ppt excluye a esta hierba marina. El pastoreo de los erizos y la insuficiencia de la luz parecen ser los factores que determinan los límites máximos de profundidad de esta especie. Es común encontrar la hierba tortuga coexistiendo

con otras dos fanerógamas marinas: *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme*. Este tipo de vegetación es de gran valor ecológico porque permite que gran variedad de vida marina se alimente de ellas, como por ejemplo: erizos de mar, cotorros, cartuchos y tortugas marinas. También sirven de lugar de apareamiento, desove y criadero para especies de valor comercial como las langostas, camarones y moluscos. Otra de las funciones de este tipo de vegetación es servir como trampa de sedimento y como amortiguador del impacto de las olas.

### **b. Arrecifes de Coral**

Esta área cuenta con arrecifes de coral bien desarrollados. La unidad básica que forma el coral es la asociación simbiótica de un alga llamada zooxantela y un pólipo de coral (animal). El pólipo de coral le provee dióxido de carbono para su fotosíntesis al igual que nutrientes inorgánicos tales como el nitrógeno y fósforo. A su vez el alga produce moléculas orgánicas que son transferidas al pólipo de coral las cuales realzan el crecimiento del pólipo y su esqueleto calcáreo. Además, estos arrecifes sirven de criadero para un sin número de peces y crustáceos, y proveen una barrera contra el oleaje, protegiendo así las costas. Aunque físicamente el arrecife de coral consiste en gran medida de un armazón rocoso, la capa viva de los corales (pólipos) es muy sensitiva a cambios físicos-químicos en la columna de agua y al contacto físico.

Dentro de La Cordillera se pueden observar diferentes tipos de corales y una variedad de esponjas asociadas a este ecosistema. Estos arrecifes han sido considerados como los mejores desarrollados en la costa noreste ya que presentan gran diversidad y extensión debido a que se encuentran corriente arriba de los principales sistemas ribereños y no reciben descargas significativas de sedimento. Estos arrecifes promueven la formación de playas, praderas de hierbas marinas y manglares. Las asociaciones que se dan entre los respectivos ecosistemas proveen diferentes tipos de habitáculos que son utilizados por organismos en peligro de extinción y por otros de importancia tanto recreativa

como comercial. Son muchos los beneficios ecológicos y económicos que se derivan de los arrecifes de coral. A lo largo de los años la variedad de organismos que habitan los arrecifes de la zona y su gama de colores han sido de gran atractivo para los amantes de la naturaleza y la pesca. Por lo tanto, los arrecifes de coral de la Reserva Natural La Cordillera son un recurso natural del cual se beneficia el turismo y la pesquería de la costa este de Puerto Rico.

### **2.3 Importancia Económica**

Los diferentes usos y actividades que se realizan día a día en la Reserva Natural de La Cordillera, representan una aportación significativa de dinero para la economía de Puerto Rico. Esta zona es utilizada por diversos pescadores artesanales que utilizan el recurso pesquero y sus beneficios para subsistir. Esta área posee una importancia turística y recreativa. Cabe mencionar que La Cordillera es el centro de atracción de aproximadamente 10,000 embarcaciones recreativas.

Según el Consejo de Manejo de Pesquerías del Caribe, las pesquerías asociadas a los arrecifes de coral representan el 59% de toda la pesca reportada en Puerto Rico y las Islas Vírgenes. En ciertas áreas del mundo son comunes los informes de producción de peces de 4 a 5 toneladas métricas por kilómetro por año en arrecifes de coral. Estudios exhaustivos adicionales, han comprobado una producción sostenida que excede las 20 toneladas por kilómetro por año (Davidson & Gjerde, 1990). Los arrecifes de coral, aunque solamente ocupan aproximadamente el 0.1% del área superficial del planeta, producen el 10% de los desembarcos de pesca mundiales (Kechinton & Brydget, 1988).

Económicamente, es de gran importancia la disponibilidad y accesibilidad de ecosistemas marinos saludables para uso no consuntivo por buzos locales y extranjeros. Varios miles de turistas buceadores contribuyen a la economía derivada de esta actividad. Davidson & Gjerde (1990), estimaron que buzos

estadounidenses gastan \$286, 000,000 en el Caribe y Hawaii. En las Islas Caimán el sistema de parques marinos genera un ingreso de más de \$50,000,000 de un total de 168,000 turistas que viene a bucear los parques marinos. En Bonaire, aunque en 1985 visitaron 8,000 buzos, estos gastaron en exceso de \$30,000,000 durante su estadía en dicha isla.

Para lograr beneficios económicos es necesario un buen manejo del área seleccionada. Esto debido a que el buzo aficionado es atraído por arrecifes pintorescos, saludables y con una diversidad de peces y depredadores de buen tamaño.

Este sistema de islas cayos e islotes es un sistema natural de barrera costera que protege la costa este de Fajardo de una severa erosión y de fenómenos naturales, proveyendo entonces un aporte económico indirecto. Lo siguiente es un ejemplo del valor o aportación indirecta de las funciones de los diferentes ecosistemas asociados a La Cordillera. Suponiendo que una isla requiera la construcción de una estructura (sea-wall) para proteger un kilómetro de playa. La construcción de esta estructura podría tener un costo aproximado entre \$1 y \$3.3 millones, teniendo entonces la estructura un costo entre los \$300 a \$1,000 por pie cuadrado (Vicente, 1989). Esto representa un valor aproximado en la creación de una sola función de un arrecife de coral para la protección de la costa. Para valorar en su totalidad el valor de un arrecife de coral, se debe tener presente por lo menos siete atributos adicionales entre otros:

1. la creación de resistencia hacia la acción de las olas;
2. la capacidad de mantenerse y crecer por sí mismo;
3. la función de producción de arena;
4. una fuente de peces e invertebrados de interés comercial directamente asociada al arrecife;
5. fuente de fármacos y productos biomédicos;
6. el ecoturismo y valor estético del sistema; y

7. el valor científico y educacional.

Los arrecifes, cada día que pasa reciben un valor ecoturístico y socioeconómico mayor. Por ejemplo, el turismo convencional crece a nivel mundial a razón de 4%, mientras que el ecoturismo crece a razón de 18% a 25%. Se ha estimado que el buceo genera cerca de \$1 billón de dólares para el área del Caribe. Además, el valor científico y educacional que tienen los arrecifes es incuestionable. Los lechos de yerbas marinas comparten muchos de los valores funcionales que poseen los arrecifes, sirviendo como guardería, áreas de alimentación y reproducción, entre otras funciones.

El uso inadecuado de estos recursos perjudica y afecta seriamente la salud y la estética del ambiente marino cercano a la costa y los arrecifes de coral afectando el turismo interno y externo.

### 3.0 OBJETIVOS

---

Los objetivos de este trabajo investigativo son los siguientes:

- ❖ Identificar y cuantificar el área de los ecosistemas marinos, habitáculos y comunidades bentónicas alrededor de los islotes de Palominos, Palominitos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.
- ❖ Identificar las actividades y utilización actual de los recursos marinos en los islotes de Palominos, Palominitos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.
- ❖ Evaluar la condición actual e identificar áreas impactadas en los islotes de Palominos, Palominitos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.
- ❖ Identificar recomendaciones para acciones de manejo adecuadas en pro de la conservación, buen uso y preservación de los recursos marinos en los islotes de Palominos, Palominitos, Cayo Lobos, Cayo Icacos y Cayo Diablo.

## 4.0 METODOLOGÍA

---

Para la creación de los respectivos mapas béticos, mapas de utilización de recursos y recomendaciones de manejo para los diferentes cayos, islas e islotes se utilizaron diferentes técnicas, recursos y fuentes de información. La identificación, delimitación, evaluación de usos en las diferentes áreas seleccionadas dentro de la Reserva Natural de La Cordillera (**Figura 1**) estuvo basada en:

- revisión de literatura;
- interpretación de mapas y fotografías aéreas;
- reuniones con personal del DRNA para coordinar plan de trabajo;
- entrevistas y encuestas a usuarios y beneficiarios del área (pescadores, escuelas de buceo y tiendas de buceo, operadores de embarcaciones para excursiones y hoteles, etc.);
- observaciones de campo;
- inventario de usos y actividades; y,
- revisión de la literatura científica disponible.

### 4.1 Revisión Datos y Mapas Existentes

El primer paso consistió en recopilar información existente en mapas, fotos y documentos relacionados a La Cordillera. Para esto se realizó un inventario de las fuentes disponibles y se procedió a realizar la revisión de dichos datos.

#### **4.1.1 Mapas Bénticos NOAA.**

La Administración Nacional de la Atmósfera y el Océano (NOAA, por sus siglas en inglés) mantiene un banco de datos y mapas de hábitáculos bénticos para Puerto Rico e Islas Vírgenes. Estos cubren un área total de 1,600 km<sup>2</sup> de fondo marino en Puerto Rico (Kendall et al., 2001<sup>a</sup>). El mismo consiste en fotografías aéreas que fueron adquiridas por la NOAA para crear mapas identificando arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, bosques de mangle y otras comunidades marinas. Gran parte de los hábitáculos bénticos de La Cordillera se encuentran identificados en este banco de datos (Kendall et al., 2001<sup>b</sup>): (<http://biogeo.nos.noaa.gov/projects/mapping/caribbean/starup.htm>).

#### **4.1.2 Suplemento Técnico Plan de Manejo de La Reserva Natural La Cordillera**

El Área de Investigaciones Científicas del Programa de Manejo de la Zona Costanera desarrolló un Plan de Manejo (DRNA, 1990<sup>a</sup>) con el objetivo de establecer estrategias de manejo para conservar y mantener la integridad de los recursos marinos en La Cordillera. Parte de dicho esfuerzo fue la preparación de un inventario y evaluación de los componentes bióticos, en particular de los ecosistemas marinos de área. El Suplemento Técnico (DRNA, 1990<sup>b</sup>) para dicho plan de manejo describe los tipos de fondo para los cayos e islotes principales a una escala aproximada de 1:5,000. Estos fueron consultados como parte de los esfuerzos de recopilar información y datos existentes de área.

#### **4.1.3 Índices de Sensitividad Ambiental NOAA**

Los Índices de Sensitividad de la NOAA consisten en mapas de áreas sensitivas y vulnerables a impactos por derrames de petróleo. El objetivo del programa es identificar y reducir impactos a ciertas zonas costeras durante un

posible evento por derrame de crudo. Dichos índices fueron consultados previo a las visitas de campo.

## 4.2 Revisión de Literatura Científica

Algunos artículos y reportes escritos sobre La Cordillera consultados fueron:

- ❖ J.R. García, J. Morelock, R. Castro, C. Coenaga, and E.A. Hernández. *Puertorican Reefs: Research, Synthesis, Present Threats and Management Perspectives*. En imprenta.
- ❖ E.A. Hernández-Delgado. 1992. *Coral Reef Status of the Northeastern and Eastern Puerto Rican Waters: Recommendations for Long-term Monitoring, Restoration, and Management*. Caribbean Fishery Management Council, Hato Rey, P.R. 87pp.
- ❖ E.A. Hernández-Delgado. 1994. *Preliminary Inventory of the Coral Reef Systems and Hardground Communities from La Cordillera Natural Reserve, Puerto Rico*. Project Reefkeeper, Miami, Fl.

## 4.3 Carta Náutica NOAA

La carta náutica número 25663 (“San Juan Passage to Port Humacao”) fue utilizada a escala de 1:20,000 (NOAA Nautical/Navigational Charts, Office of Coast Services NOAA).

#### **4.4 Fotografías Aéreas**

Las siguientes fotos aéreas fueron utilizadas:

- ❖ Fotos aéreas de la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera (NOAA'S Biogeography Program)
- ❖ Fotos de satélite IKONOS@ (Space Imaging, Inc.)
- ❖ Fotos aéreas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)

#### **4.5 Entrevistas de Campo**

La participación pública fue muy importante y de mucha ayuda en la realización del plan de trabajo, en específico para la creación de los Mapas de Utilización Actual y Mapas de Utilización Propuesta. Esta participación pública consistió en una serie de entrevistas y encuestas para recoger información sobre la frecuencia, tipo de actividades realizadas y lugares más frecuentados.

##### **4.5.1 Pescadores Comerciales**

Aproximadamente, entre 3 a 5 pescadores por cada una de las siguientes Villas Pesqueras del área fueron entrevistados:

- ❖ Las Croabas
- ❖ Sardinera
- ❖ Maternillo/Mansión del Sapo
- ❖ Los Machos

Durante estas visitas se les presentó una copia de la carta náutica donde los propios pescadores anotaban las observaciones y sus experiencias de pesca en el área. En particular se enfatizó que identificaran las áreas donde no pescaban por escasez de especies y que áreas ellos recomendaban para cierre y recuperación de especies. Las siguientes preguntas sirvieron de guía durante el proceso:

- ❖ ¿Cuáles son las áreas de mayor pesca o más frecuentes visitadas?
- ❖ ¿Cuál es el arte de pesca más utilizada en esta zona?
- ❖ ¿En qué área(s) es utilizada cuál arte de pesca?
- ❖ ¿Cuáles áreas son utilizadas para pesca submarina?
- ❖ ¿Cuáles áreas son utilizadas para pesca de fondo a cordel?
- ❖ ¿Cuáles áreas son para correr silga?
- ❖ ¿Cuáles áreas son para la pesca con nasas?
- ❖ ¿Cuáles áreas o cayos son utilizados para limpiar pesca, descanso, etc.?
- ❖ ¿Cuál es el tipo de embarcación más utilizada y eslora?
- ❖ ¿Conoce la importancia sobre el ambiente y los ecosistemas marinos?
- ❖ ¿Qué opina sobre darle un mantenimiento y crear un plan de manejo en esta área y por qué?
- ❖ ¿Pesca usted en el área de los islotes que componen los cayos de la Cordillera de Fajardo?
- ❖ ¿Qué cambios ha notado en los últimos años; cómo está la pesca?
- ❖ ¿Cuáles son sus quejas?
- ❖ ¿Cuáles agregaciones de peces ha observado en el área?

#### **4.5.2 Operadores de Tiendas de Buceo y Actividades Recreativas**

Los siguientes centros de buceo recreativo fueron visitados:

- ❖ Sea Gypsi
- ❖ La Casa del Mar (Hotel El Conquistador)
- ❖ Sea Venture
- ❖ Divers Supply
- ❖ SCUBACENTRO

Durante dichas visitas se solicitó a los operadores que identificaran las áreas en la carta náutica frecuentadas por buzos. Las siguientes preguntas sirvieron de guía:

- ❖ Identificar áreas de buceo.
- ❖ Clasificar dichas áreas en términos de experiencia requerida por el buzo visitante.
- ❖ Los tipos y la condición general de cada área.
- ❖ Método de anclaje utilizado.
- ❖ Necesidades y recomendaciones.

Además, se entrevistaron los operadores de los catamaranes (“chartes”) que diariamente llevan turistas locales y extranjeros. Durante las visitas de campo se aprovechaba la ocasión para entrevistas casuales con pescadores recreativos y otros usuarios del recurso.

#### **4.5.3 Otras Fuentes de Información**

- ❖ Oficial de Manejo de La Reserva La Cordillera
- ❖ Personal Científico de la División de Recursos Marinos del DRNA
- ❖ Director de Reservas Marinas del DRNA

#### **4.6 Validación de Campo**

Una vez recopilada la información existente se procedió a realizar las visitas de campo. Para dicha operación se realizaron aproximadamente 10 viajes de campo con el propósito de validar la información existente y evaluar las condiciones actuales de los recursos marinos de La Cordillera. El trabajo se enfocó en los islotes de Palominos, Palominitos, Cayo Iacos, Cayo Lobos y Cayo Diablos por ser los más frecuentados y utilizados por los diferentes sectores. Las salidas fueron realizadas a bordo de la embarcación SEA GYPSI propiedad del Capt. Héctor Angueira (**Foto 1A**).



**Foto 1A.**

Las coordenadas geográficas bénticas se colectaron utilizando un GPS modelo Garmin montado sobre un andamio flotante diseñado para este proyecto y construido en tubería "PVC" (**Foto 2A**). Este sistema es desplazado por una persona en superficie a medida que observa el fondo y registra las coordenadas en el GPS (**Foto 2B**). Se utilizó el sistema de clasificación de fondo y comunidades marina de Kendall (2001<sup>a</sup>).



**Foto 2A.**



**Foto 2B.**

Para determinar el por ciento de cobertura lineal se utilizó la técnica de transectos (**Foto 3A**) y cuadrillas (**Foto 3B**).



**Foto 3A.**



**Foto 3B.**

Los índices de biodiversidad se determinaron basado en las siguientes formulas:

**Fórmula 1:**

$$D_a = (S - 1) / \text{Log} (N) \quad (1)$$

Donde;

$D_a$  = índice de biodiversidad de Margalef (Margalef, 1957)

$S$  = número de especies de coral observadas en el transecto

$N$  = número total de colonias (individuos) observadas en el transecto

**Fórmula 2:**

$$H' = - \sum p_i \log p_i \quad (2)$$

Donde;

$H'$  = índice de biodiversidad Shannon (Shannon, 1948)

$p_i$  = la proporción del número total de colonias de la especie  $i$  y el número total de especies.

## 5.0 RESULTADOS

---

Los resultados del presente estudio se dividen en tres secciones principales:

- ❖ Comunidades marinas y ecosistemas bénticos de acuerdo al sistema de clasificación Kendall (2001<sup>a</sup>).
- ❖ Usos actuales e impactos en los recursos marinos para cada islote basado en las entrevistas y observaciones de campo.
- ❖ Recomendaciones de manejo y conservación de los recursos marinos para cada islote.

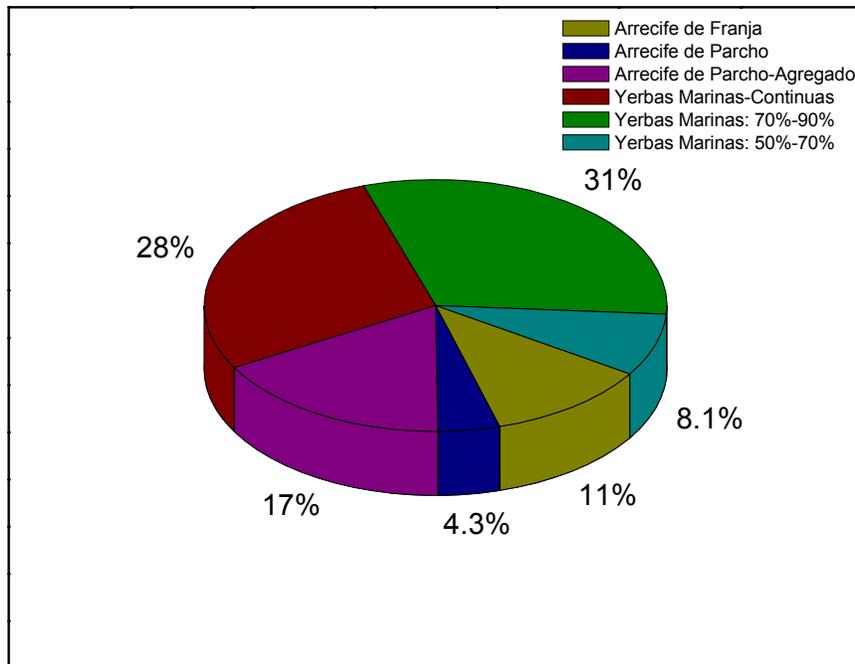
### 5.1 Comunidades Marinas y Ecosistemas Bénticos

#### 5.1.1 Palominos/Palominitos

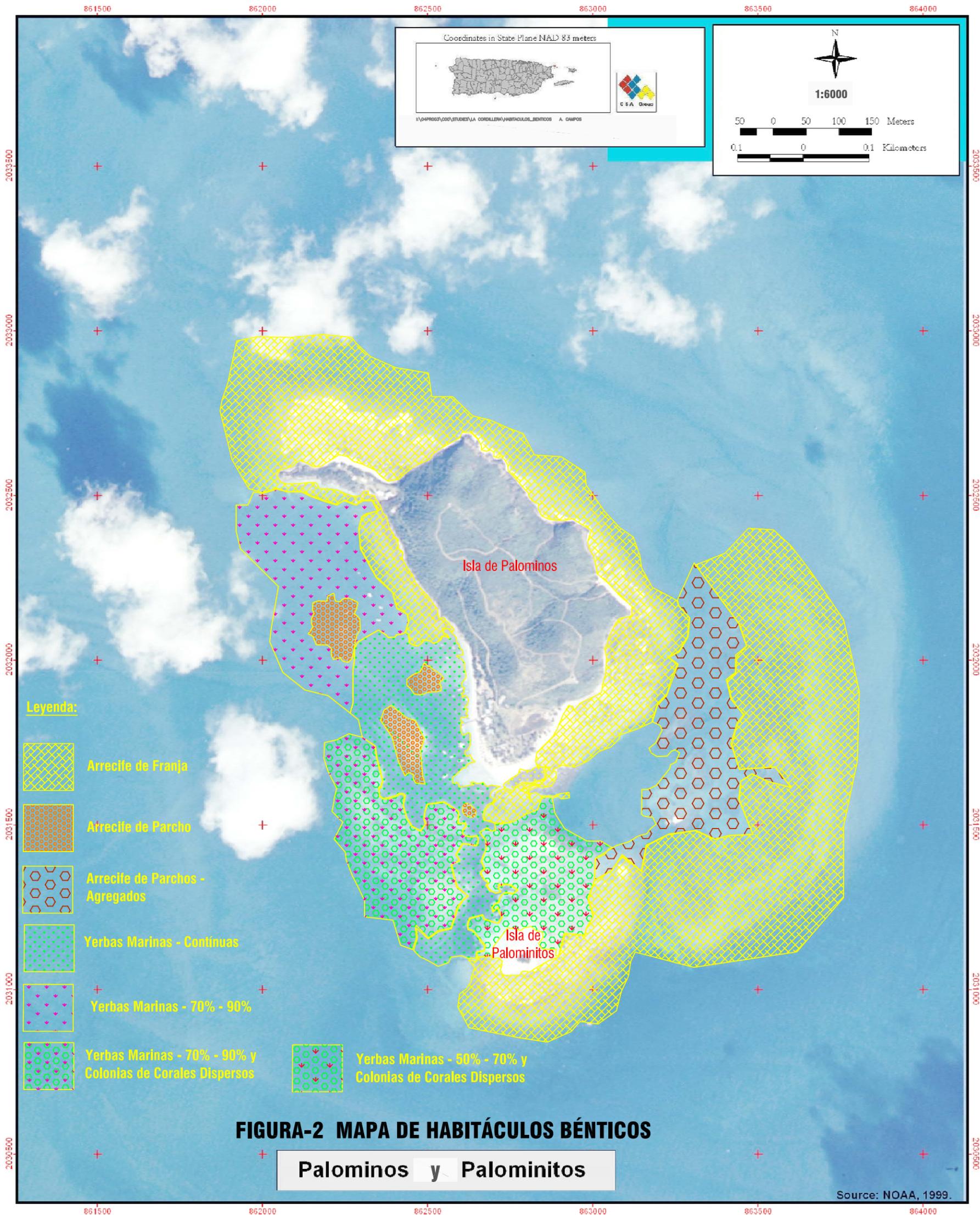
En Palominos/Palominitos se identificaron seis (6) tipos de comunidades bénticas dentro de un perímetro aproximado de un kilómetro (**Figura 2**). Predominaron las yerbas marinas con una cobertura entre 70% y 90% cubriendo aproximadamente un área de 326,496 m<sup>2</sup> (**Tabla 5-1-1**) equivalente al 31% del área total (**Diagrama 5-1-1**). Yerbas marinas continuas le siguen con un área aproximada de 295,444 m<sup>2</sup> (**Tabla 5-1-1**). En términos de arrecife dominaron los arrecifes de parcho agregados cubriendo un 17% del área total de estudio (**Diagrama 5-1-1**).

**Tabla 5-1-1.** Área (m<sup>2</sup>) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Palominos/Palominitos.

<b>Comunidad Béntica/Tipo de Fondo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Arrecife de Franja	119,279
Arrecife de Parcho	45,178
Arrecife de Parcho-Agregado	177,656
Yerbas Marinas-Continuas	295,444
Yerbas Marinas: 70%-90%	326,496
Yerbas Marinas: 50%-70%	84,779



**Diagrama 5-1-1.** Distribución (por ciento) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Palominos/Palominitos.



El por ciento de cobertura lineal entre las profundidades de 6 - 12 metros para el islote de Palominos en su totalidad es de aproximadamente un 28% coral vivo pétreo. Las especies de coral predominante fueron *Montastraea annularis*, *Micethophyllia sp.*, *Porites porites*, *Agaricia agarites*, *Madracis decactis* y *Colpophyllia natans*.

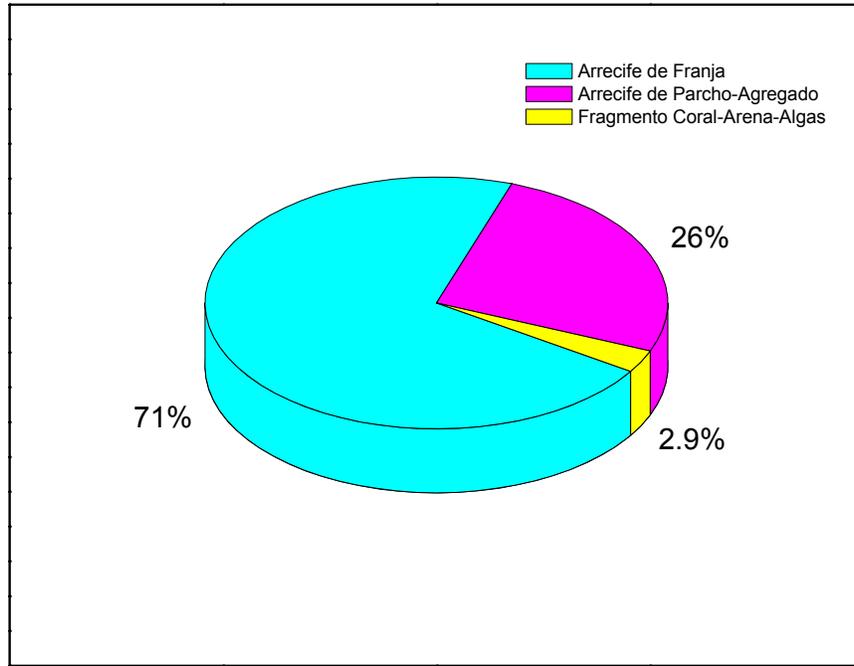
El por ciento de cobertura lineal para yerbas marinas (en su mayoría *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*) estuvo entre 30 y 50 % hacia los parches de lado este del muelle de Palominos y hasta un 100% de cobertura hacia el sur de Palominos y Palominitos. La pendiente arrecifal hacia el este-sureste de Palominitos (**Figura 2**) esta compuesta de formaciones de surcos y espolones exhibiendo alta cobertura tanto por coral pétreo como por gorgóneos (*Pseudoplexaura flexuosa* y *Plexaura sp.*). Esta pendiente comienza a una profundidad de 30 pies y termina entre los 65 y 70 pies. Este arrecife de borde al sur de Palominitos es considerado como uno de los más completos y desarrollados estructuralmente en comparación con otros arrecifes del área.

### 5.1.2 Cayo Lobos

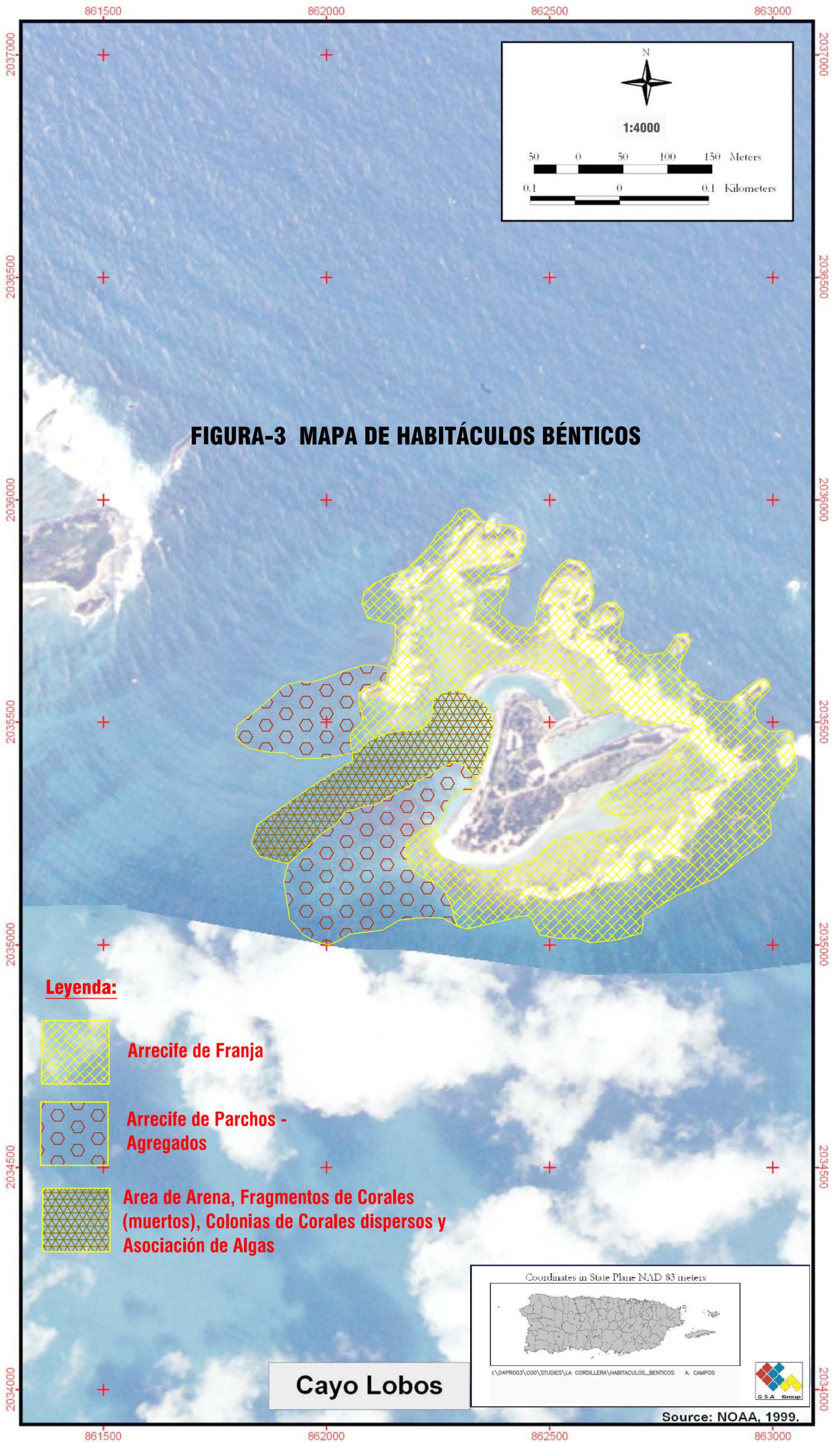
Cayo Lobos presenta tres (3) tipos principales de fondos marinos (**Figura 3**). Estos son arrecife de franja, arrecife de parcho-agregados y una sección donde encontramos una combinación de fragmentos de coral muerto, arena y asociaciones de algas (**Figura 3**). Los arrecifes de franja dominan el fondo marino alrededor del islote cubriendo un área aproximada de 396,072 m<sup>2</sup> equivalente a un 71% del área total estudiada (**Tabla 5-1-2; Diagrama 5-1-2**). Los arrecifes de parcho-agregados se concentran en la parte este -sudeste cubriendo el equivalente al 26% (144,569 m<sup>2</sup>) del área (**Tabla 5-1-2; Diagrama 5-1-2**).

**Tabla 5-1-2.** Área (m<sup>2</sup>) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Lobos.

<b>Comunidad Béntica/Tipo de Fondo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Arrecife de Franja	396,072
Arrecife de Parcho-Agregado	144,569
Fragmentos de coral muerto/arena/algas	166,261

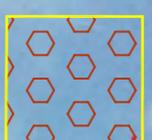
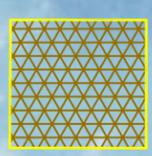


**Diagrama 5-1-2.** Distribución (por ciento) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Lobos.



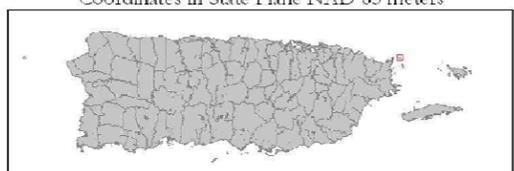
**FIGURA-3 MAPA DE HABITÁCULOS BÉNTICOS**

**Legenda:**

-  **Arrecife de Franja**
-  **Arrecife de Parchos - Agregados**
-  **Area de Arena, Fragmentos de Corales (muertos), Colonias de Corales dispersos y Asociación de Algas**

**Cayo Lobos**

Coordinates in State Plane NAD 83 meters



I:\04PRO03\000\STUDIES\LA\_CORDILLERA\HABITACULOS\_BENTICOS A. CAMPOS



Source: NOAA, 1999.

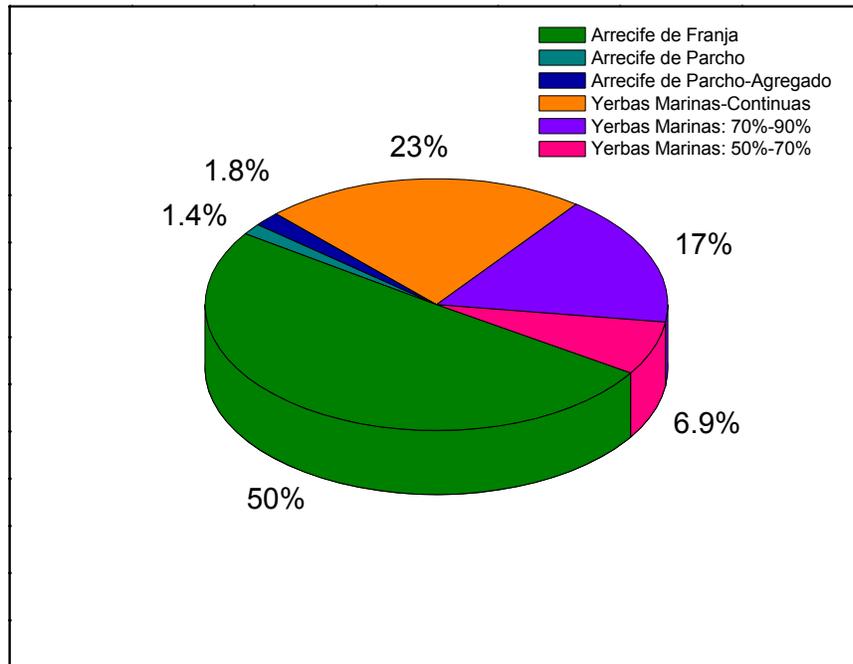
La punta suroeste de Cayo Lobos presenta un arrecife con relieve irregular bien desarrollado con alta cubierta de coral y diversidad de especies. En las partes más someras de menos de 6 pies existen colonias de *Acropora palmata*. Entre las especies de coral más dominante se encuentran *Agaricia agaricites* y *Montastraea annularis*. Hacia la parte este dominan los corales blandos, zoántidos o gorgóneos, tales como *Pseudoplexaura sp.*, *Pseudoterogorgia americana*, *Palythoa caribaeorum* y *Gorgonia ventalina*, entre otros. Además, observamos colonias de *Diploria strigosa*, *Montastraea annularis*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*. Hacia el oeste del rompeolas la cubierta de coral vivo es muy baja (menos de 1%) donde predominan promontorios y colonias pequeñas de *Agaricia agaricites*, *Diploria strigosa* y *Montastraea annularis*.

### 5.1.3 Cayo Icacos

La **Figura 4, Mapa de Hábitáculos Bénticos**, presenta los seis (6) tipos de comunidades bénticas observadas en Cayo Icacos. Los arrecifes de franja cubren un 50% del área total, seguido por yerbas marinas continuas con un 23% (**Diagrama 5-1-3**). Los arrecifes del suroeste de Cayo Icacos están constituidos por promontorios de coral y depresiones formadas por un sustrato de coral muerto cementado, particularmente fragmentos de *Acropora palmata* cubriendo un área total de 34,061 m<sup>2</sup> (**Tabla 5-1-3**). Los corales predominantes son *Montastraea annularis*, *Diploria strigosa*, *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea*, y *Agaricia agaricites*. Los gorgóneos (*Briaerum asbestinum*, y *Pseudoplexaura sp.*) predominan en las áreas someras del arrecife. Hacia el oeste de Icacos observamos plataformas de eolianita de poco relieve (1.5 m) con bolsillos de arena donde predominan agregaciones de gorgóneos como el *Gorgonia flabellum* y *Gorgonia ventalia*. Hacia la parte más profunda se observan canales de arena alternados con espolones donde aumenta la cantidad de *Montastraea annularis* y *Montastraea cavernosa*.

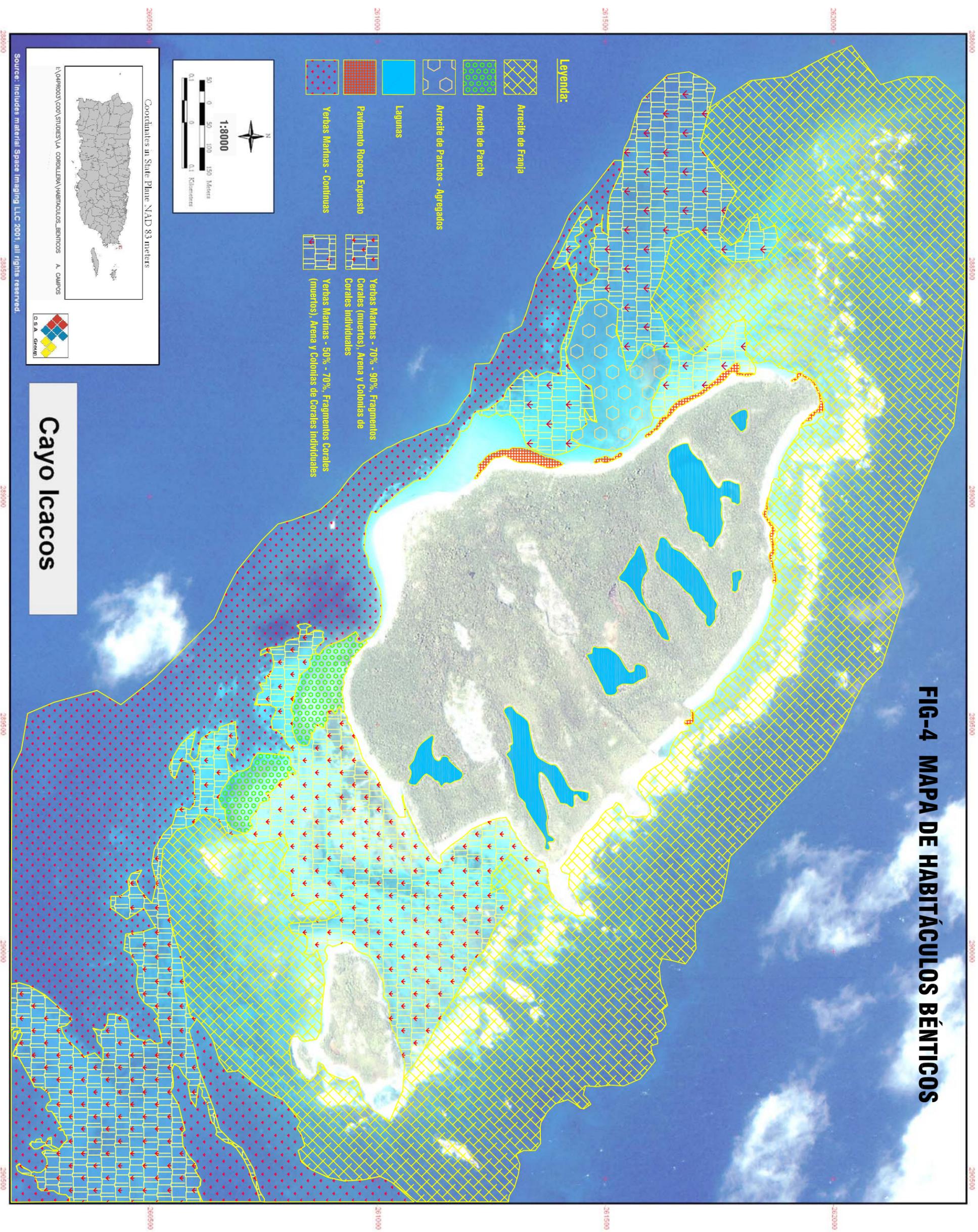
**Tabla 5-1-3.** Área (m<sup>2</sup>) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Icacos.

<b>Comunidad Béntica/Tipo de Fondo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Arrecife de Franja	1,202,002
Arrecife de Parcho	34,061
Arrecife de Parcho-Agregado	44, 109
Yerbas Marinas-Continuas	537,233
Yerbas Marinas: 70%-90%	403,976
Yerbas Marinas: 50%-70%	165,420



**Diagrama 5-1-3.** Distribución (por ciento) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Icacos.

**FIG-4 MAPA DE HABITÁCULOS BÉNTICOS**



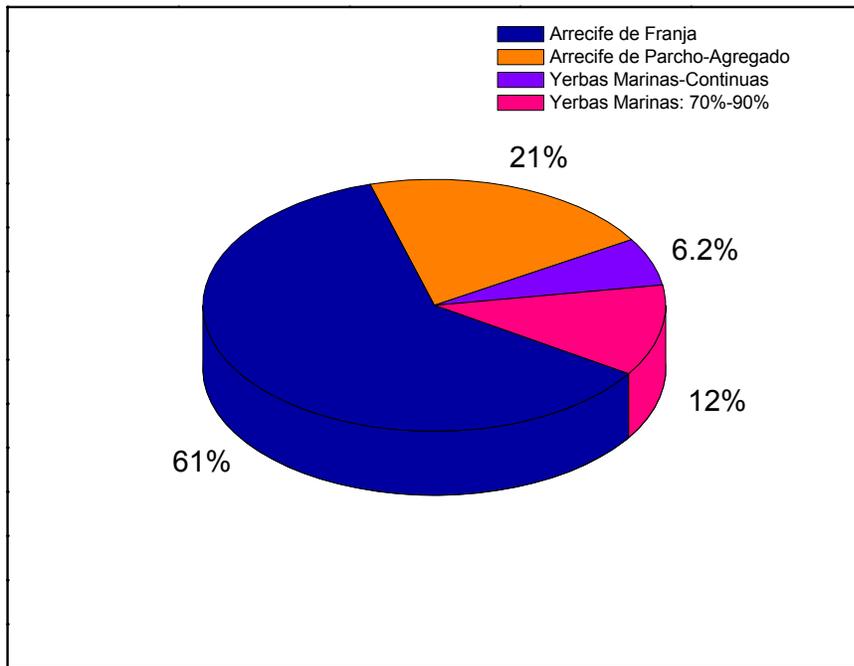
Las yerbas marinas continuas se concentran en la parte sur del islote (537,233 m<sup>2</sup>), y las yerbas marinas con 70%-90% de cobertura hacia el oeste (403,976 m<sup>2</sup>). Las yerbas marinas con 50%-70% de cobertura cubren aproximadamente un 7% del área total (**Diagrama 5-1-3**).

#### 5.1.4 Cayo Diablo

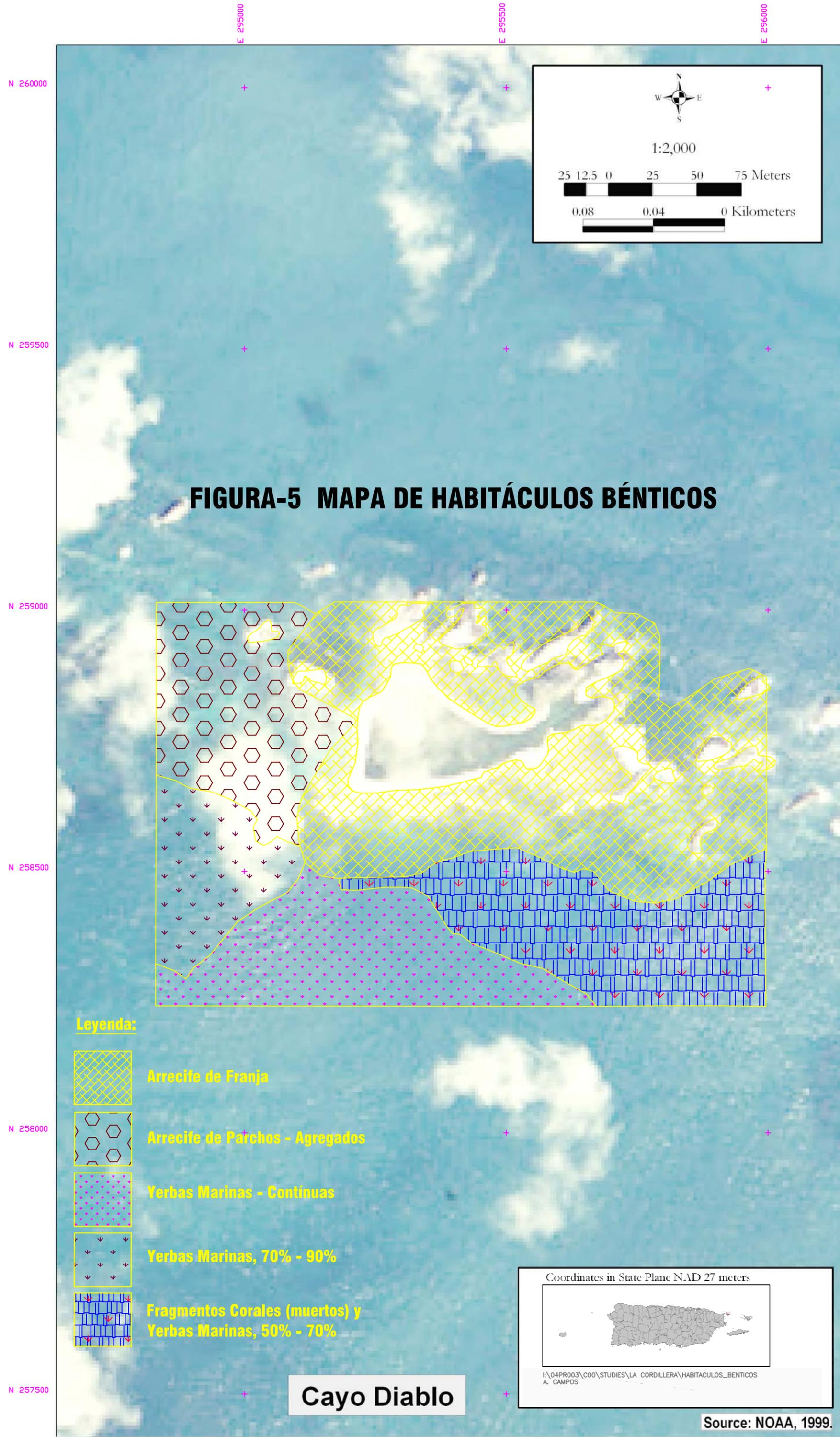
Los ecosistemas marinos presentes en Cayo Diablo son arrecife de franja, arrecife de parcho-agregado, yerbas marinas continuas y yerbas marinas con porcentaje de cobertura entre 70% y 90% (**Figura 5**). Las yerbas marinas cubren un área total de aproximadamente 99,072 m<sup>2</sup> o un 18.2 % del área circundante a Cayo Diablo (**Tabla 5-1-4**). El arrecife de franja cubre aproximadamente un 61% (**Diagrama 5-1-4**) equivalente a 339,446 m<sup>2</sup>. De los arrecifes visitados durante el presente estudio el arrecife de franja que mejor presenta una alta densidad y cobertura de corales lo fue Cayo Diablo. Este arrecife contiene hasta un 44% de cobertura coralina. La zona sureste del arrecife está caracterizada particularmente por estructuras tipo surcos y espolones. Las especies de coral más abundantes en la zona fueron *Madracis dedactis*, *Agaricia sp.*, *Montastraea franksi*, *Montastraea cavernosa* y *Dichocoenia stokesi*. La zona sureste del arrecife presenta una alta biodiversidad y complejidad de especies coralinas en base a las observaciones y los índices de biodiversidad calculados para esta zona. Los cálculos de índice de biodiversidad Margalef y Shannon para Cayo Diablo fueron de 5.47 y 0.86, respectivamente. En cambio los calculados para el arrecife en la parte suroeste de Palominos (área impactada), fueron de 2.55 (Margalef) y 0.51 (Shannon). Dichas diferencias responden a la ubicación geográfica, patrones de corriente y utilización del recurso entre Palominos y Cayo Diablo.

**Tabla 5-1-4.** Área (m<sup>2</sup>) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Diablos.

<b>Comunidad Béntica/Tipo de Fondo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Arrecife de Franja	339,446
Arrecife de Parcho-Agregado	114,725
Yerbas Marinas-Continuas	34,094
Yerbas Marinas: 70%-90%	64,978

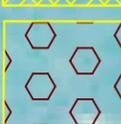
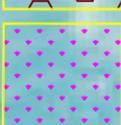
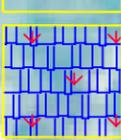


**Diagrama 5-1-4.** Distribución (por ciento) de comunidades bénticas y tipos de fondo para Cayo Diablos.



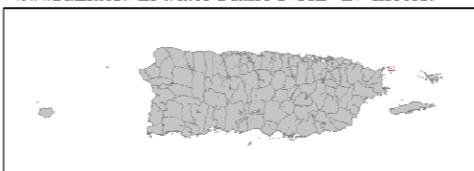
**FIGURA-5 MAPA DE HABITÁCULOS BÉNTICOS**

**Leyenda:**

-  **Arrecife de Franja**
-  **Arrecife de Parchos - Agregados**
-  **Yerbas Marinas - Continuas**
-  **Yerbas Marinas, 70% - 90%**
-  **Fragmentos Corales (muertos) y Yerbas Marinas, 50% - 70%**

**Cayo Diablo**

Coordinates in State Plane NAD 27 meters



I:\04PRO03\C00\STUDIES\LA\_CORDILLERA\HABITACULOS\_BENTICOS  
A. CAMPOS

Source: NOAA, 1999.

## 5.2 Utilización Actual de las Islas y Cayos de La Cordillera

### 5.2.1 Palominos/Palominitos

En la actualidad existe una gran actividad de carácter recreativo en la Isla de Palominos y el Cayo Palominitos. La Isla de Palominos es una de varias islas privadas que existen en Puerto Rico. El Cayo de Palominitos se encuentra localizado al sur de la Isla de Palominos. Ambos son parte del atractivo de la Reserva Natural de La Cordillera. Debido a las condiciones ideales, estos dos cayos son utilizados por gran cantidad de embarcaciones.

Mayormente, la isla de Palominos y el Cayo de Palominitos son utilizados para disfrutar de la playa, el buceo a pulmón (“snorkeling”) y el buceo con tanque. La **Figura 6A (Mapa de Utilización Actual)** y **6B (Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos)**, presenta los usos más comunes y las áreas más utilizadas. Ambos cayos son visitados por personas en botes privados y a través de los centros de buceo o de los pescadores locales.

En Palominos y Palominitos, el área más utilizada y visitada es el lado oeste (frente de las islas) debido a la tranquilidad de las aguas. En esta área se pueden observar diferentes actividades, por lo que se consideran múltiples usos. Hacia el lado norte y este de Palominos y hacia el lado sur de Palominitos los usos son más limitados en comparación con las áreas anteriores. Esto se debe a su exposición al mar abierto. Entre las actividades más frecuentes se encuentran las siguientes:

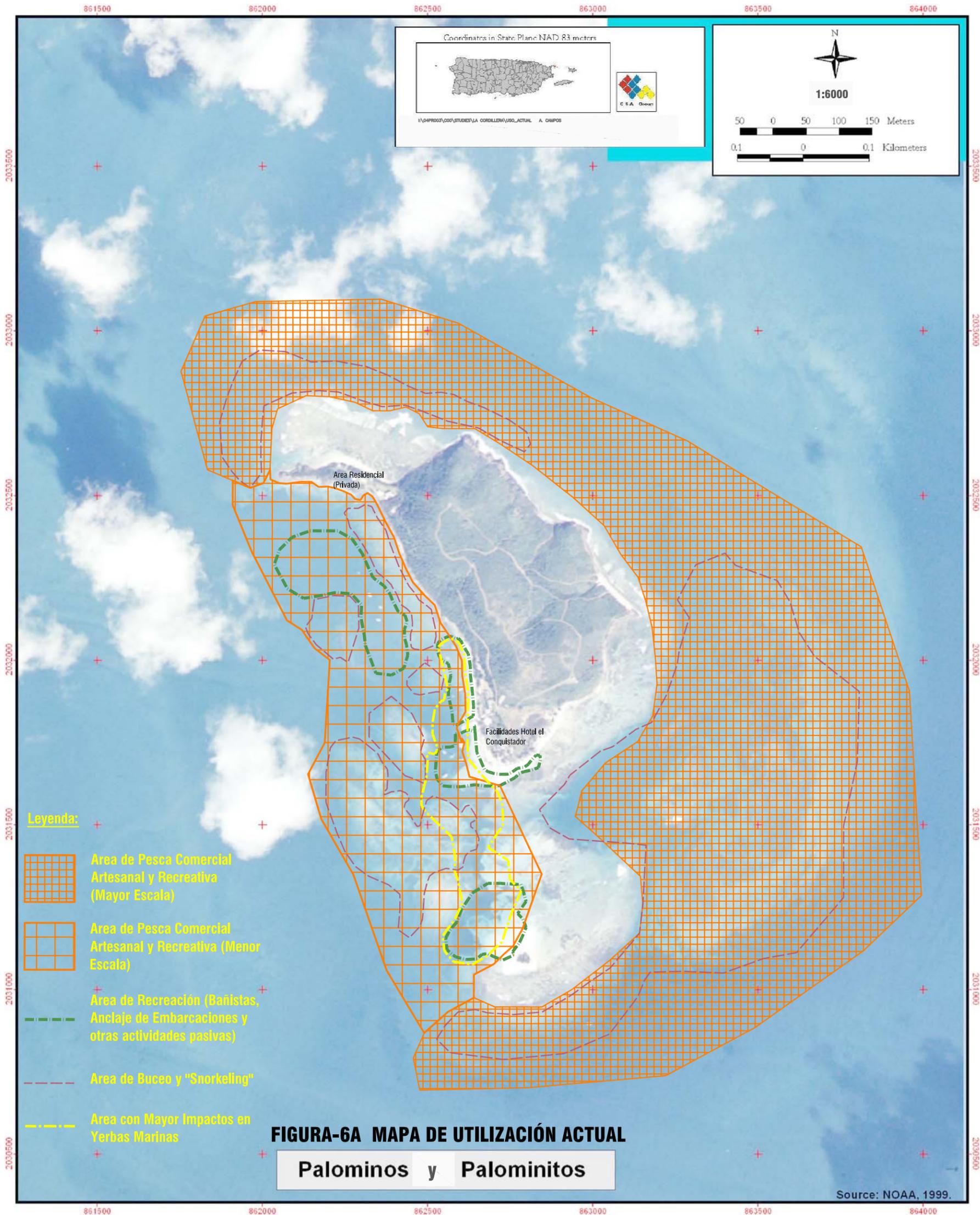
- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| - Navegación                     | - Buceo   |
| - Natación                       | - Pasadía   |
| - Deportes de vela               | - Kayak   |
| - Actividad Hotelera (Palominos) | - Pesca comercial y recreativa (a mayor <sup>2</sup> y menor <sup>3</sup> escala) |

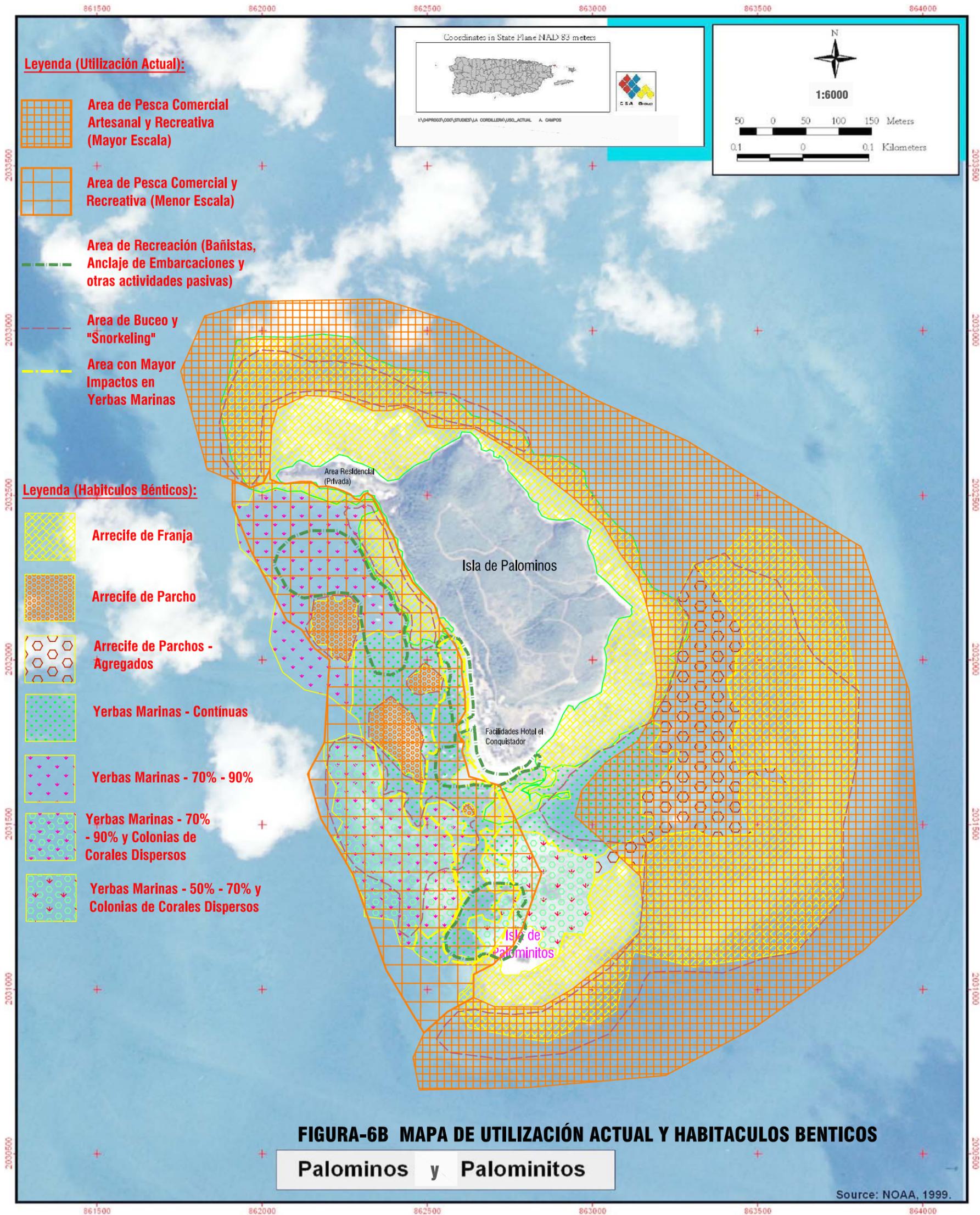
---

<sup>2</sup> Área con mayor actividad pesquera, utilizada por pescadores comerciales y deportivos donde se utilizan diferentes artes de pesca, incluyendo la pesca submarina con el objetivo de venta directa y/o consumo.

<sup>3</sup> Área con menor actividad pesquera a consecuencia de la sobrepesca y la gran congestión de personas que la visita. Mayormente es utilizada por pescadores comerciales para la pesca de carnada y por algunos visitantes para la pesca de cordel. En ocasiones se observan buzos con arpones (pesca submarina).

De acuerdo a las actividades más frecuentes y las áreas más utilizadas, se han clasificado algunas de las zonas más cercanas a Palominos y Palominitos. Entre estas clasificaciones se encuentran: área de pesca comercial y recreativa a mayor escala, área de pesca comercial y recreativa a menor escala, áreas de recreación y áreas de buceo. Una parte de la Isla de palominos ha sido arrendada al Hotel El Conquistador. Dicho hotel ha construido varias facilidades en el área sur de dicha isla para el disfrute de sus huéspedes. Ver **Figura 6A (Mapa de Utilización Actual)** y **6B (Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos)**.





### 5.2.2 Cayo Lobos

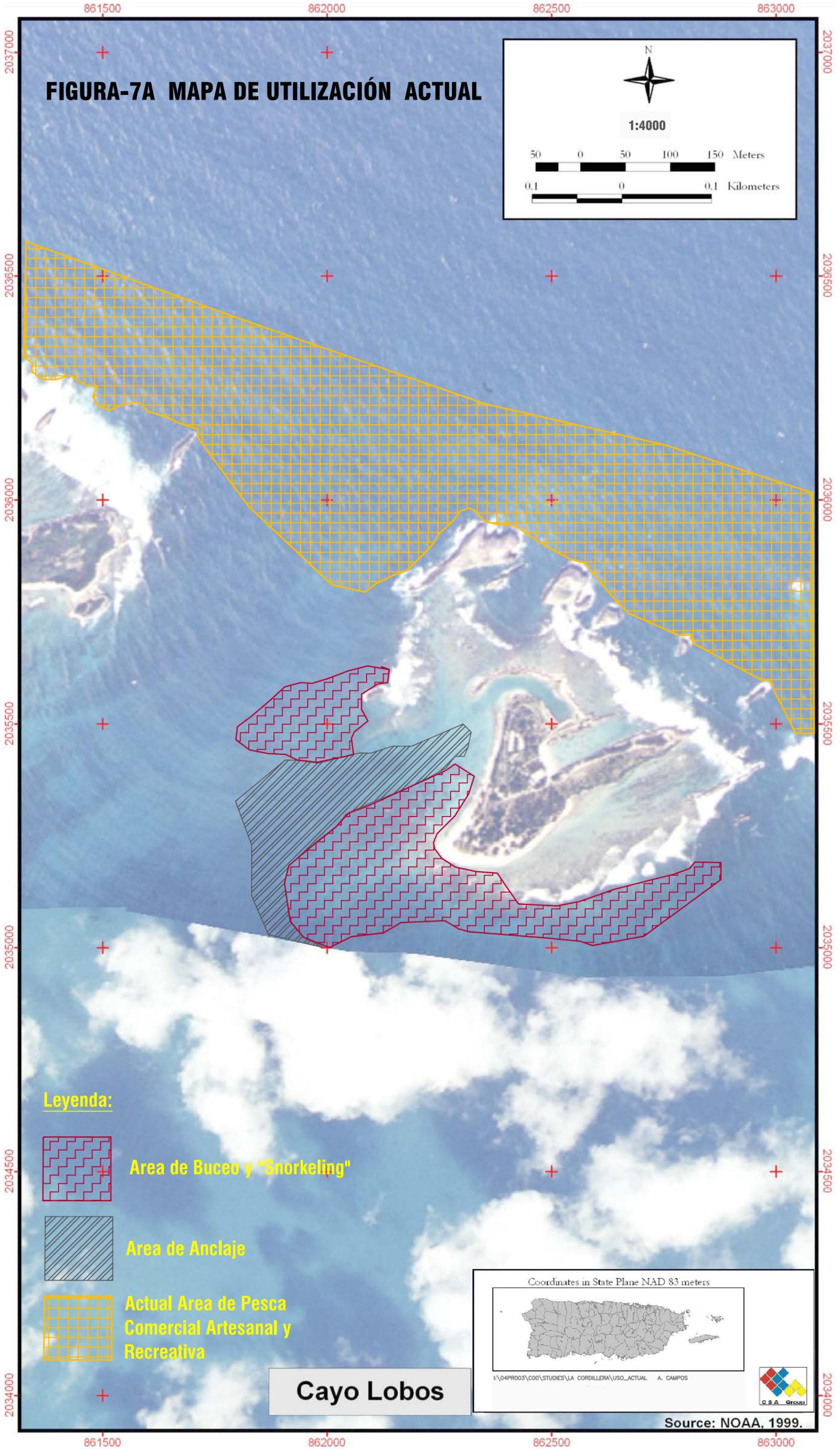
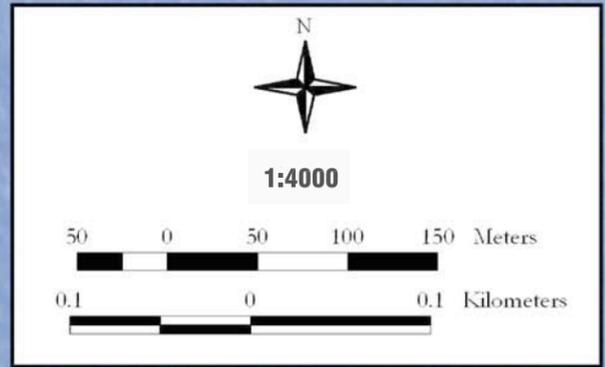
Localizado al sudeste de Cayo Icacos, Cayo Lobos es una de las islas privadas que existen en Puerto Rico. Por sus aguas tranquilas, claras y semi-profundas, es frecuentemente visitada por personas en embarcaciones privadas y a través de los centros de buceo o de los pescadores locales. Este cayo es muy visitado por veleros y catamaranes los cuales llevan a turistas a disfrutar de los atractivos naturales, en específico las formaciones de corales y la gran cantidad de peces.

En Cayo Lobos el área más utilizada es el lado oeste (frente de la isla) debido a la tranquilidad de sus aguas. En esta área se pueden observar diferentes actividades, por lo que se consideran múltiples usos. Hacia el lado norte, este y sur de Lobos los usos son más limitados en comparación con el área oeste. Esto se debe a su exposición al mar abierto. Entre las actividades más frecuentes se encuentran las siguientes:

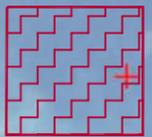
- Navegación
- Natación
- Deportes de vela
- Pesca comercial y recreativa
- Buceo
- Pasadía
- Kayak

De acuerdo a las actividades más frecuentes y las áreas más utilizadas, se han clasificado algunas de las zonas más cercanas a Cayo Lobos. Entre estas clasificaciones se encuentran: área de pesca comercial y recreativa a mayor escala, área de pesca comercial y recreativa a menor escala, áreas de recreación y áreas de buceo. Gran parte de este cayo ha sido desarrollado por sus respectivos dueños. Ver **Figura 7A (Mapa de Utilización Actual) y 7B (Mapa de Utilización Actual y Habitáculos Bénticos)**.

# FIGURA-7A MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL



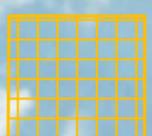
## Leyenda:



Area de Buceo y "Snorkeling"

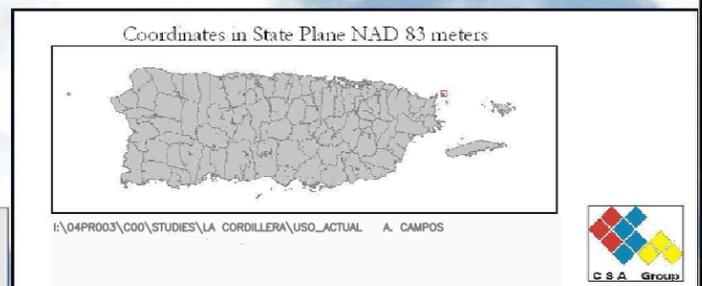


Area de Anclaje



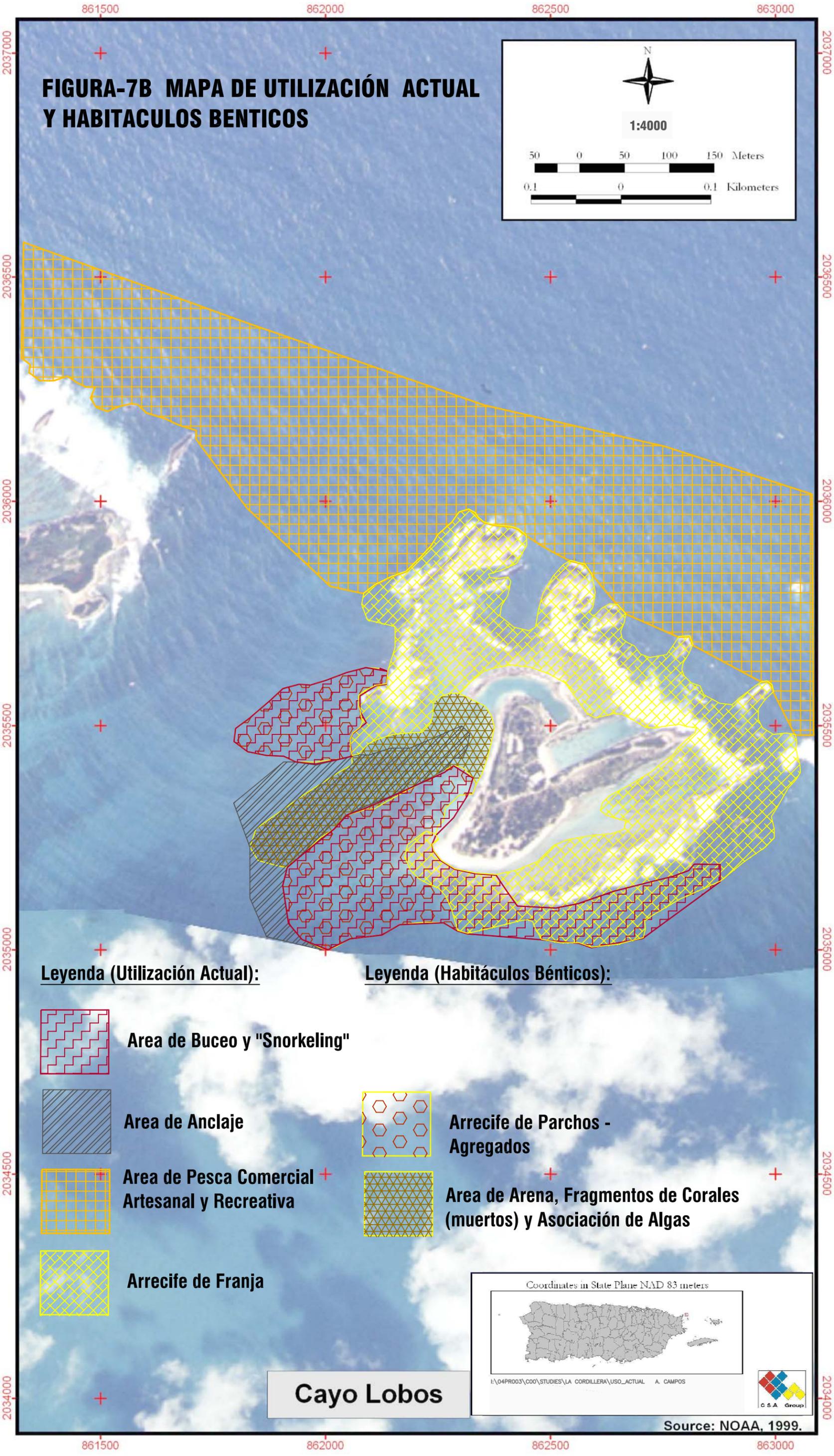
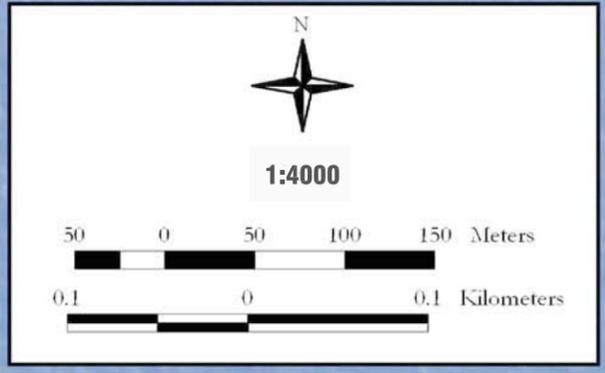
Actual Area de Pesca  
Comercial Artesanal y  
Recreativa

**Cayo Lobos**

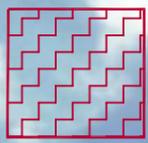
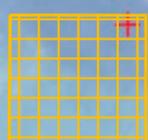
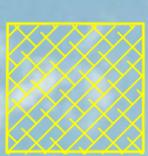


Source: NOAA, 1999.

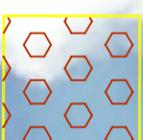
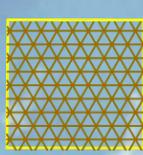
# FIGURA-7B MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL Y HABITACULOS BENTICOS



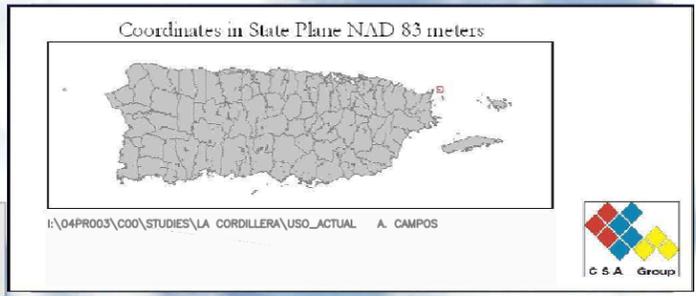
**Leyenda (Utilización Actual):**

-  **Area de Buceo y "Snorkeling"**
-  **Area de Anclaje**
-  **Area de Pesca Comercial Artesanal y Recreativa**
-  **Arrecife de Franja**

**Leyenda (Habitáculos Bénticos):**

-  **Arrecife de Parchos - Agregados**
-  **Area de Arena, Fragmentos de Corales (muertos) y Asociación de Algas**

**Cayo Lobos**



Source: NOAA, 1999.

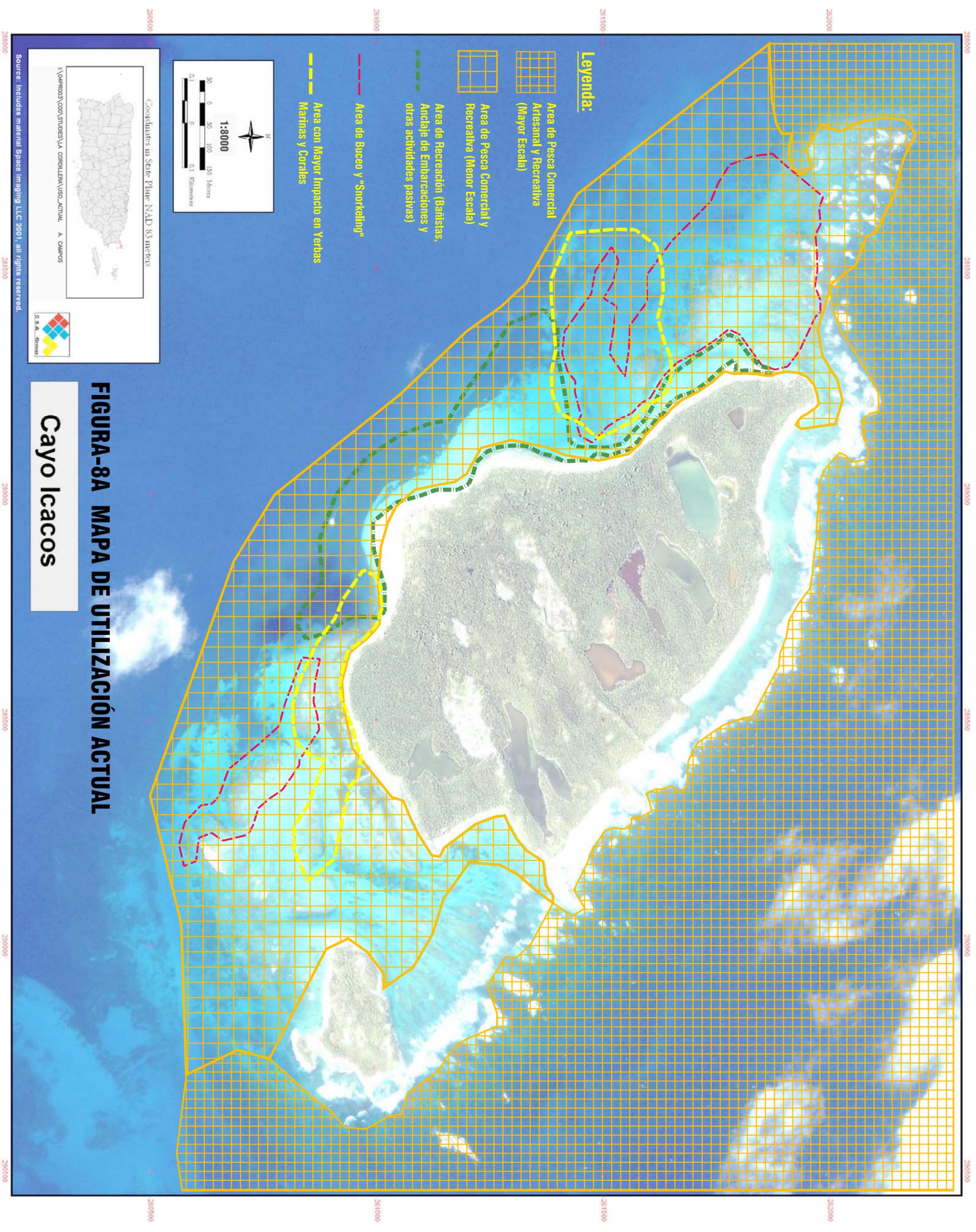
### 5.2.3. Cayo Icacos

El Cayo Icacos está localizado al este de las costas de Fajardo. Este cayo es el más grande de todos los cayos de La Cordillera con una gran extensión de playa arenosa. Según el Atlas Costero de Puerto Rico (Cerame Vivas, 1988), 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. Al igual que los cayos previamente descritos, este cayo posee usos bien similares.

El área más utilizada es el lado oeste por constituir el área protegida del efecto de las olas y el viento, creando un área de aguas tranquilas con áreas abiertas para la navegación y profundidad adecuada para el anclaje de cualquier tipo de embarcación pequeña (menor de 60 pies). Hacia el lado norte, este y sur de Icacos los usos son más limitados en comparación con el área oeste. Esto se debe a su exposición al mar abierto. Ver **Figura 8A y 8B**.

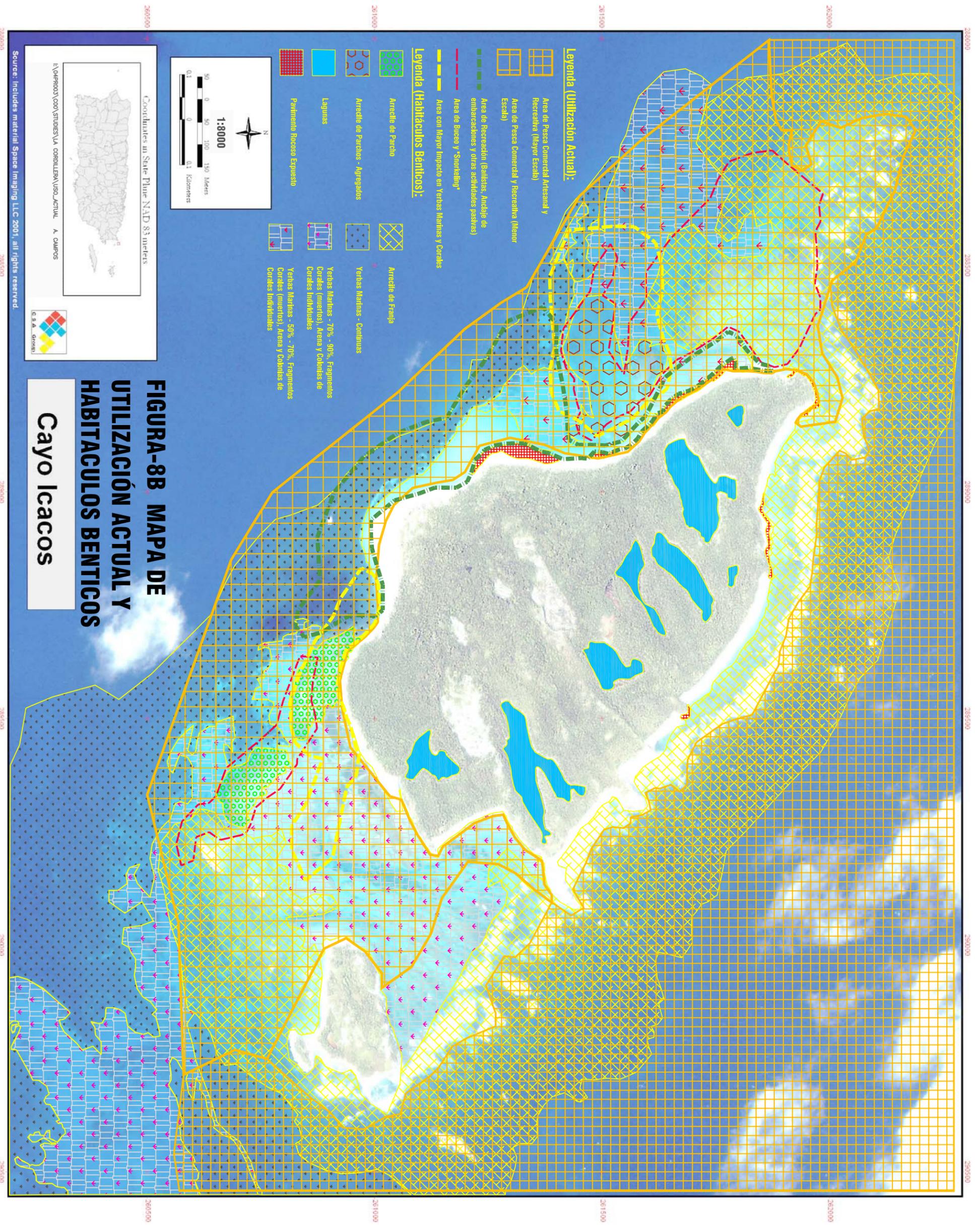
De acuerdo a las actividades más frecuentes y las áreas más utilizadas, se han clasificado algunas de las zonas más cercanas. Entre estas clasificaciones se encuentran las siguientes:

- Área de pesca comercial y recreativa a mayor escala
- Área de pesca comercial y recreativa a menor escala
- Áreas de recreación
- Áreas de buceo



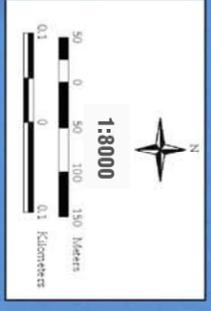
**FIGURA-8A MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL**

**Cayo Icacos**



**FIGURA-8B MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL Y HABITACULOS BENTICOS Cayo Icacos**

Coordinates in State Plane NAD 83 meters



I:\OPROD3\COO\STUDIES\IA\_CORRUMBA\USO\_ACTUAL A CAMPOS



Source: Includes material Space Imaging LLC 2001, all rights reserved.

#### 5.2.4 Cayo Diablo

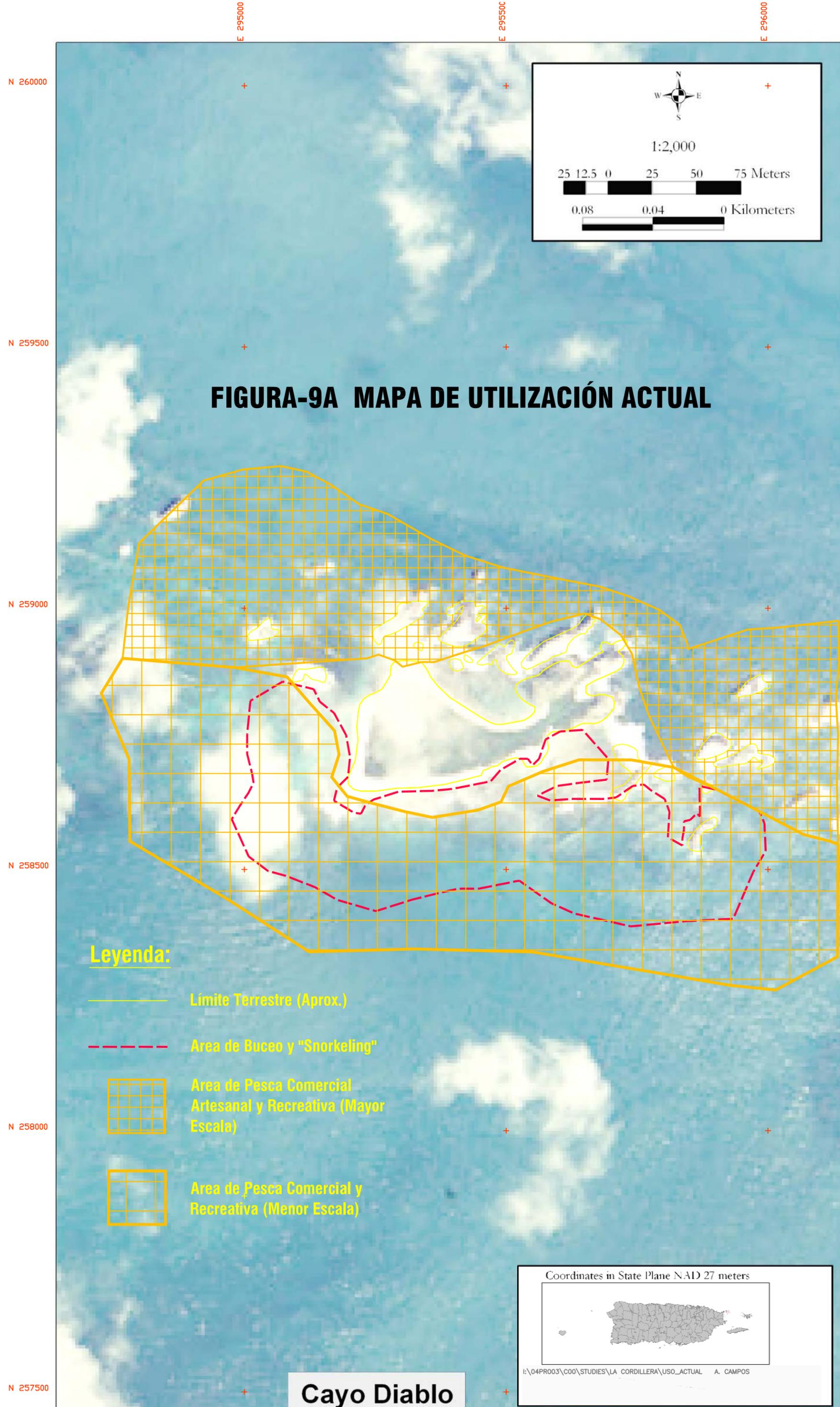
Cayo Diablo está localizado al sudeste de Cayo Lobos, siendo este uno de los cayos más lejos de la costa de Fajardo que pertenecen a la Reserva Natural de La Cordillera. Al ser uno de los más aislados, sus usos son más limitados y es visitado generalmente por algún interés en particular. El mismo posee una pequeña extensión de playa arenosa y está influenciado por el oleaje y corrientes marinas. El DRNA ha prohibido el desembarco a este cayo debido a su alto valor ecológico.

El área más utilizada de Cayo Diablo es el lado sur y suroeste. Hacia el lado norte, este y sudeste los usos son más limitados en comparación con las otras áreas. Esto se debe a su exposición al mar abierto. Ver **Figura 9A y 9B**. Dado sus condiciones geomorfológicas y las restricciones del DRNA, las actividades más frecuentes son las siguientes:

- Navegación
- Pesca comercial y recreativa
- Buceo

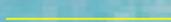
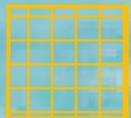
De acuerdo a las actividades más frecuentes y las áreas más utilizadas, se han clasificado algunas de las zonas más cercanas. Entre estas clasificaciones se encuentran las siguientes:

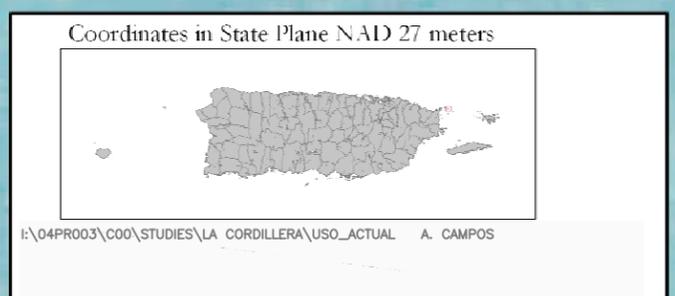
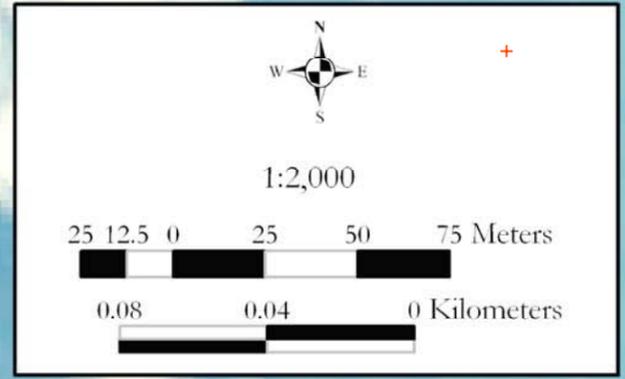
- Área de pesca comercial y recreativa a mayor escala
- Área de pesca comercial y recreativa a menor escala
- Área de buceo



## FIGURA-9A MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL

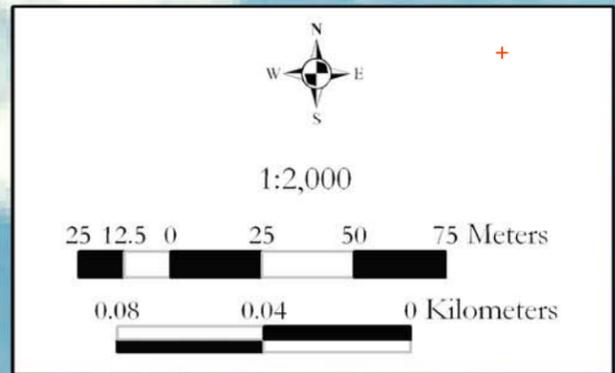
### Leyenda:

-  Limite Terrestre (Aprox.)
-  Area de Buceo y "Snorkeling"
-  Area de Pesca Comercial Artesanal y Recreativa (Mayor Escala)
-  Area de Pesca Comercial y Recreativa (Menor Escala)

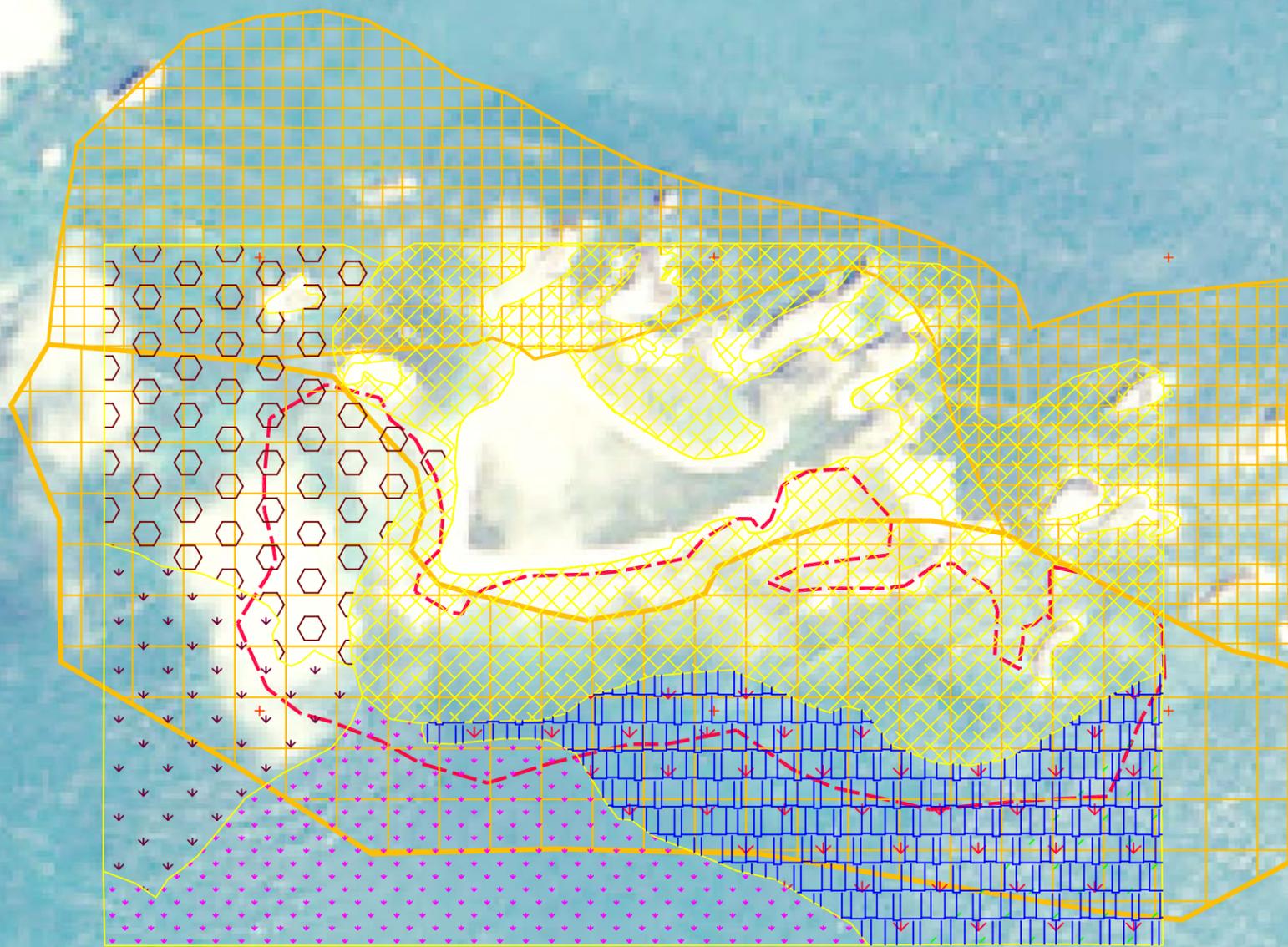


**Cayo Diablo**

Source: NOAA, 1999.



# FIGURA-9B MAPA DE UTILIZACIÓN ACTUAL Y HABITÁCULOS BÉNTICOS



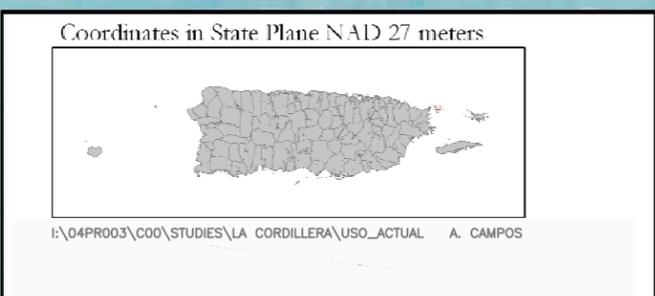
### Leyenda (Utilización Actual):

- Limite Terrestre (Aprox.)
- Area de Buceo y "Snorkeling"
- Area de Pesca Comercial Artesanal y Recreativa (Mayor Escala)
- Area de Pesca Comercial Artesanal y Recreativa (Menor Escala)

### Leyenda (Habitáculos Bénticos):

- Arrecife de Franja
- Arrecife de Parchos - Agregados
- Yervas Marinas - Continuas
- Yervas Marinas, 70% - 90%
- Fragmentos corales y Yervas Marinas, 50% - 70%

**Cayo Diablo**



Source: NOAA, 1999.

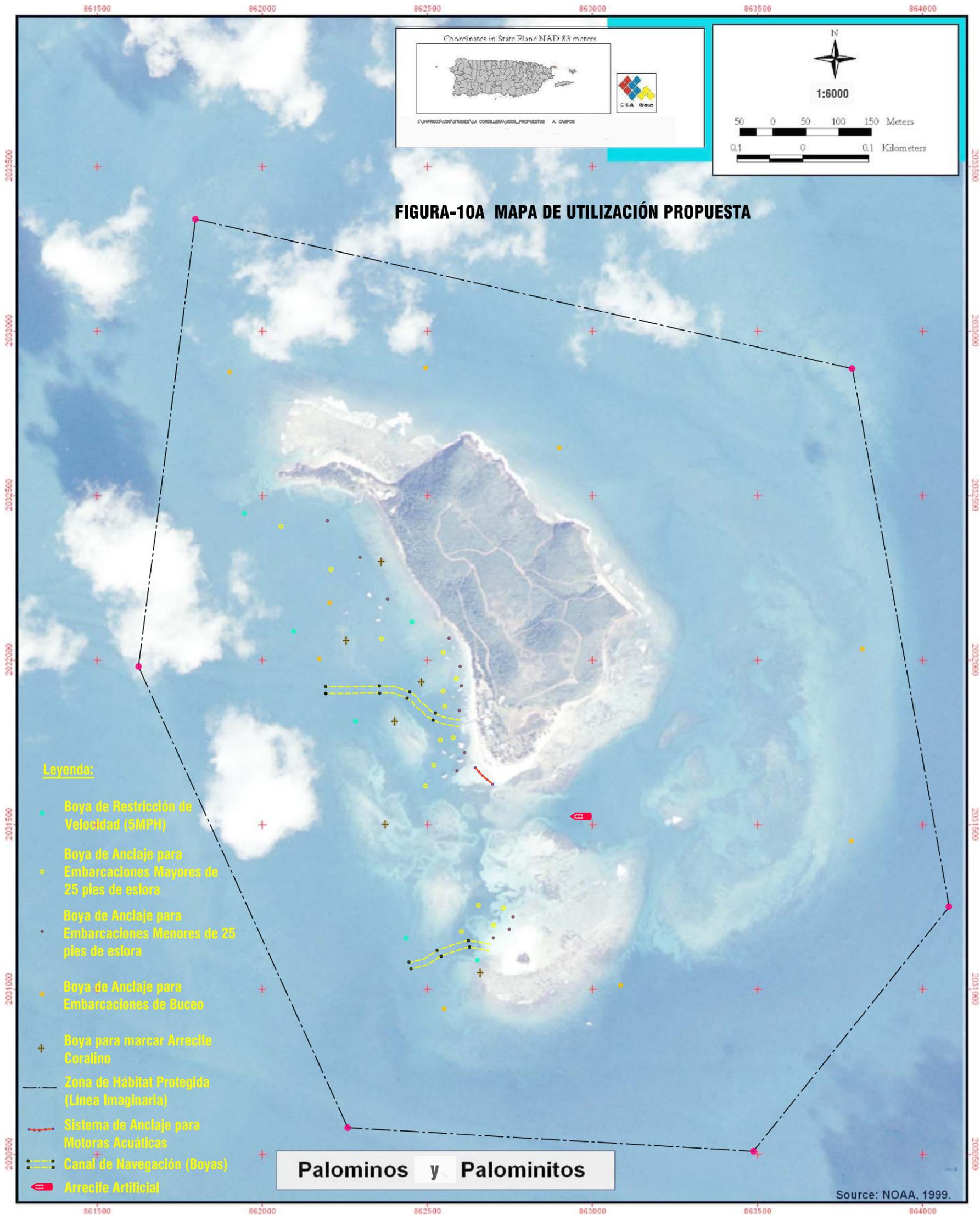
### 5.3 Mapas de Utilización Propuesta

Los mapas de utilización propuesta indican aproximadamente las áreas designadas basadas en el uso adecuado y protección de los recursos marinos según presentado. Se incluyen las zonas donde se recomienda colocar diferentes tipos de boyas, veredas submarinas, delimitación de hábitat, entre otros. Dichas áreas se han identificado para cada cayo/islote.

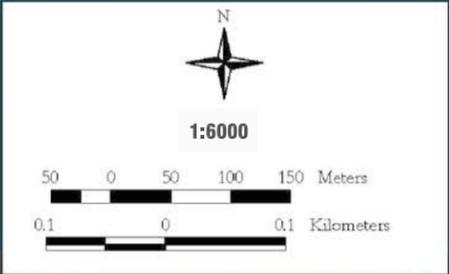
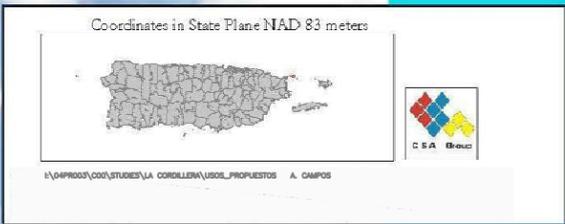
#### 5.3.1 Palominos y Palominitos

Se proponen las siguientes medidas de protección y uso para Palominos/Palominitos (**Figura 10A y 10B**):

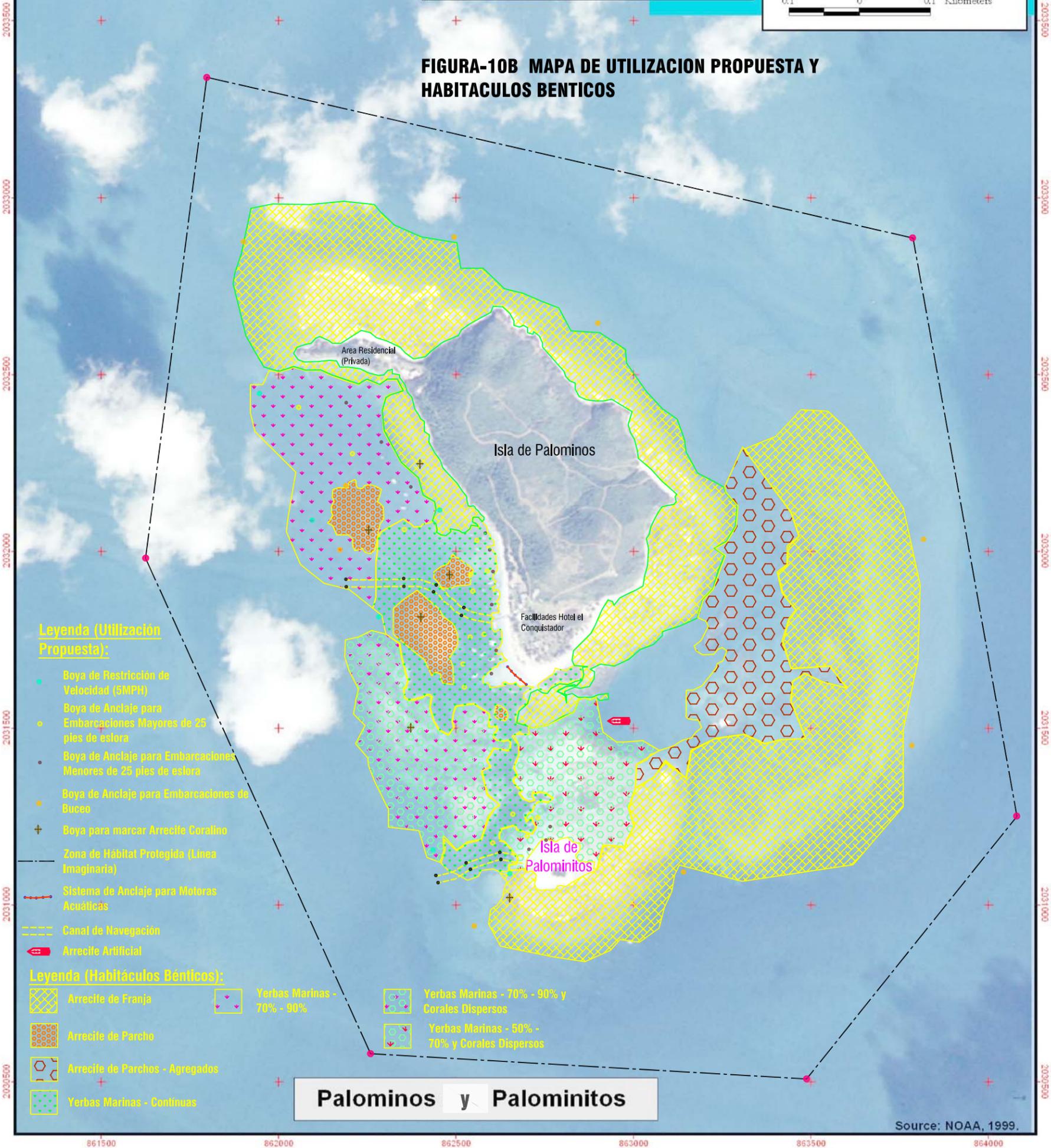
- ❖ Boyas típicas de restricción de velocidad a sur de los islotes.
- ❖ Boyas de amarre para embarcaciones de menos de 25 pies de eslora.
- ❖ Boyas de anclaje para embarcaciones mayores de 25 pies de eslora hasta 65 pies.
- ❖ Boyas de anclaje exclusivas para operaciones de buceo.
- ❖ Sistema de anclaje/amarre para embarcaciones pequeñas de hasta 15' pies ("Dinghy boats") y motoras acuáticas en la punta sur de Palominos.
- ❖ Boyas demarcando áreas de arrecife coralino;
- ❖ Boyas para delimitación de la zona de hábitat protegido (no pesca/captura).
- ❖ Demarcar canal de navegación.



861500 862000 862500 863000 863500 864000



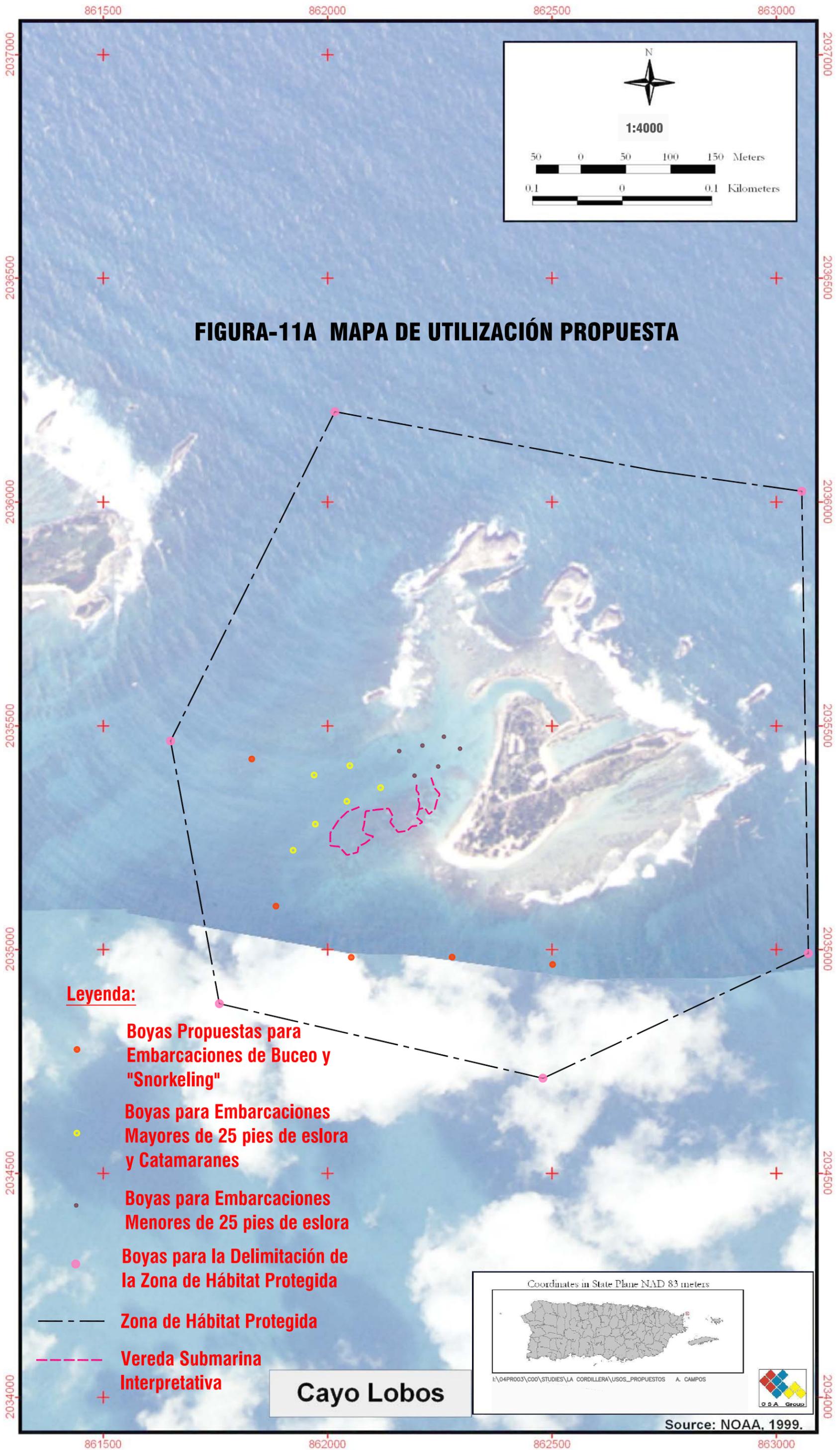
### FIGURA-10B MAPA DE UTILIZACION PROPUESTA Y HABITACULOS BENTICOS



### 5.3.2 Cayo Lobos

La **Figura 11A y 11B** presenta los usos propuestos para Cayo Lobos los cuales incluyen:

- ❖ Boyas propuestas para embarcaciones de buceo recreativo.
- ❖ Boyas de anclaje para embarcaciones de menos de 25 pies de eslora.
- ❖ Boyas de anclaje para embarcaciones mayores de 25 pies hasta 65 pies de eslora.
- ❖ Boyas para delimitación de la zona de hábitat protegido (no pesca/captura).
- ❖ Vereda submarina interpretativa.



**FIGURA-11A MAPA DE UTILIZACIÓN PROPUESTA**

**Legenda:**

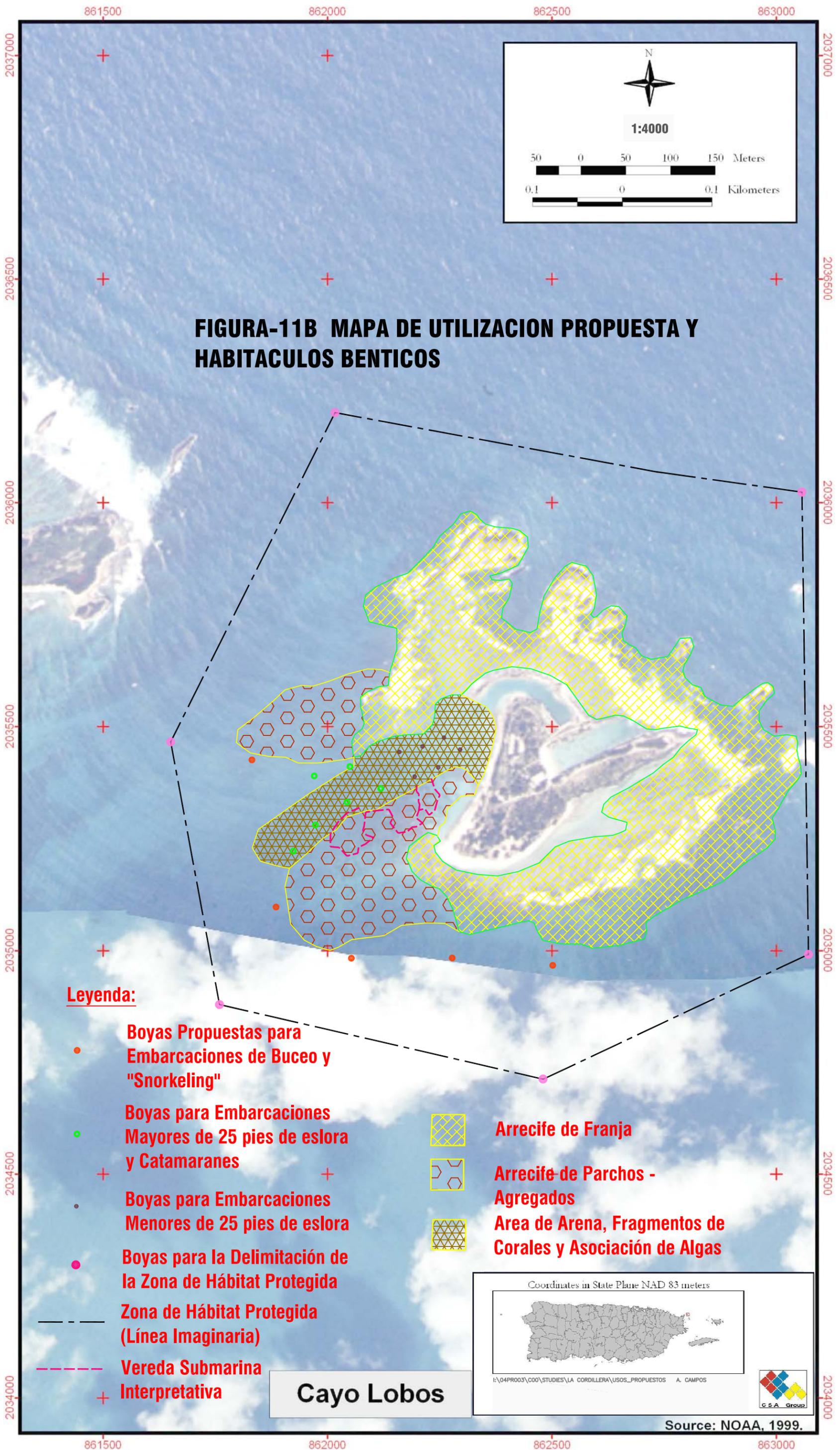
- **Boyas Propuestas para Embarcaciones de Buceo y "Snorkeling"**
- **Boyas para Embarcaciones Mayores de 25 pies de eslora y Catamaranes**
- **Boyas para Embarcaciones Menores de 25 pies de eslora**
- **Boyas para la Delimitación de la Zona de Hábitat Protegida**
- **Zona de Hábitat Protegida**
- **Vereda Submarina Interpretativa**

**Cayo Lobos**

Coordinates in State Plane NAD 83 meters

I:\04PRO03\C00\STUDIES\LA\_CORDILLERA\USOS\_PROPUUESTOS A. CAMPOS

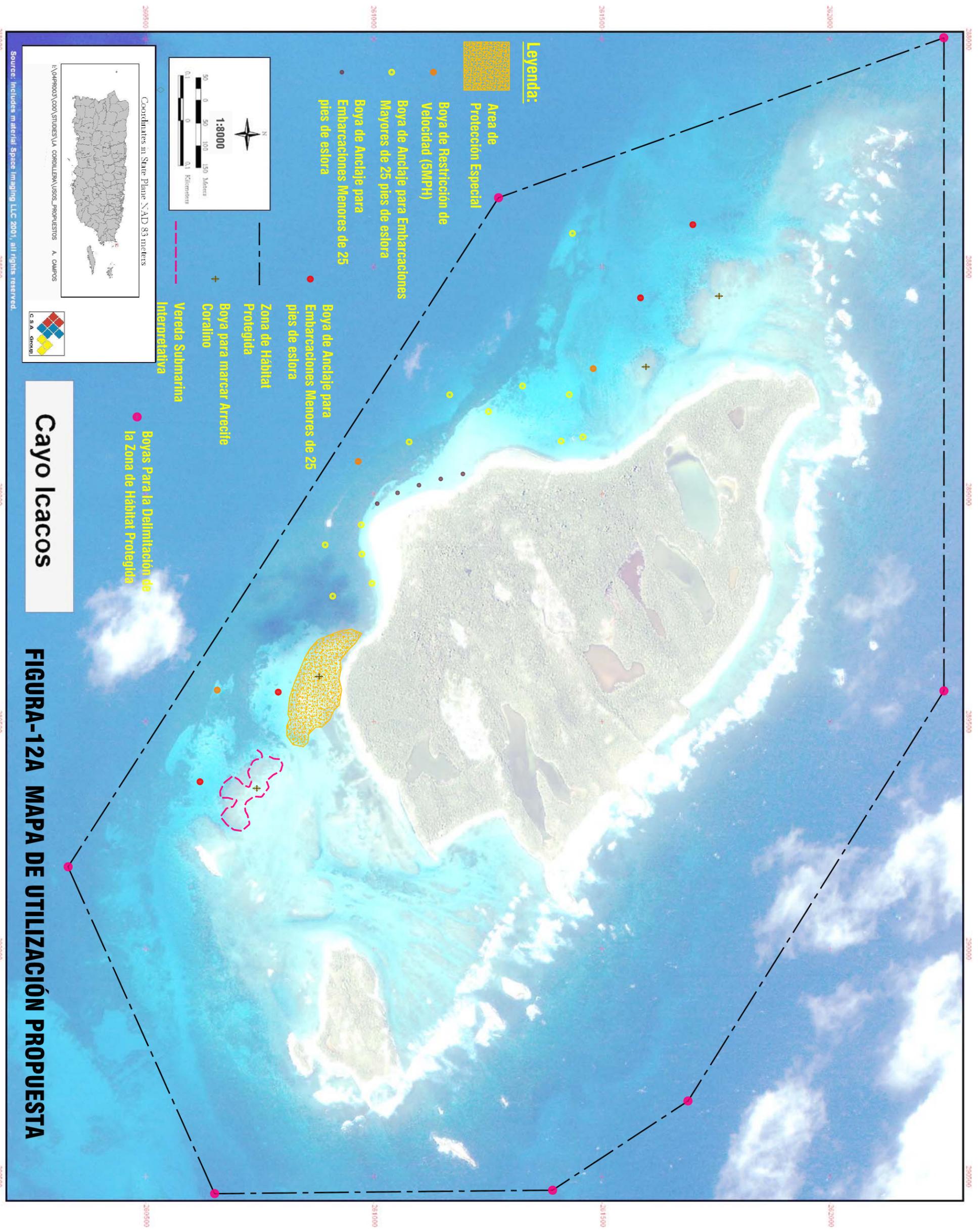
Source: NOAA, 1999.



### 5.3.3 Cayo Icacos

El mapa de utilización propuesta (**Figura 12A y 12B**) para Cayo Icacos incluye:

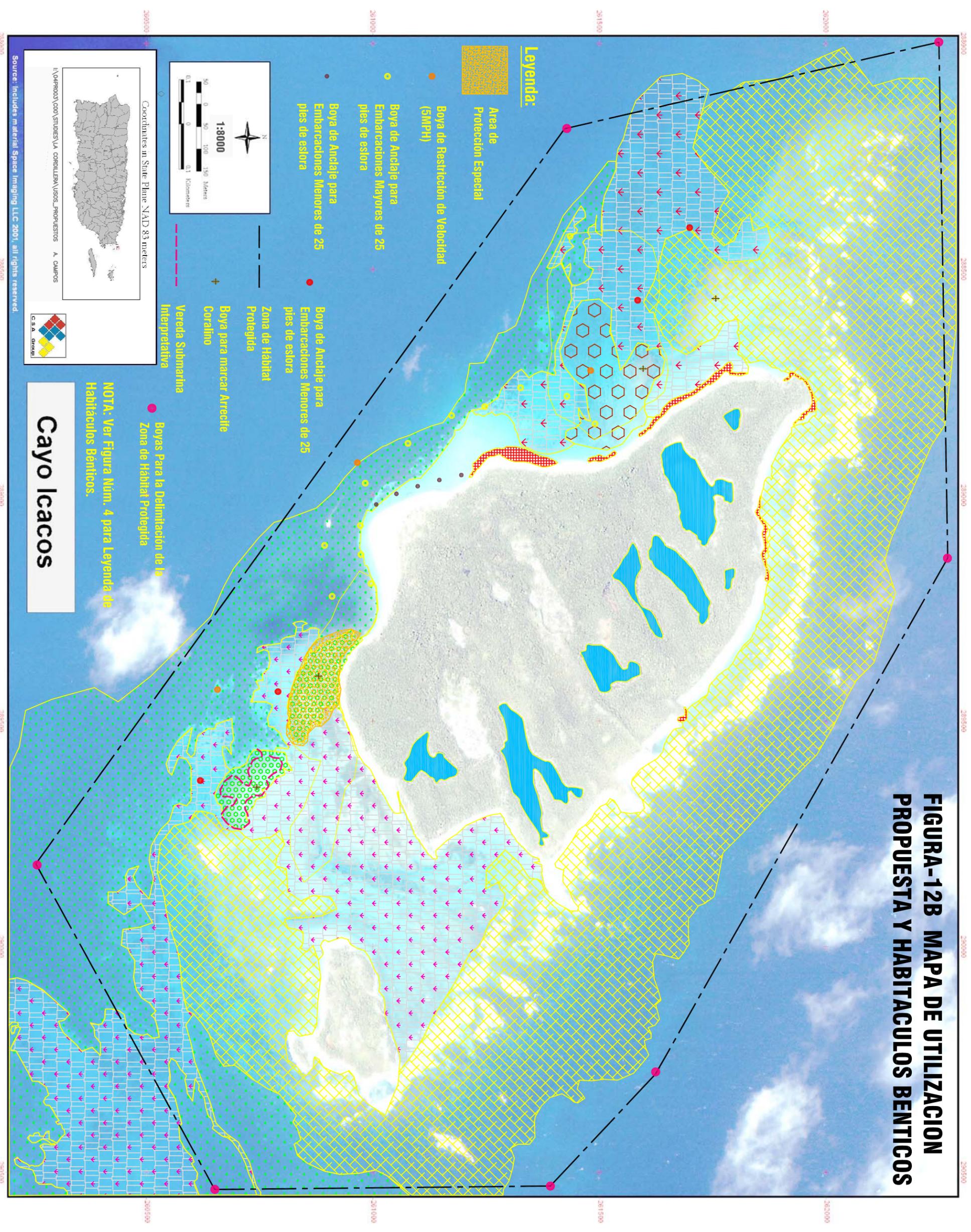
- ❖ Área de protección de hábitat.
- ❖ Boyas de restricción de velocidad.
- ❖ Boyas de anclaje para embarcaciones de menos de 25 pies de eslora.
- ❖ Boyas de anclaje para embarcaciones mayores de 25 pies hasta 65 pies de eslora.
- ❖ Zona de hábitat protegido (no pesca/captura).
- ❖ Boyas demarcando áreas de arrecife coralino.
- ❖ Vereda submarina interpretativa.
- ❖ Área de protección especial (Zona intermareal sensitiva por la presencia de *Porites porites* en área llana).



# Cayo Icacos

**FIGURA-12A MAPA DE UTILIZACIÓN PROPUESTA**

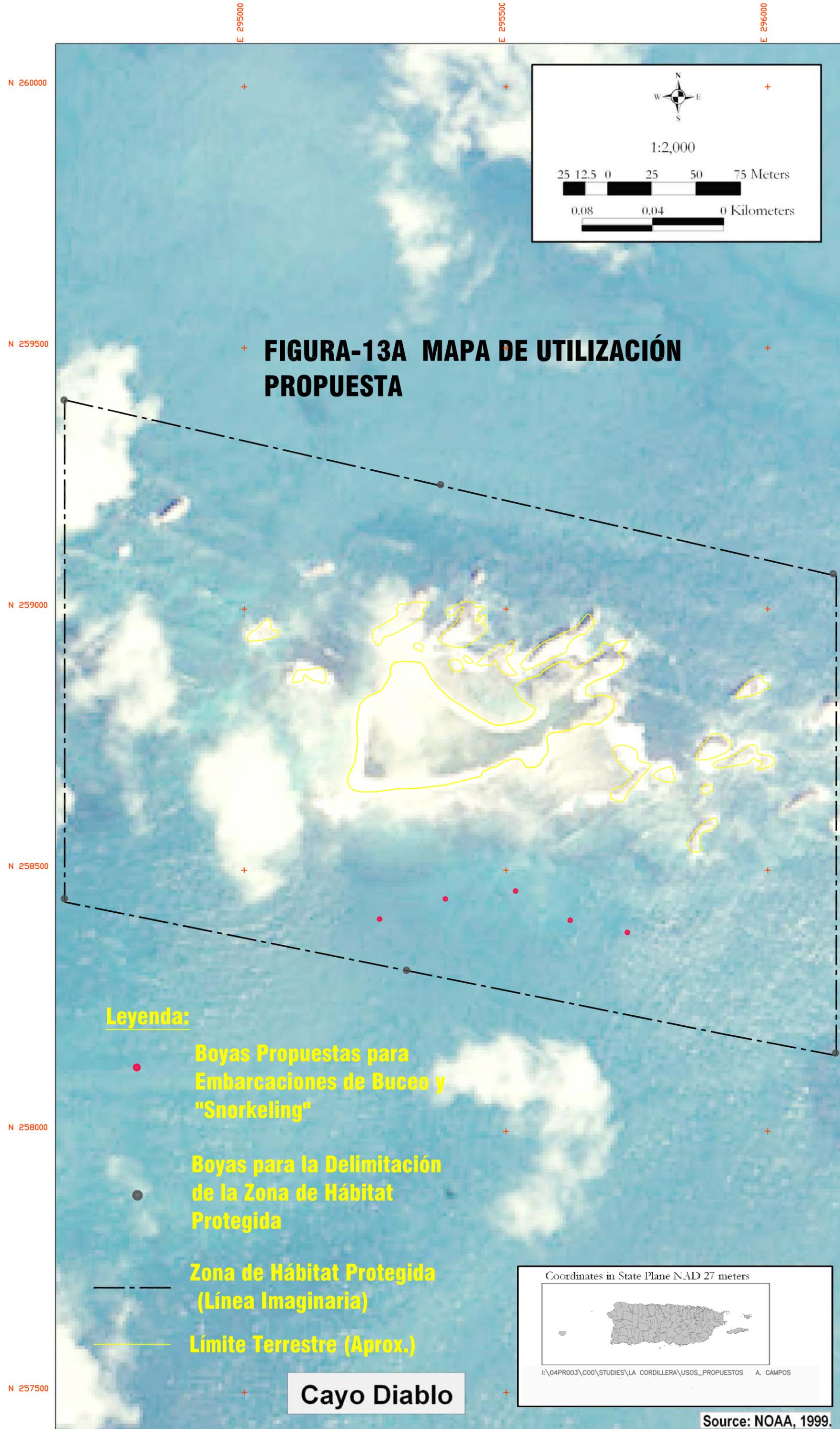
**FIGURA-12B MAPA DE UTILIZACION  
PROPUESTA Y HABITACULOS BENTICOS**



#### 5.3.4 Cayo Diablo

Se proponen las siguientes medidas para Cayo Diablo (**Figura 13A y 13B**):

- ❖ Boyas propuestas para embarcaciones de buceo recreativo.
- ❖ Boyas para delimitación de la zona de hábitat protegido (no pesca/captura).



**FIGURA-13A MAPA DE UTILIZACIÓN PROPUESTA**

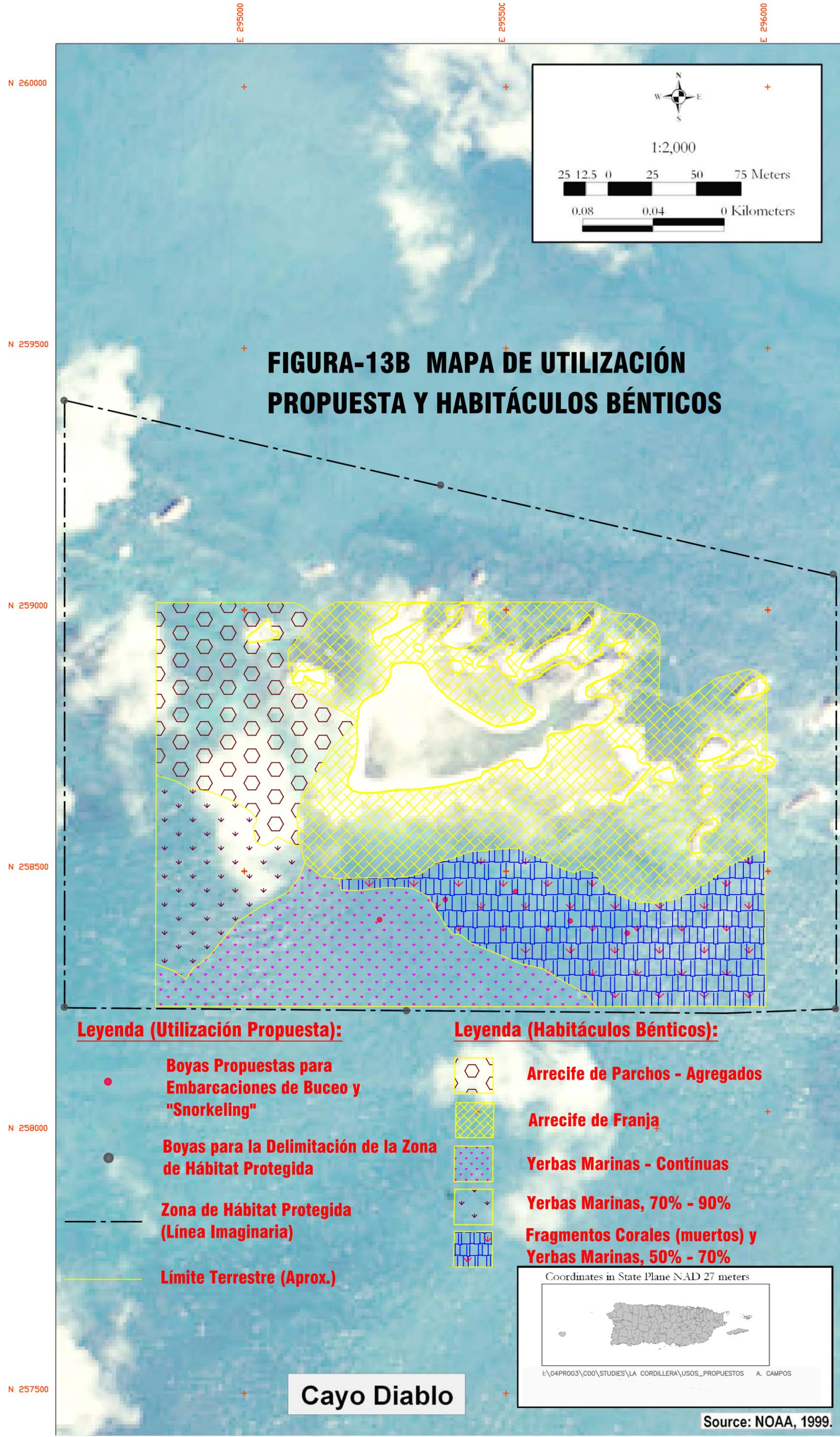
**Leyenda:**

- Boyas Propuestas para Embarcaciones de Buceo y "Snorkeling"
- Boyas para la Delimitación de la Zona de Hábitat Protegida
- Zona de Hábitat Protegida (Línea Imaginaria)
- Límite Terrestre (Aprox.)

**Cayo Diablo**

Coordinates in State Plane NAD 27 meters

I:\04PRO03\000\STUDIES\LA CORDILLERA\USOS\_PROPUESTOS A. CAMPOS



## FIGURA-13B MAPA DE UTILIZACIÓN PROPUESTA Y HABITÁCULOS BÉNTICOS

### Leyenda (Utilización Propuesta):

- **Boyas Propuestas para Embarcaciones de Buceo y "Snorkeling"**
- **Boyas para la Delimitación de la Zona de Hábitat Protegida**
- **Zona de Hábitat Protegida (Línea Imaginaria)**
- **Límite Terrestre (Aprox.)**

### Leyenda (Habitáculos Bénticos):

- Arrecife de Parchos - Agregados**
- Arrecife de Franja**
- Yerbas Marinas - Contínuas**
- Yerbas Marinas, 70% - 90%**
- Fragmentos Corales (muertos) y Yerbas Marinas, 50% - 70%**

Coordinates in State Plane NAD 27 meters

I:\04PRO03\C00\STUDIES\LA\_CORDILLERA\USOS\_PROPUUESTOS A. CAMPOS

**Cayo Diablo**

## 6.0 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

---

La Reserva Natural de La Cordillera necesita estrategias de manejo para conservar y mantener la integridad de sus valiosos recursos ecológicos, recreativos, económicos y educativos. La preparación de los diferentes mapas para establecer las recomendaciones y guías para desarrollar buenas prácticas de manejo requirió una evaluación de las diferentes áreas. La evaluación de las áreas se realizó de acuerdo a las técnicas discutidas en la Sección 3.0. La información obtenida y presentada en este documento ayuda a identificar aquellas actividades que no son compatibles con el valor ecológico del área, que no promueven un ambiente adecuado y que a la misma vez pueden representar un peligro contra la seguridad de los diferentes usuarios.

Para promover un buen estado de las respectivas áreas de La Cordillera se han desarrollado una serie de recomendaciones a tono con el valor ecológico del área. A continuación se presentan las recomendaciones con una breve descripción de las mismas para el área de la Reserva Natural de La Cordillera:

- **Implantar boyas de amarre adicionales** - debido al aumento en la navegación marítima y en la congestión de embarcaciones de diferentes tipos en el área de la Reserva Natural de La Cordillera se recomienda la instalación de aproximadamente **89** boyas esféricas de amarre (“Sur-Moor”). Las localizaciones de las boyas van de acuerdo al fondo marino y a la utilización del área. Las **Figuras 10 (A y B)** a la **13(A y B) - Mapas de Utilización Propuesta**, muestran aproximadamente la localización sugerida para la instalación de las boyas en los respectivos cayos, islas, islotes y arrecifes. Debido a la cantidad de boyas de amarre necesitadas y a la dificultad que le puede generar al DRNA la cantidad a instalar, la misma podría ser

instaladas progresivamente o en fases. Durante el primer año, una vez acogidas las recomendaciones se deberían instalar un total aproximado de 29 boyas. Al cabo de seis meses, se debería realizar la instalación de 20 boyas adicionales. La instalación de las boyas restantes se debería realizar al cabo de un año luego de la instalación anterior. Como parte de esta actividad se debe realizar un inventario y una inspección de las boyas existentes. De ser necesario las boyas o sistemas de anclajes que se encuentren en mal estado deben ser sustituidas. De igual manera, las boyas o sistemas de anclajes que se hayan perdido, deben ser reemplazadas. Las boyas de amarre recomendadas, deberán ser instaladas mayormente sobre praderas de yerbas marinas impactadas, y cercanas a arrecifes de coral que se encuentren amenazados por el anclaje de embarcaciones. Las boyas recomendadas que vayan a ser instaladas en áreas de arrecifes de coral deberán ser en lugares de fondo duro o arenoso, el cual se encuentre libre de colonización de corales. Las boyas de anclaje (amarre) no tan solo sirven como método de protección para los ecosistemas marinos, también sirven como una medida de seguridad en la navegación, ya que ayuda a tener un método de anclaje más controlado en áreas con gran concentración de embarcaciones. Debido a este criterio y la cercanía de ecosistemas sensitivos, se proponen algunas boyas sobre fondos arenosos.

- **Tipos de boyas para amarre adecuado** - debido a la diversidad de embarcaciones que visitan el área y sus diferentes usos en La Cordillera, se recomienda un sistema de amarre (anclaje) adecuado. Para esto, basado en el área de uso, tipo de embarcación

que la visita y tipo de actividad que se realiza, se deben de instalar boyas (“Sur-Moor”) que especifiquen el tipo de embarcación que pueda amararse. Esto ayudará a la duración de los sistemas de anclajes (boyas) futuros y existentes y promoverá una protección a los ecosistemas marinos más cercanos. Con la instalación de boyas y un sistema de amarre adecuado se minimiza los extensos daños que han sufrido o que pueden sufrir los ecosistemas marinos, en especial los arrecifes de coral y las praderas de yerbas marinas. De igual forma se optimiza y se extiende la vida de los respectivos sistemas de anclajes. Para facilitar el reconocimiento de las boyas por los nautas se recomienda la utilización de colores en las respectivas boyas. Las boyas para embarcaciones menores o igual a 25’ pies de eslora se recomiendan de un diámetro de 18” pulgadas. Las boyas para embarcaciones mayores de 25’ pies de eslora, diseñadas para catamaranes y otras embarcaciones de hasta 65 pies de eslora, se recomiendan de un diámetro de 24” pulgadas. Estas también serán instaladas al lecho marino. Para el amarre de embarcaciones pequeñas, no mayores de 15’ pies (“Dinghy boats”) y motoras acuáticas (área de Palomino y Palominitos), se recomienda utilizar boyas de un diámetro de 12” pulgadas. Estas boyas estarán amarradas unas a otras por medio de una soga con una separación entre una y otra de 25’ pies. Todas las boyas a instalarse deberán tener escrito su uso. Ver Apéndice B. Dichas boyas deberán ser con los colores típicos (boya blanca con banda azul) establecidos por la Guardia Costanera de los Estados Unidos para evitar confusiones en la navegación. Ver **Figuras 10 (A y B)** a la **13 (A y B)**.

- **Limitar las áreas de anclaje sobre arrecifes de coral y yerbas marinas** - debido a los daños que pueden causar sobre estos ecosistemas el anclaje repetitivo en una misma área, se recomienda que se limite su anclaje. En estas áreas se deberán establecer boyas de demarcación (“Markers Buoys”) prohibiendo el anclaje. Estas boyas deberán tener su etiqueta con su símbolo (  ) y significado de No Anclaje (“No Anchors”) con los colores permitidos por la Guardia Costanera de los Estados Unidos. Las anclas, junto con las cadenas que estas 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 infecciones entren al sistema causándoles la muerte. Ver **Figuras 10 (A y B)** a la **13 (A y B)**.
- **Boyas para la navegación** - se recomienda la instalación de boyas para la navegación cercano a los cayos e islas de La Cordillera. Estas boyas ayudarían a establecer canales de navegación en el área, minimizar impactos a corales y otros organismos. Esta recomendación incluye la instalación de boyas de velocidad, ya que se ha visto a personas en embarcaciones a altas velocidades en zonas donde están siendo utilizadas para actividades pasivas y anclaje de embarcaciones. En las **Figuras 10 (A y B)** a la **13 (A y B)** se muestra el área que debe ser considerada para la instalación de boyas que indiquen zona de baja velocidad y navegación que no genere oleaje. En esta figura también se muestra aproximadamente las áreas propuestas para la instalación de boyas para indicar los canales de navegación en los cayos.

Dichas boyas deben seguir el código de colores y formas establecidos por la Guardia Costanera de los Estados Unidos. Estas boyas señalan los costados de babor y de estribor de la ruta a seguir por las embarcaciones; las del lado de babor son de color verde y las del lado de estribor son similares pero de color rojo.

- **Áreas de buceo** - se recomienda la instalación de boyas esféricas (“Sur Moor”), con el logo de buceo color rojo fluorescente, para actividades relacionadas al buceo. Estas boyas deberían ser instaladas en los diferentes lugares de buceo más visitados. Esto ayudaría a minimizar impactos por el anclaje de embarcaciones sobre áreas de arrecifes y yerbas marinas. Las **Figuras 10 (A y B)** a la **13 (A y B)** muestran las áreas de buceo más visitas por turistas locales y del extranjero.
  
- **Inspección de boyas existente** - para evitar daños a ecosistemas marinos y la confrontación de problemas en la navegación, se recomienda la inspección de todas las boyas de anclajes existentes al igual que aquellas boyas que marquen áreas de arrecifes de corales, áreas llanas (bajos), patrones de navegación y/o áreas de navegación restringida (Ej. velocidad máxima. 5mph). De ser necesario estos sistemas de anclajes deben ser reemplazados.
  
- **Restringir el uso de embarcaciones de motor** - se debe de restringir el uso de embarcaciones de motor sobre áreas llanas y ecosistemas marinos sensitivos y de alto valor ecológico (Ejemplo: Arrecife linear o de orilla en Cayo Diablo). Esto evita la coalición de embarcaciones sobre arrecifes de gran interés y ayuda a

preservar su integridad. Como método se recomienda la utilización de boyas, las cuales indiquen que ninguna embarcación debe sobre pasar el perímetro establecido sin previa autorización.

- **Área de Protección de Hábitat** - se recomienda la prohibición de la pesca y captura (“non-take zones”) a medio kilómetro (0.5 Km) a la redonda de todos los cayos, islas, islotes y arrecifes que componen la Reserva Natural de La Cordillera. Las áreas de no pesca se deben delimitar con boyas particulares. Se recomienda la instalación del mismo tipo de boya utilizada para la demarcación de los límites de la Reserva Natural del Canal de Luis Peña en la Isla Municipio de Culebra (Hernández -Delgado, 2003). Ver Apéndice C. Esto con el propósito de establecer un sistema fijo, fácil de reconocer por los diferentes visitantes. De esta manera se evitará la sobrepesca que ha ocurrido dentro de la zona de los cayos permitiendo la recuperación y que estas áreas vuelvan a servir de hábitat para especies de peces, crustáceos y moluscos, entre otros. Con esta medida de protección estas áreas, darán paso a que especies emigren a otras áreas cercanas abiertas a la pesca. Esto ayudará a salvaguardar la industria pesquera de la zona. Es importante mencionar que existe una relación entre la sobrepesca y el crecimiento de algas sobre los corales. Esto debido 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. Se ha comprobado que áreas en donde se ha restringido la pesca, las mismas han asistido en la recuperación de abastecimiento de peces y ha mejorado la tasa de pesca en áreas aledañas sin protección

(Davidson & Gjender, 1990). Las áreas hacia fuera de la boyas delimitando la zona de protección de hábitat serán consideradas como áreas de Uso General, donde se permita la pesca y captura de especies permitidas. Ver **Figuras 1, 10 - 13**.

- **Estaciones submarinas de monitoreo permanente** - se recomienda el establecimiento de estaciones submarinas para registrar cambios en el transcurso del tiempo en los ecosistemas. La **Figura 12A y 12B - Mapa de Utilización Propuesta**, muestra el área sugerida (Área de Protección Especial) para la creación de una estación submarina de monitoreo. Es importante realizar el monitoreo periódico a las estaciones que se establezcan. Para esto es necesario desarrollar y establecer técnicas de monitoreo para detectar cambios en el recurso, causados por impactos antropogénicos. Si no se tiene la información necesaria de los ecosistemas es difícil identificar la causa de su degradación y de su estado antes del cambio.
  
- **Creación de vereda submarina interpretativa** - como modo de atracción turística y medio educativo se propone la creación de una vereda submarina interpretativa al sudeste de cayo Icacos y suroeste de Cayo Lobo. Ver **Figura 11 (A y B) y 12 (A y B)**.
  
- **Mantenimiento de rótulos-** se deben inspeccionar todos los rótulos o carteles instalados por el DRNA en el área de La Cordillera y sustituir los que sean necesario. Esto proporcionará mayor seguridad a los visitantes.

- **Programa educativo para operadores de buceo y pescadores** -es imprescindible instruir a operadores de buceo y pescadores sobre la importancia (en todos los aspectos) de proteger los arrecifes y otros hábitáculos asociados. Dándole especial énfasis a los pescadores del beneficios económicos que obtendrían de la protección de los ecosistemas marinos tales como el aumento en la pesca a largo plazo.
  
- **Programa Informativo** - se debe coordinar y establecer un programa informativo por medio de charlas para todas las personas que de un modo u otro se benefician de estos recursos. Este programa se debe de desarrollar refiriéndose a la importancia de los recursos marinos y otros temas que fomenten la familiarización con el área de La Cordillera, de manera que se puedan evitar el encallamiento de embarcaciones, minimizando así los impactos negativos. Se sugiere que se otorgue un taller educativo en las diferentes marinas, villas pesqueras del área y forme parte de los cursos de navegación. En adición, se deben de instalar letreros en las diferentes marinas, villas pesqueras y en los cayos más visitados (Palominos, Palominitos e Icacos, etc.) sobre los métodos de anclaje correctamente, los tipos de boyas y sus significados y sobre la navegación responsable. Las dimensiones de estos letreros podrán ser típicamente las usadas por el DRNA, dependiendo del área a colocarse. En los cayos, los letreros deberán colocarse cercano a la zona de bañistas (áreas de mayor actividad). Una vez sea completado el Plan de Manejo para el Área de la Reserva Natural de La Cordillera se deberán confeccionar lo letreros con sus objetivos y sus respectivos mensajes. Se propone

integrar dicha información en un modulo educativo para incorporarse al currículo de los cursos de navegación exigidos por el DRNA.

- **Arrecifes artificiales** - la instalación de arrecifes artificiales ha probado ser una técnica de manejo efectiva para reducir la presión de uso de áreas sensitivas. Esta consiste en sumergir estructuras que funcionen como sustrato para el reclutamiento de especies tanto sésiles como mótiles. Además, estos actúan como hábitat para especies bénticas y pelágicas. Los arrecifes artificiales pueden ser embarcaciones decomisionadas, previamente preparadas y limpiadas. Estos arrecifes artificiales fomentan el buceo recreativo y atraen buzos turísticos que a su vez fomentan un incremento en la economía local. Ver **Figura 10 (A y B)**

## **7.0 PERSONAL PARTICIPANTE - CSA**

---

### **Trabajo de Campo:**

- Dr. Jorge Bauzá-Ortega - Oceanógrafo
- Sr. Jorge L. Coll - Biólogo Marino
- Sr. David R. Rosa - Biólogo

### **Revisión y Consultas:**

- Sra. Brenda Guzmán - Gerente de Proyecto,  
Científico Ambiental y  
Revisor Técnico.
- Dr. Jorge Bauzá - Ortega -- Revisor Técnico

## 8.0 REFERENCIAS

---

- Cardona-Bonet, W.A. 1985. Islotes de Borinquen: Notas para su Historia. Oficina Estatal de Presevación Histórica, San Juan, pp 6-12.
- Cerame-Vivas, M. J. 1988. Atlas Costero de Puerto Rico 1989-1990: Manual para el dueño de pequeñas embarcaciones. Art Printing, Inc.
- Davidson, L. & K. Gjerde. 1990. An Evaluation of International Protection Offered to Caribbean Coral Reefs and Associated Ecosystems. Wood Hole Oceanographic Institution and Greenpeace International. Washington, D.C. 70 pp.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Área de Investigaciones Científicas. 1990<sup>a</sup>. Programa de Manejo de la Zona Costanera. Plan de Manejo Reserva Natural Arrecifes La Cordillera. 99 pp.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Área de Investigaciones Científicas. 1990<sup>b</sup>. Programa de Manejo de la Zona Costanera. Suplemento Técnico al Plan de Manejo Reserva Natural Arrecifes La Cordillera. 274 pp.
- Ewel, J.J. & J.L. Whitmore. 1973. The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Institute of Tropical Forestry, Forest Service, USDA. 71 pp.
- García, J. R., Morelock, J., Castro, R., Coenaga, C., y Hernández, E. A. En Imprenta. Puertorican Reefs: Research, Synthesis, Present Threats and Management Perspectives.
- Hernández-Delgado, E. A. 1992. Coral Reef Status of the Northeastern and Eastern Puerto Rican Waters: Recommendations for Long-term Monitoring, Restoration, and Management. Caribbean Fishery Management Council, Hato Rey, P.R. 87pp.
- Hernández-Delgado, E. A. 1994. Preliminary Inventory of the Coral Reef Systems and Hardground Communities from La Cordillera Natural Reserve, Puerto Rico. Project Reefkeeper, Miami, Fl.

- Hernández-Delgado, E.A. 2003. Suplemento Técnico al Plan de Manejo para la Reserva Natural del Canal Luís Peña, Culebra, Puerto Rico. I. Caracterización de Habitáculos. Informe sometidos al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. San Juan, Puerto Rico. 30 de agosto de 2003. 109 pp.
- Kaye, C.A., 1959. Shoreline Features and Quaternary Shoreline Changes of Puerto Rico. Geol. Surv. Prof. Paper 317-B. U.S. Gov. Printing Office, Washington D.C.
- Kechintong, R.A. and E.T. Brydget. 1988. Coral Reef Management Handbook. UNESCO Regional Office for Science and Technology for South-East Asia, Jakarta, Indonesia 321 pp.
- Kendall, M.S., et al. 2001<sup>a</sup>. Benthic Habitats of Puerto Rico and the Virgin Islands (CD-ROM). U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Ocean Service, National Centers for Coastal Ocean Science Biogeography Program. Silver Spring, MD.
- Kendall, M.S., et al. 2001<sup>b</sup>. Methods Used to Map the Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. URL: <http://biogeo.nos.noaa.gov/projects/mapping/caribbean/starup.htm>
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Systems 3: 36-71.
- Mckenzie, F. and M. Benton. 1972. Biological Inventory of the Waters and Keys of North-East Puerto Rico. Final Report Submitted to the Secretary of Public Works, Division of Natural Resources. Laboratory of Neurobiology, Medical Science Campus, U.P.R., 90 pp.
- Moffatt & Nichol Engineers. 3003. Coastal Engineers Assessment at Punta Candelero, Puerto Rico. June 2003. Final Report.
- Shannon, C.E. 1948. Equitability indices: Dependence on the species count. Ecology 50: 466-467.
- Torres-Rodriguez, J. et al. 1990 Efectos del Huracán Hugo sobre Puerto Rico. Seminario de Salud Ambiental, Recinto de Ciencias Médicas.
- Vicente, V. 1989. Litoral Ecological Stability and Economic Development. Science-Ciencia. Vol. 16. NUM 2. pp. 279-280.

---

---

## APENDICES

---

---

---

---

**APENDICE - A**

---

---

---

## DEFINICIONES DE LOS DIFERENTES ECOSISTEMAS MARINOS CLASIFICADOS EN EL AREA DE LA CORDILLERA

---

- **Arrecife de Franja**

Formación coralina desarrollada mayormente desde la orilla, donde en algunos casos se puede presumir que su plataforma puede ser una extensión de la costa misma. Estas formaciones suelen tener una orientación paralela a la costa.

- **Arrecife de Parcho (Individual)**

Formación de corales que se encuentran aislados de otras formaciones de arrecifes de coral. Estas formaciones suelen ser de diversos tamaños y no poseen una estructura definida.

- **Arrecife de Parcho - Agregados**

Formación de corales agregados aislados que suelen encontrarse tan cercanos y difusos para ser identificados y delineados de forma individual. Al igual que los arrecifes de parchos individuales, estas formaciones suelen ser de diversos tamaños y no poseen una estructura definida.

- **Áreas de Corales Dispersos**

Áreas de fondo arenoso o de yerbas marinas con pequeñas rocas dispersas con cabezas de corales aisladas, las cuales son muy pequeñas para delinarse individualmente.

- **Yerbas Marinas-Continuas**

Zona de yerbas marinas con una cobertura de 90% o más del sustrato. Estas zonas pueden incluir áreas desprovistas de yerbas no mayor del 10% del área total. Estas áreas desprovistas de yerbas suelen ser muy pequeñas para definir las en los Mapas de Habitáculos Bénticos.

- **Yerbas Marinas 70% - 90%**

Zona de yerbas marinas con una cobertura de 70% a 90% del sustrato. Estas zonas pueden incluir áreas con una formación irregular. Estas áreas suelen poseer espacios desprovistos de yerbas, los cuales suelen ser muy pequeños para definirlos en los Mapas de Habitáculos Bénticos.

- **Yerbas Marinas 50% - 70%**

Zona de yerbas marinas con una cobertura de 50% a 70% del sustrato. Estas zonas pueden incluir áreas con una formación irregular y en ocasiones difusas teniendo como resultados áreas de parchos aislados. Al igual que en las otras zonas de yerbas marinas, estas áreas también suelen poseer espacios

desprovistos de yerbas, los cuales en ocasiones suelen ser muy pequeños para definirlos en los Mapas de Habitáculos Bénticos.

- **Pavimento Rocoso Expuesto**

Roca de fondo (“bedrock”) expuesta continua a la costa. Generalmente posee un relieve estructural alto. En esta área se pueden observar macroalgas, algunos corales pétreos, octocorales, gorgóneos y otros invertebrados sésiles, pero sin que estos obscurezcan el pavimento rocoso expuesto.

---

**APENDICE - B**  
**INFORMACION SOBRE INSTALACION DE BOYAS**

---

# MARINE CARGO & SALVAGE CO.

PO BOX 1432 CEIBA, PR 00735  
TEL. 787-370-0030 / FAX 787-885-6534  
EMAIL: [BUCANERO@PRW.NET](mailto:BUCANERO@PRW.NET)

1/13/2005

To: Dr. Jorge Bauzá-Ortega, CSA Group

Re: Mooring Installation Services

Jorge:

As per our last conversation regarding the Fajardo nature reserve islands" La Cordillera", Moorings project, four types of buoys were discussed:

1. Standard cruising mooring buoy- 18" diameter hard shell round white buoy attached to the seabed by means of helix screw anchor hydraulically installed in soft bottom areas, and by means of epoxied pin system drilled into solid bottom on the hard substrate bottom areas. See illustration #1 & #2.
2. Commercial Duty mooring- designed for charter catamarans and vessels up to 65 feet. Same as cruising buoy with added depth in embedment installation and bigger helix screw in order to withstand the greater topside area of larger boats and heavier horizontal loads.
3. Dinghy or tender mooring systems- Usually installed near popular dive attractions. Used only by small boats up to 15' long. Consists of two pin systems drilled to the bottom approx. 25 feet apart from one another. Each pin is attached to a small blue color buoy. These buoys are attached to each other with a poly line with several eye splices to where dinghies can be made fast to.
4. Channel marker buoys for designating beach entrance- mostly used for approaching shore in dinghies or small boats due to shallow water. Also helps in protecting the sensitive near shore habitats from pulling small boats up the beach, by restricting the activity to a specific area.

The following table describes the type of systems and the respective hardware.

**MARINE CARGO & SALVAGE CO. / MOORING INSTALLATION SERVICES PRICING TABLE**

	DEPTH	SUBSTRATE	BUOY TYPE	ANCHOR TYPE	LINES + HARDWARE+ PENNANT
<b>STANDARD CRUISING MOORING</b>	UNDER 25'	SAND	ROUND 18"	HELIX 8-10"	1" NYLON + 5/8 SHACKLES
	OVER 25'	SAND/ SOFT	ROUND 18"	HELIX 8-10"	1" NYLON + 5/8 SHACKLES
	OVER 25'	HARD	ROUND 18"	PIN	
<b>COMMERCIAL TYPE MOORING UP TO 65'</b>	UNDER 25'	SAND	ROUND 24"	LARGER HELIX	1" NYLON + 5/8 SHACKLES
	OVER 25'	SAND	ROUND 24"	LARGER HELIX	1" NYLON + 5/8 SHACKLES
<b>DINGHY MOORING SYSTEM</b>	UNDER 25'	HARD	ROUND 12"	PIN	3/4 POLY
			color coded		
<b>CHANNEL MARKER BUOYS FOR INSHORE</b>	UNDER 10'	SAND	ROUND 12"	SMALL HELIX	1" NYLON + 5/8 SHACKLES
			green/red		

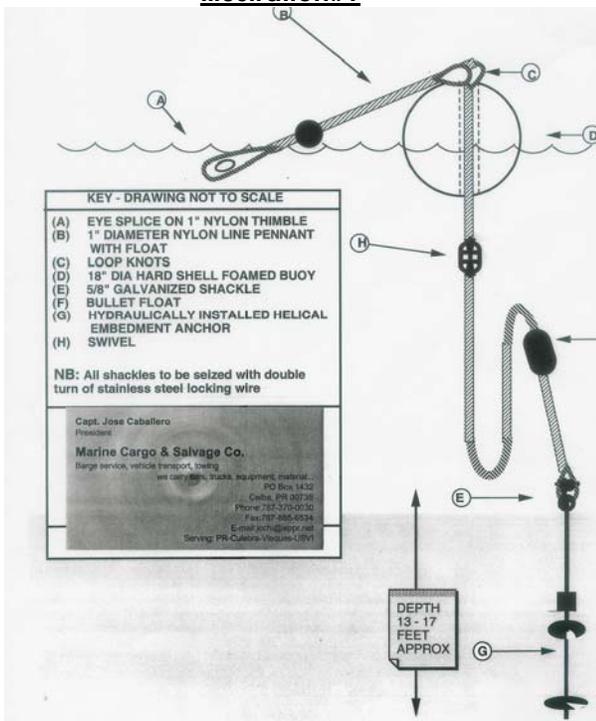
\* ALL PRICING INCLUDES HARDWARE, INTALLATION AND SUBSTRATE TEST.

\* ALL STANDARD MOORINGS AND COMMERCIAL ARE WHITE COLOR.

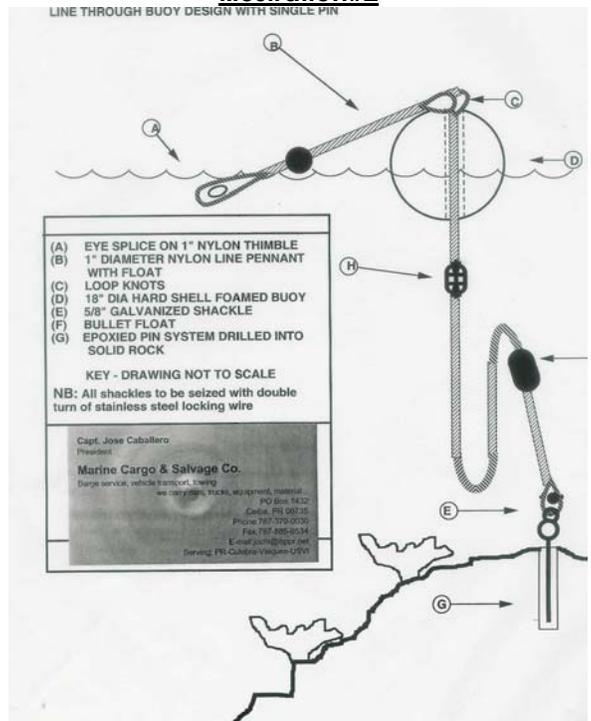
\* ABOVE PRICING ESTIMATED AS OF JAN 13, 2005.

\* PRICING SUBJECT TO CHANGE WITH MARKET FLUCTUATIONS

**Illustration#1**



**Illustration#2**



The substrate test will indicate which anchor system to use. I strongly recommend to Chart the corresponding sites so that we can go ahead and perform the tests and this way provide a more accurate job pricing estimate.

Marine Cargo & Salvage Co. is backed up by the mooring systems pioneers of the Caribbean, MOOR SEACURE LIMITED LTD., currently acting as consultants and suppliers of hardware and technical information. They have successfully installed moorings from St. John USVI to St. Vincent and the Grenadines, over 750 systems.

Our intention is to work closely with DNR and CSA to provide a reliable mooring system while conserving the seabed and promote the marine environmental awareness among the Puerto Rico boating public.

Please call if further information is needed.

Best Regards,

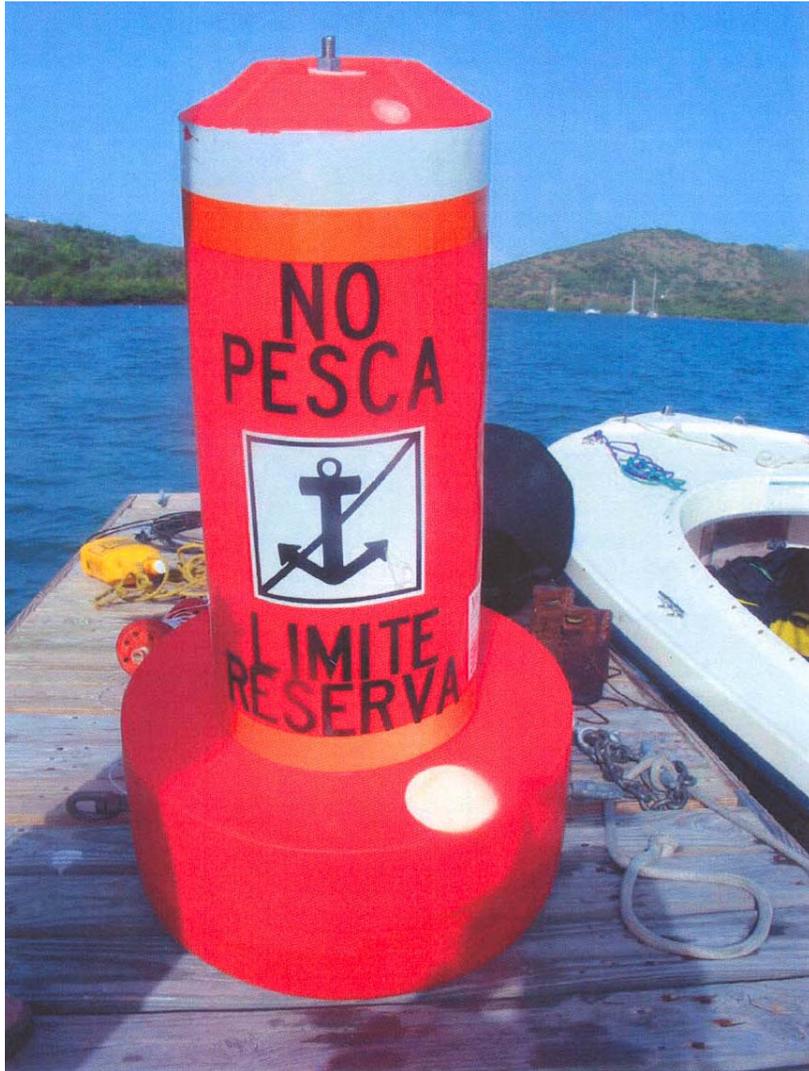
*J. Caballero*

Jose Caballero  
President

---

**APENDICE - C**  
**BOYA PROPUESTA PARA AREA DE PROTECCION DE**  
**HABITAT**

---



Ref. Foto: Hernández-Delgado, E.A. 2003 (RNCLPC)

Se recomienda la instalación del mismo tipo de boya utilizada para la demarcación de los límites de la Reserva Natural del Canal de Luis Peña en la Isla Municipio de Culebra. Esto con el propósito de establecer un sistema fijo y fácil de reconocer por los diferentes visitantes.

## BOYA PROPUESTA PARA AREA DE PROTECCION DE HABITAT



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico



---

**APENDICE - D**  
**DOCUMENTACION FOTOGRAFICA**

---

FOTO 1



FOTO 2



Área de bañistas, Isla de Palominos. Vista al noreste y sudeste.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico

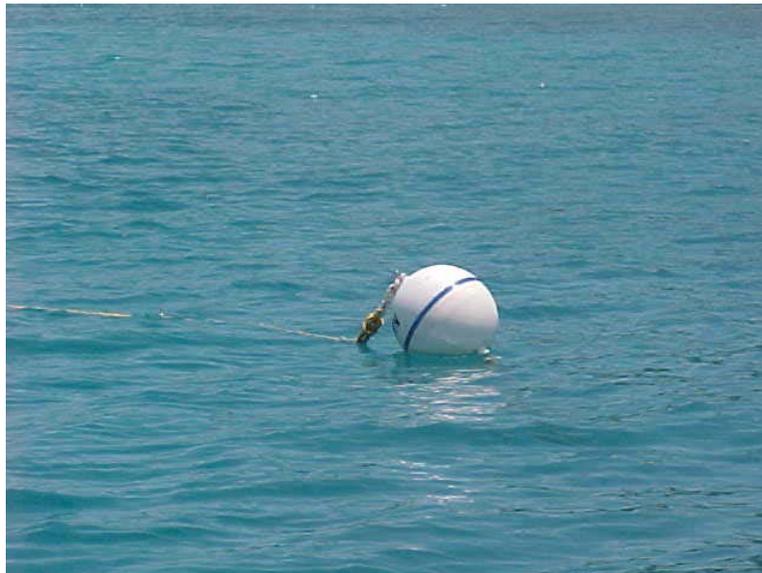


FOTO 3



Embarcación de buceo localizada al oeste de la Isla de Palominos utilizando sistema de boya de anclaje.

FOTO 4



Boya de anclaje ubicada en las aguas cercanas a la costa de la Isla de Palominos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 5



Motora acuática en las aguas cercanas a la costa de la Isla de Palominos y el Cayo Palominitos. Vista al oeste.

FOTO 6



Área del Cayo Palominitos. Vista al este.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 7



Zona de yerbas marinas en Isla de Palominos. Vista al noreste.

FOTO 8



Facilidades del Hotel El Conquistador en la Isla Palominos. Área de bañistas y zona de yerbas marinas. Vista al sudeste.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico



FOTO 9



FOTO 10



Anclaje sobre praderas de yerbas marinas en la Isla de Palominos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 11



FOTO 12



Vista de Cayo Diablo. Área restringida por el DRNA.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 13



Vista de Cayo Lobos. Cayo Lobos es uno de los pocos cayos privados en Puerto Rico. Al fondo estructuras existentes construidas por propietarios del cayo.

FOTO 14



Pradera de yerbas marinas con cicatriz (impacto) creada por embarcación en el área de Cayo Icacos. Vista al este.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

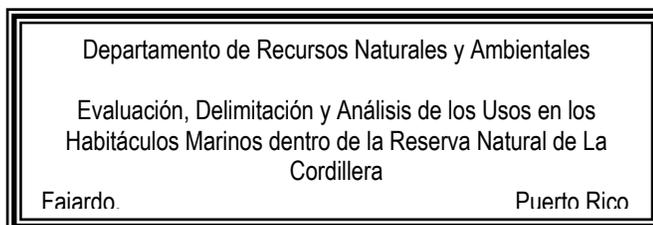


FOTO 15



FOTO 16



Embarcaciones en el área de Cayo Icacos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 17



Embarcación anclada en la orilla de Cayo Icacos.

FOTO 18



Área de bañistas en Cayo Icacos. Vista al norte.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 19



Vista de la Isla de Palominos desde la villa pesquera en Las Croabas.

FOTO 20



Velero en área de Cayo Icacos. Vista al sur.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 21



Arrecife de Coral al sur de Cayo Diablo.

FOTO 22



Arrecife de Coral al sudeste del Cayo Palominos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 23



Arrecife de Coral (*Montastrea annularis*) en el área de Cayo Lobos.

FOTO 24



Arrecife de Coral al oeste de la Isla de Palominos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

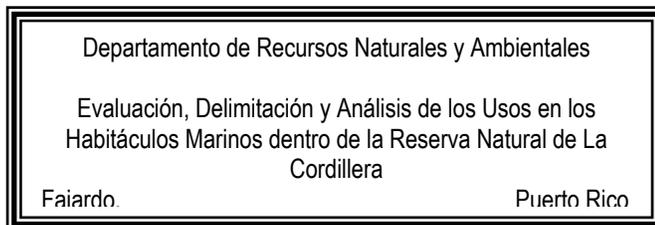


FOTO 25



FOTO 26



Actividad de buceo y "snorkeling" en el área de los cayos e islas de La Cordillera.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 27



FOTO 28



*Drymonema dalmatinum* observada cercana a la orilla al sur de Cayo Icacos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 29



Lecho marino al norte de la Isla de Palominos.

FOTO 30



Pradera de yerba marina (*Thalassia testudinum*) al oeste de la Isla de Palominos.

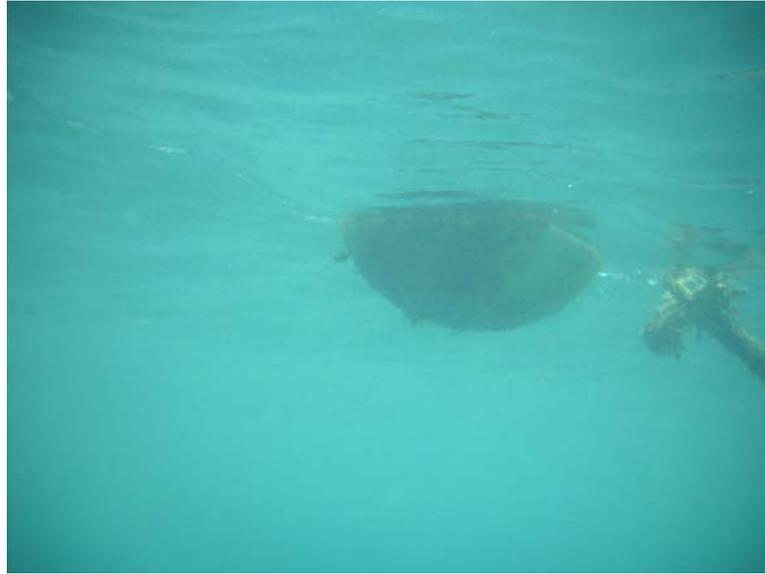
## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico



FOTO 31



Vista de boya de anclaje desde el fondo del mar hacia la superficie.  
Área de Cayo Icacos.

FOTO 32



Soga utilizada para el sistema de boyas de anclaje. Área de Cayo Icacos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico



FOTO 33



FOTO 34



Sistema de boyas de anclaje establecido sobre pradera de yerba marina (*T. testudinum*) y asociación de algas.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 35



Área de pradera de yerba marina (*Syringodium filiforme*) con asociación de algas localizada al oeste de la Isla de Palominos en el área de bañistas frente las facilidades del Hotel El Conquistador.

FOTO 36



Pradera de *S. filiforme* impactada por la utilización de anclas.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

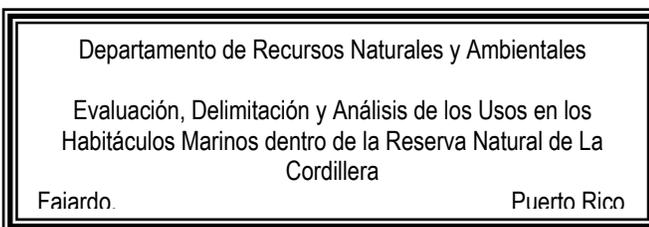


FOTO 37



FOTO 38



Pradera de yerbas marinas impactada por la utilización de anclas en el área del Cayo Palominos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 39



FOTO 40



Ancla sobre pradera de *S. filiforme* en área del Cayo Palominitos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

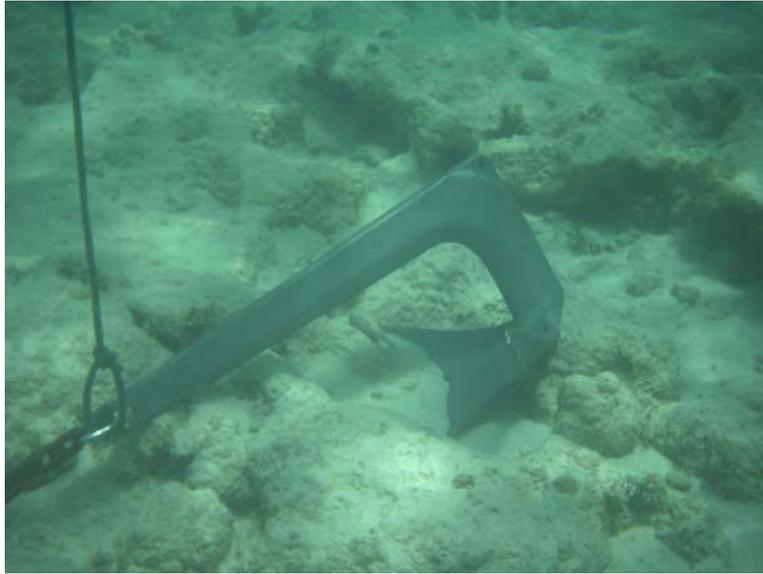
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 41



Ancla sobre fondo rocoso no colonizado. Cayo Palominos.

FOTO 42



Ancla sobre fondo arenoso. Cayo Icacos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 43



FOTO 44



Corales dispersos impactados al este del Cayo Palominitos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico



FOTO 45



FOTO 46



Ejemplo de desperdicios sólidos observados en Cayo Icacos, Isla Palominos, Cayo Palominitos y Cayo Lobos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera

Faiardo.

Puerto Rico



FOTO 47



Área recomendada como zona para protección especial por la abundancia de *Porite porites*. Sudeste de Cayo Icacos.

## DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Evaluación, Delimitación y Análisis de los Usos en los  
Habitáculos Marinos dentro de la Reserva Natural de La  
Cordillera  
Faiardo. Puerto Rico

