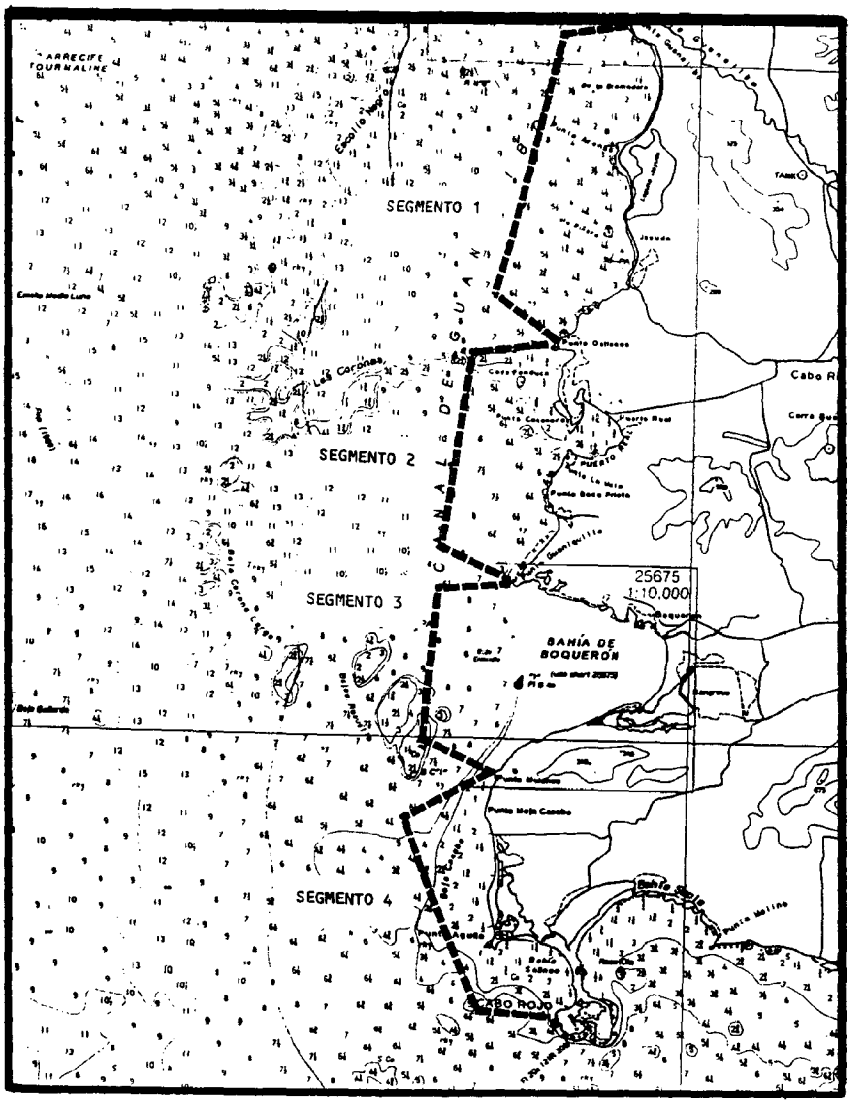
GUIAS PARA LA UBICACION DE MARINAS EN PUERTO RICO

SUPLEMENTO : AREAS SUR Y OESTE



por:

Ramón F. Martínez

Mayra García

COASTAL ZONE

INFORMATION

Estado Libre Asociado de Puerto Rico
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Programa de Manejo de La Zona Costanera
Area de Investigaciones Científicas
San Juan, Puerto Rico

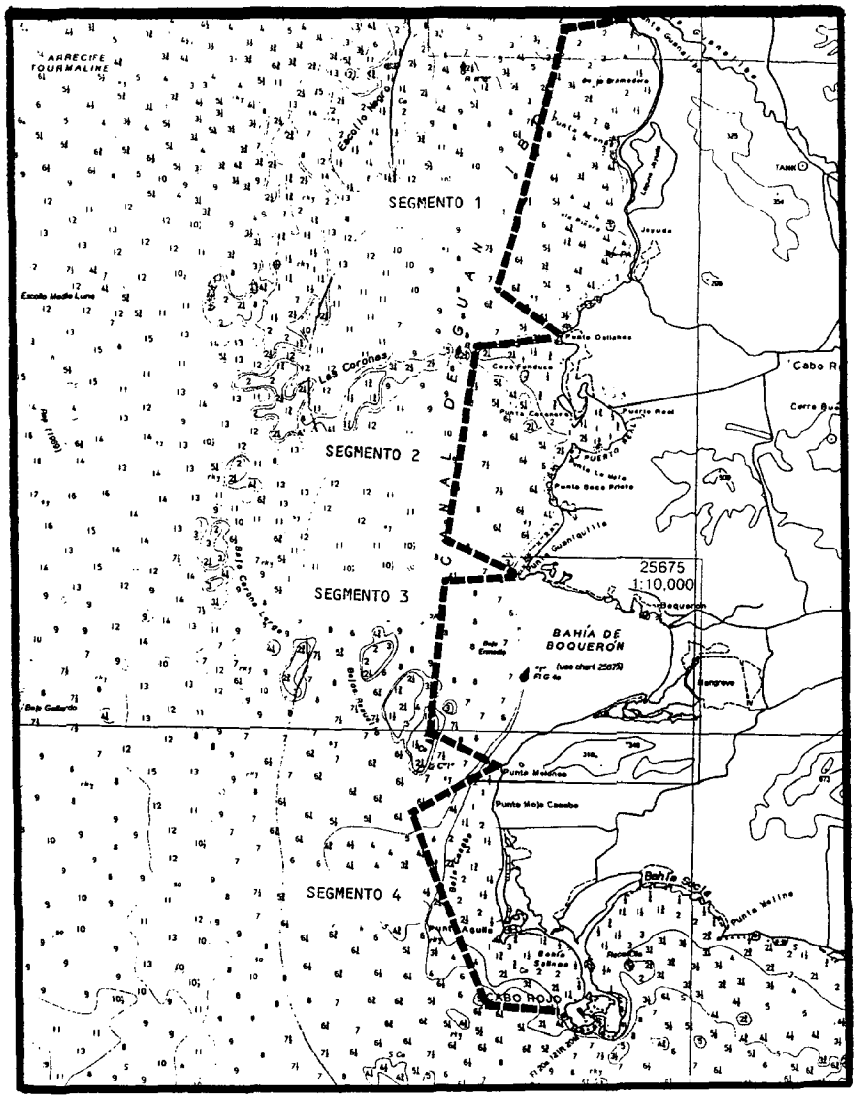
Enero / 1990

Puerto Rico. Coastal Zone Management Program

TD195.M37 P9 1990

GUIAS PARA LA UBICACION DE MARINAS EN PUERTO RICO

SUPLEMENTO : AREAS SUR Y OESTE



por:

Ramón F. Martínez

Mayra García

Estado Libre Asociado de Puerto Rico
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Programa de Manejo de La Zona Costanera
Area de Investigaciones Científicas
San Juan, Puerto Rico

Enero / 1990

GUIAS PARA LA UBICACION DE MARINAS EN PUERTO RICO

SUPLEMENTO: AREAS SUR Y OESTE

Ramón F. Martínez
Mayra García

Enero, 1990

Departamento de Recursos Naturales
Programa de Manejo de Zona Costanera
Area de Investigaciones Científicas
San Juan, Puerto Rico

CONTENIDO

pagina

Agradecimiento iii

Lista de figuras iv

English summary..... vi

Introducción 1

Breve descripción del área de estudio 7

Costa oeste

Segmento 1 7

Segmento 2 12

Segmento 3 15

Segmento 4 19

Costa sur

Segmento 1 23

Segmento 2 34

Segmento 3 36

Areas sensitivas al desarrollo de marinas 41

Costa oeste 41

Costa sur 52

Referencias..... 59

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron en la producción de este documento.

Agradecemos especialmente al Sr. Israel Díaz y a la Srta. Emilia Medina de la Sección de Recursos Marinos quienes prestaron su valiosa ayuda durante los trabajos de campo a bordo de la embarcación Doña Geña. Sin su apoyo, no hubiera sido posible realizar este trabajo dentro del límite de tiempo establecido.

Agradecemos también al Sr. Sixto Ortiz, Ayudante Especial del Secretario, por el contínuo apoyo que prestó al proyecto especialmente en los trámites administrativos para la rehabilitación de la embarcación de investigaciones.

La Oficina del Programa de Manejo de Zona Costanera del Departamento de Recursos Naturales ofreció apoyo administrativo durante todas las fases del trabajo por lo cual estamos muy agradecidos.

Los fondos para este trabajo fueron provistos por la Administración Nacional Oceanica y Atmosférica (NOAA) a través del Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Segmentos de la costa oeste incluídos en la evaluación.

Figura 1a. Segmentos de la costa sur incluídos en la evaluación.

Figura 2. Segmento 1.

Figura 3. Segmento 1.

Figura 4. Segmento 2.

Figura 5. Segmento 3.

Figura 6. Segmento 4.

Figura 7. Segmento 4.

Figura 8. Costa sur, segmentos 1 y 2.

Figura 9. Bahía de Jobos.

Figura 10. Cayos Caribe

Figura 11. Cayos de Barca.

Figura 12. Transecto de salinidad intersticial a lo largo de un islote en los Cayos Caribe.

Figura 13. Diagrama de la zonación de los sistemas naturales en la Bahía de Jobos.

Figura 14. Mar Negro y áreas lagunares.

Figura 15. Bahía Salinas y Cayo Mata.

Figura 16. Bahia de Jauca.

Figura 17. Costa sur, segmento 3.

Figura 18. Manglares de Punta Cabullón y Cayos Fríos.

Figura 19. Caja de Muertos y Cayo Berberia.

Figura 20. Distribución del manati alrededor de Puerto Rico.

Figura 21. Distribución de tortugas marinas en Puerto Rico.

Figura 22. Reserva Natural de la Laguna de Joyuda.

Figura 23. Areas Criticas para el desarrollo de vida silvestre en Punta Guaniquilla.

Figura 24. Areas de Planificación Especial y Reservas Naturales.

Figura 25. Reserva Natural de Boquerón.

Figura 26. Areas críticas para el desarrollo de vida silvestre asociadas a la Bahía de Boquerón.

Figura 27. Playas con valor recreativo.

Figura 28. Areas críticas para el desarrollo de la vida silvestre en Cabo Rojo.

Figura 29. Límites del Santuario Estuarino de JOBANERR.

Figura 30. Límites del Bosque Estatal de Aguirre.

Figura 31. Límites de la Reserva Natural de Punta Petrona.

EXECUTIVE SUMMARY

Two years ago, the Marine Resources Section of the Department of Natural Resorces initiated a study to elaborate general guidelines for marina siting in Puerto Rico. As part of this effort, a Marina Workshop was organized to discuss and develop local criteria jointly with federal and local government agencies. An inventory of nautical facilities operating on the island as well as specific guidelines for the eastern coast of Puerto Rico were also produced. So far, this information have proved to be very useful in the evaluation and decision making process of the Agency.

During its second year, the Marina Siting Study (Coastal Zone Management Program Task 7.4, 1988-89) has been oriented towards its most important aspect; the identification of specific coastal areas that could be affected by inadequate marina siting. These areas include significant portions of the southern and western coasts of Puerto Rico which where identified during the first year as having great demand for these facilities.

Nearly twenty nautical miles of coastline were evaluated from Cabo Rojo to Punta Guanajibo on the west coast and approximately thirty nautical miles from Bahia de Jobos to Ponce on the south coast. These areas are characterized by an extensive insular platform and low wave energy regime, providing ideal conditions for the development of coral reefs, mangroves, seagrass beds and its associated flora and fauna.

Increased boating activities in Puerto Rico have created a high demand for new marina facilities and have generated serious conflicts between the conservation and adequate use of these resources. In order to make this development compatible with the protection of natural resources, we have prepared this Assessment Guide for Marina Siting on the West and South Coasts of Puerto Rico. These specific guidelines identify critical wildlife habitats, designated conservation areas and natural systems sensitive to marina siting. Each area was divided into smaller segments where a description of the natural habitats, present use of the coast and areas where marina developments should be excluded are identified. Included are maps, figures and tables showing detailed information on each segment.

This informative supplement should be used in conjunction with the Environmental Guidelines for Marina Siting, developed last year under the same task. The information in this supplement is intended to be used as a preliminary evaluation guide oriented towards the rapid identification of natural areas sensitive to marina development.

GUIAS PARA LA UBICACION DE MARINAS EN PUERTO RICO

SUPLEMENTO: AREAS SUR Y OESTE

Introducción

Las costas sur y oeste de Puerto Rico albergan una serie de habitáculos naturales costeros de gran valor ecológico y económico. En términos de topografía, la costa sur se caracteriza por poseer terrenos predominantemente llanos que se extendienden de forma continua desde el pueblo de Patillas hasta Ponce. Este llano costero es mucho más estrecho y regular que aquel de la costa norte, careciendo de mogotes y sumideros. En la costa oeste por el contrario, las montañas llegan cerca del mar y los ríos han cortado en ellas valles triangulares con el vértice hacia el interior y la base ensanchada junto a la costa. Algunos de estos valles, como el de Corcega y el del Río Yagüez, son lo suficientemente amplios como para permitir el establecimiento de pueblos como el de Rincón y la ciudad de Mayagüez respectivamente (Picó, 1975).

A diferencia de la costa norte, las costas sur y oeste de la isla poseen una plataforma insular relativamente amplia, lo cual permite una disipación efectiva de la energía del oleaje. Estas costas se caracterizan por poseer sistemas naturales asociados con aguas de relativa calma y poca profundidad, tales como manglares, arrecifes de coral, praderas de yerbas submarinas y áreas lagunares. La presencia de estos recursos sostiene un

ambiente en el cual abunda la vida marina y representan un habitáculo para el desarrollo de especies de importancia ecológica.

Al mismo tiempo, algunos sectores de las costas sur y oeste se han caracterizado por ser accesos importantes al mar. Los puertos de Bahía de Jobos, Ponce, Tallaboa, Guánica y Mayagüez por ejemplo, juegan un papel importante en el tráfico marítimo comercial mientras que La Parguera, la Bahía de Boquerón, la Playa de Salinas, Ponce y otros son accesos importantes al mar para embarcaciones de placer.

Al igual que en otros sectores de la isla, las costas sur y oeste presentan serios conflictos con la conservación y uso adecuado de sus recursos costeros. Es de fundamental importancia que los desarrollos dependientes de las costas sean planificados cuidadosamente y ubicados de tal forma que no se sacrifiquen recursos costeros valiosos. Las agencias gubernamentales concernidas tienen la responsabilidad de evaluar estos desarrollos desde el punto de vista ambiental y asegurar un balance entre el uso y la conservación de los recursos. Esta Guía ha sido preparada con estos propósitos en mente. El documento es una continuación de los trabajos comenzados durante el pasado año bajo el Programa de Manejo de la Zona Costanera y resume la información técnica disponible en cuanto al estado actual de los recursos naturales en las costas sur y oeste de la Isla. Se identifican también aquellos lugares sensitivos al desarrollo de marinas.

Para describir un área tan extensa, hemos subdividido los

sectores costeros en varios segmentos, los cuales describimos a continuación (figuras 1 y 1a):

Costa Oeste:

Segmento 1. Desde Punta Guanajibo hasta Punta Ostiones.

Segmento 2. Desde Punta Ostiones hasta Punta Guaniquilla.

Segmento 3. Desde Punta Guaniquilla hasta Punta Melones.

Segmento 4. Desde Punta Melones hasta Punta Jaguey.

Costa Sur

Segmento 1. Desde Punta Pozuelo hasta Punta Salinas.

Segmento 2. Desde Punta Salinas hasta Playa de Santa Isabel.

Segmento 3. Desde Playa de Santa Isabel hasta Punta Cabullones.

En cada uno de estos segmentos se describen los recursos costeros, el estado actual de éstos, sus usos, áreas designadas para la conservación y áreas con posibles conflictos para el desarrollo de facilidades náuticas. En adición se incluyen figuras y tablas mostrando esta información en cada uno de los segmentos.

Este suplemento informativo debe ser utilizado junto con las Guías Para La Ubicación De Marinas En Puerto Rico (Martínez, 1988) preparadas anteriormente. Los datos e información suministrados en este suplemento no deben ser utilizados como único recurso durante el proceso de evaluación. Este ha sido preparado para servir como una guía de evaluación, orientado hacia la identificación inmediata de áreas de conservación y recursos costeros valiosos que pueden verse afectados por el establecimiento de una marina. El evaluador debera obtener

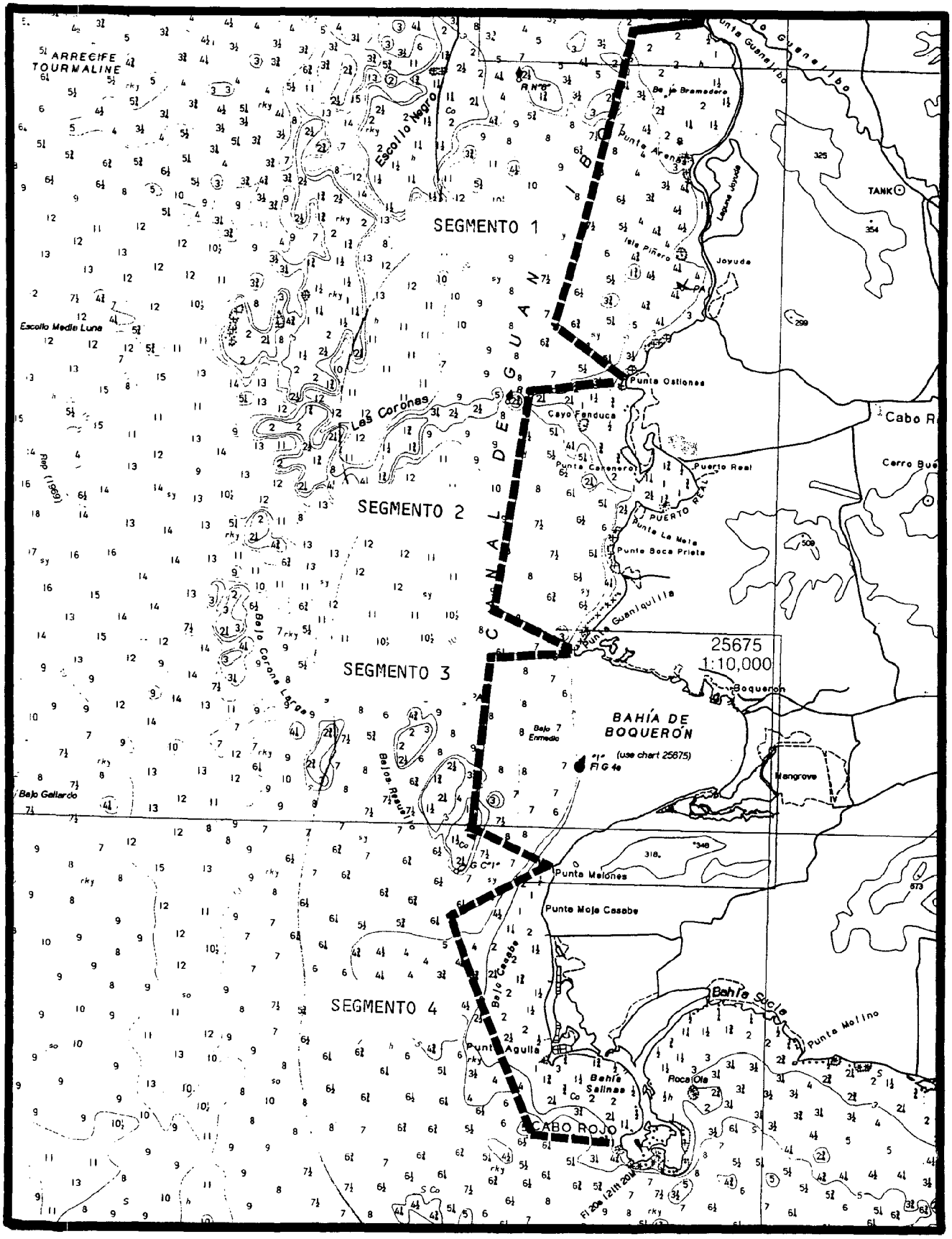


FIGURA 1. SEGMENTOS DE LA COSTA OESTE INCLUIDOS EN LA EVALUACION

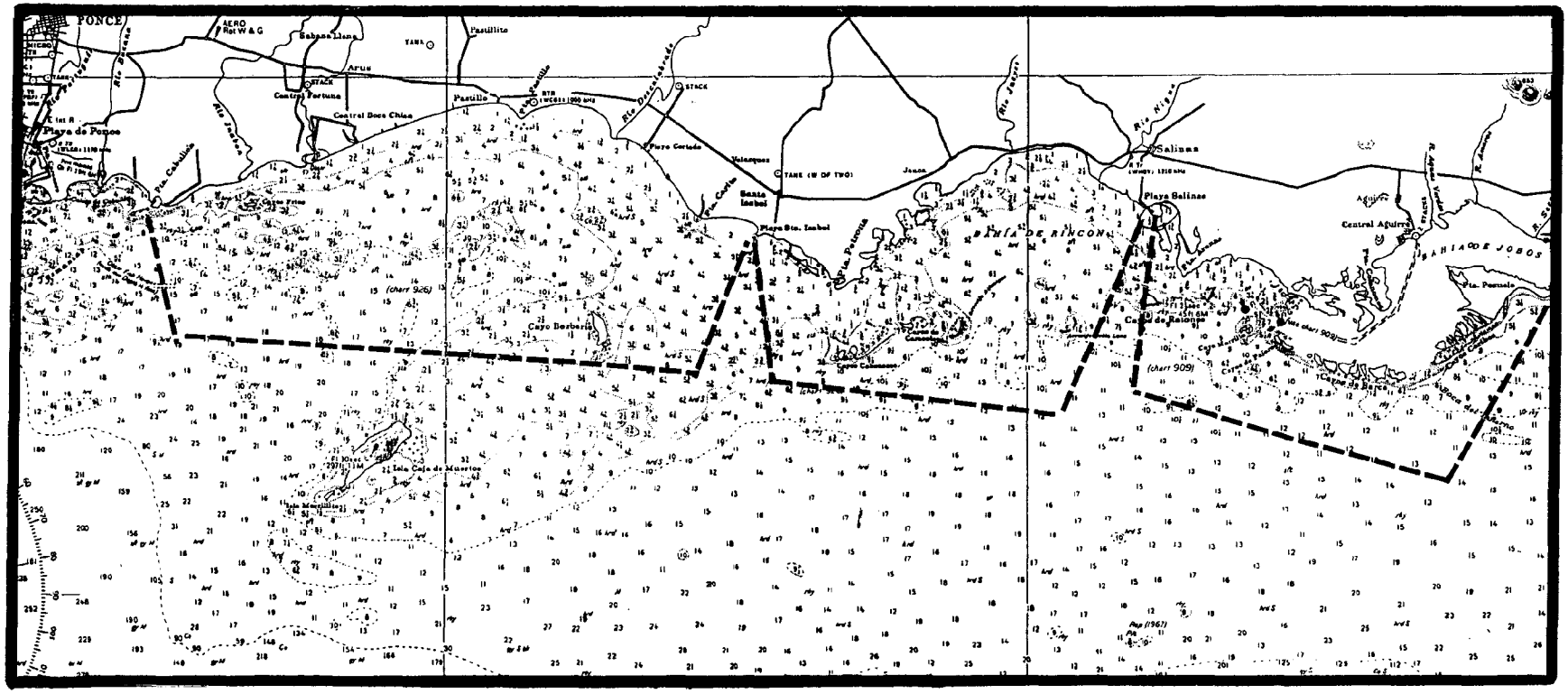


FIGURA 1a. Segmentos de la Costa Sur incluídos en la evaluación

información adicional y actualizada además de llevar a cabo visitas de campo para sustentar sus comentarios en cada caso.

Breve Descripción del Area de Estudio

Costa Oeste (desde Punta Guanajibo hasta Punta Jaguey)

Segmento 1

Este sector costero se extiende desde Punta Guanajibo hacia el sur hasta Punta Ostiones (figuras 2 y 3). La costa en el área de Punta Guanajibo se caracteriza por playas rocosas que forman pequeños acantilados similares a un rompeolas. Hacia el sur, las playas están constituidas por arenas gruesas, gravas y plataformas rocosas expuestas. La Bahía de Bramadero, al sur de Punta Guanajibo, es de aguas relativamente llanas (entre 3 y 4 metros) con visibilidad secchi hasta el fondo. Los sedimentos en esta bahía son cienos y arenas finas cubiertos principalmente por yerba de manatí (Syringodium filiforme). Las facilidades del Laboratorio Pesquero administrado por la Corporación para el Desarrollo de los Recursos Marinos (CODREMAR) se encuentran al norte de la bahía.

Hacia el sur, un pequeno arrecife de borde se extiende unos 500 metros de la costa de Punta Arenas. La playa en esta área es de arenas gruesas y forma una berma que en su parte posterior permite el desarrollo de un área lagunar extensa conocida como la Laguna de Joyuda. Esta laguna conecta con el mar através de un canal de aproximadamente medio kilómetro de largo y menos de un metro de profundidad. Una franja de mangle rojo de 15 a 20 metros de ancho bordea el litoral del cuerpo de agua. Una de las características físicas mas sobresalientes del agua en esta laguna es la homogeneidad en su régimen de salinidad, oxígeno

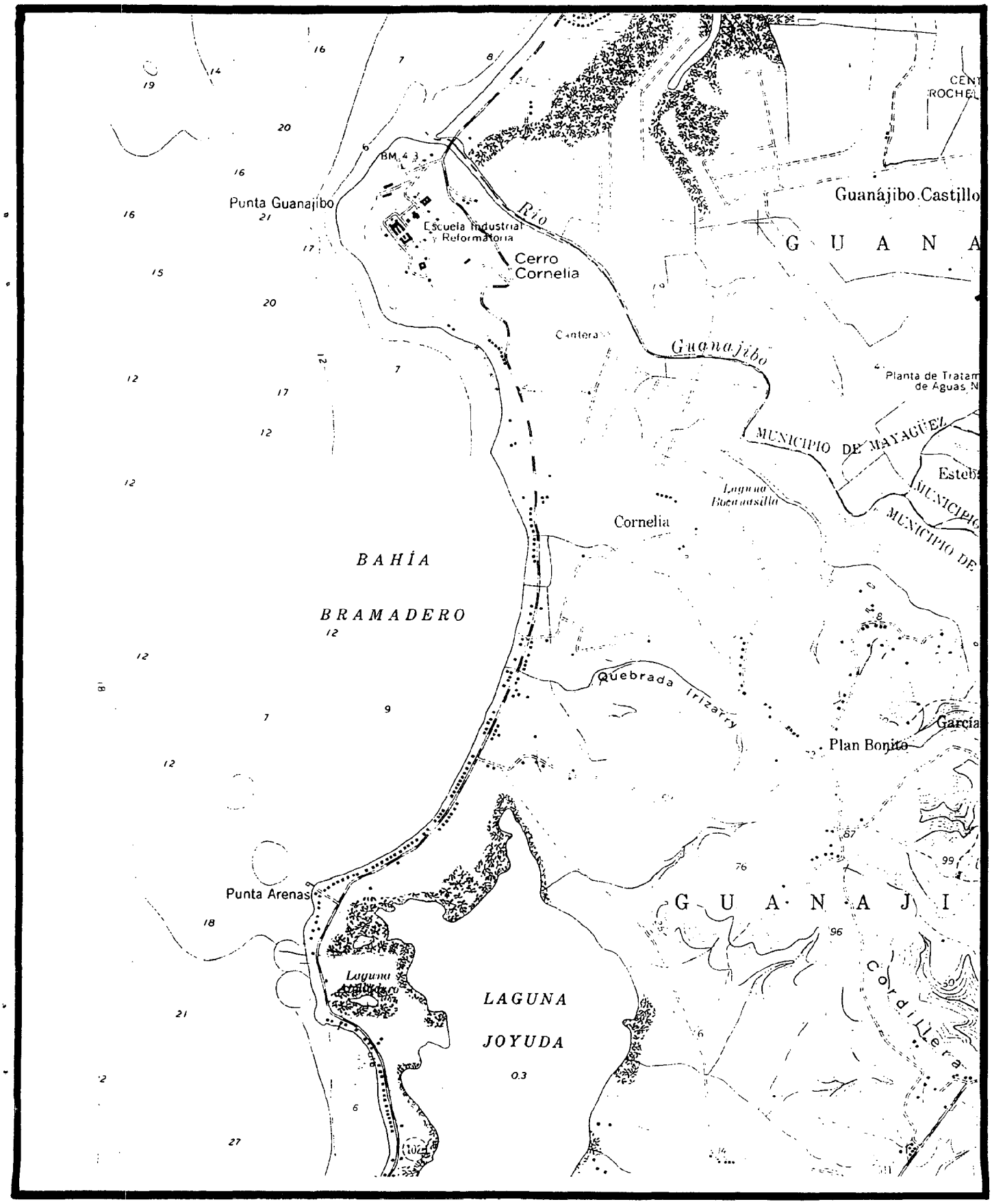


FIGURA 2. SEGMENTO 1

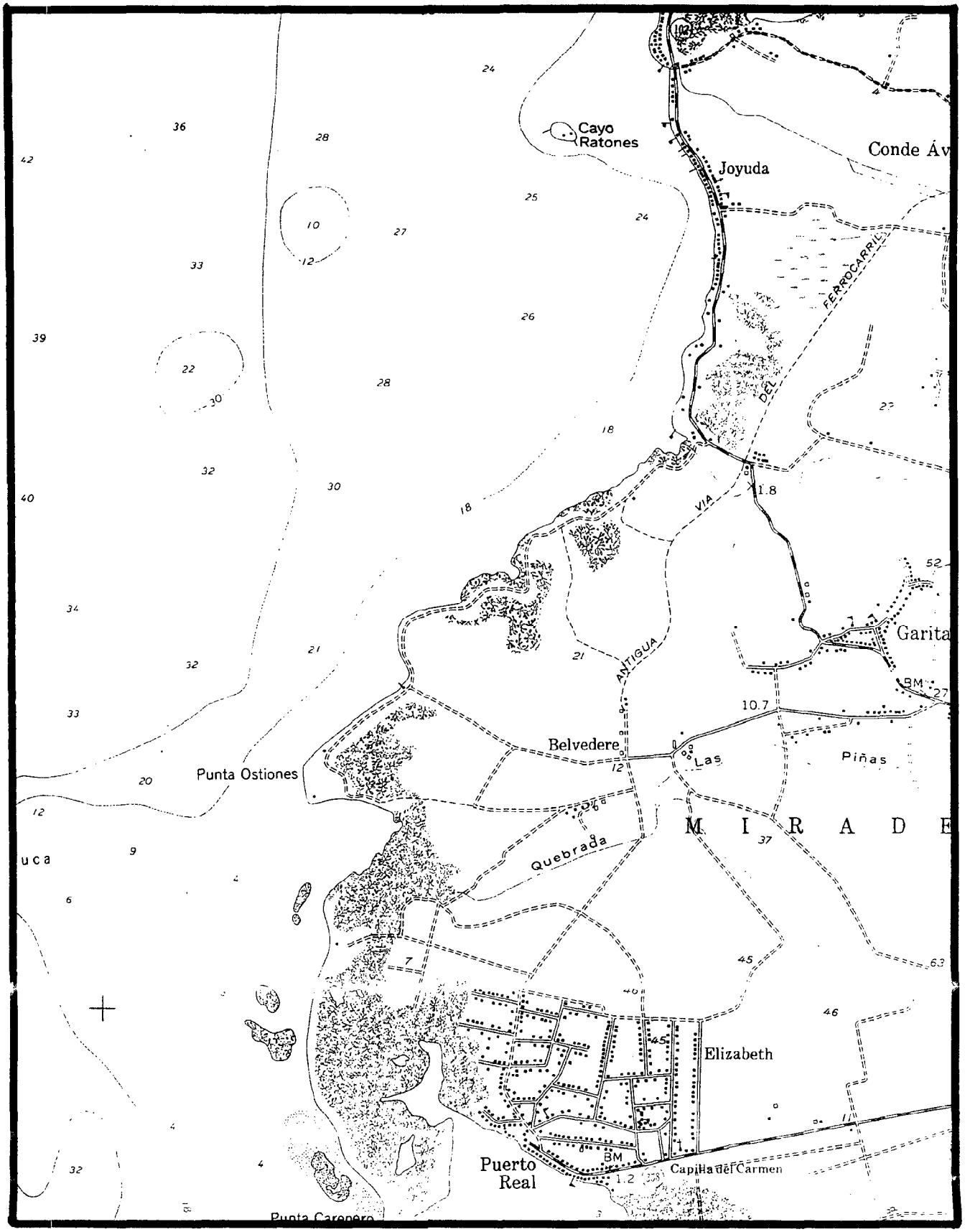


FIGURA 3. SEGMENTO 1

disuelto y temperatura. La concentración salina del agua por un espacio de cinco años promedio 19 partes por millón (Carvajal, 1979). Negrón (1982), encontró salinidades más altas en años subsiguientes hasta unas 32 partes por millón en septiembre de 1980.

La laguna provee albergue a organismos tales como camarones, cangrejos, aves acuáticas y es un importante vivero natural de muchas especies de peces y moluscos de importancia ecológica y comercial. Según Carvajal (1980), esta laguna es una de las más utilizadas para la pesca en Puerto Rico. Más de 100 familias residentes en la región obtienen su sustento directa o indirectamente de la pesca en ese lugar. Otra característica sobresaliente de la laguna es su bioluminiscencia, la cual se debe a la presencia del dinoflagelado Pyrodinium bahamense y un ctenoforo del género Mnemiopsis. Este fenómeno se cree es regulado por variaciones en la salinidad (Carvajal, 1976).

El Cayo Ratones, localizado a medio kilómetro distante de la costa es administrado por el Departamento de Recursos Naturales como un área para la recreacion pasiva. Sus playas de arenas medianas y poco oleaje representan un lugar excelente para este tipo de actividad. En el se encuentran facilidades para pasadías, servicios sanitarios y muelle para embarcaciones. Las aguas cercanas son relativamente claras (visibilidad secchi 4 metros) y los fondos a su alrededor están cubiertos por Thalassia.

El Canal de Guanajibo, utilizado comúnmente por embarcaciones pequeñas, está limitado en el este por el arrecife del cayo Fanduca y en el oeste por el Arrecife Las Coronas y el

Escollo Negro. La turbidez y la sedimentación producida por la resuspensión de los sedimentos calcáreos finos durante los periódos de oleajes de largo periodo se cree son los factores que más afectan a estos arrecifes (Cintrón et al. 1973). El Escollo Negro se caracteriza por un crecimiento abundante y diverso de coral incrustante en forma de surcos y espigones que disminuye en relieve según se acerca a la costa aumentando entonces la covertura de gorgonios (Goenaga et al. 1979).

El arrecife Las coronas es un banco de arenas llanas (entre 1 a 2 brazas) colonizado principalmente por gorgonios de gran tamano y colonias ocasionales de coral petreo (Goenaga et al. 1979). Este arrecife se extiende hacia el este dando paso al Cayo Fanduca el cual está constituído esencialmente por la misma fauna.

Hacia el sur, la costa se caracteriza por playas de arenas gruesas interrumpidas periódicamente por manglares de borde. El Club Deportivo del Oeste, un desarrollo residencial con una marina de 50 embarcaderos en el agua se encuentra localizado aproximadamente a un kilómetro al norte de Punta Ostiones en una cuenca de manglar. Este club ofrece varios servicios tales como rampa, combustibles, cafetería, venta de equipo náutico, servicios sanitarios, estacionamiento y otros (García, et al. 1988). La visibilidad secchi cercano al canal de acceso de la marina es de 4.5 metros y el fondo se encuentra poblado principalmente por Udotea, Halimeda y Thalassia. La visibilidad secchi dentro de la marina es hasta el fondo (de 2 a 3 metros).

Segmento 2

Este segmento se extiende desde Punta Ostiones hacia el sur hasta Punta Guaniquilla (figuras 3 y 4). Al sur de Punta Ostiones, la costa se caracteriza por manglares creciendo sobre sustratos arenosos. Un arrecife de borde se desarrolla a lo largo de la costa en esta área. El desarrollo estructural de este arrecife se considera como moderado si lo comparamos con sus contrapartes en las costas suroeste y noreste (Goenaga etal. 1979). Estos arrecifes forman densos "bosques" de gorgonios de gran tamaño y se ha documentado que las especies de coral petreo están siendo recubiertas por macroalgas (Kolehmainen, 1974). El área parece estar sufriendo de alta turbidez en el agua y sedimentación (Kaye, 1959).

Al sur de Punta Ostiones, la Bahía de Puerto Real es uno de los lugares con mayor actividad en el desembarco de pesca comercial de la costa oeste. Esta pequeña bahía con una profundidad de aproximadamente dos metros alberga en su costa norte los muelles y facilidades de varadero de la Villa Pesquera de Puerto Real. El litoral oeste está bordeado por manglares y la parte sur por playas de arenas gruesas. La transparencia del agua dentro de la bahía es pobre (visibilidad secchi entre 0.5 y 1.5 metros) lo cual no favorece el crecimiento vigoroso de vegetación en el fondo. El acceso a la bahia es amplio y libre de alta energía del oleaje. Las profundidades naturales en el área pueden ser utilizadas para el establecimiento de muelles sin necesidad

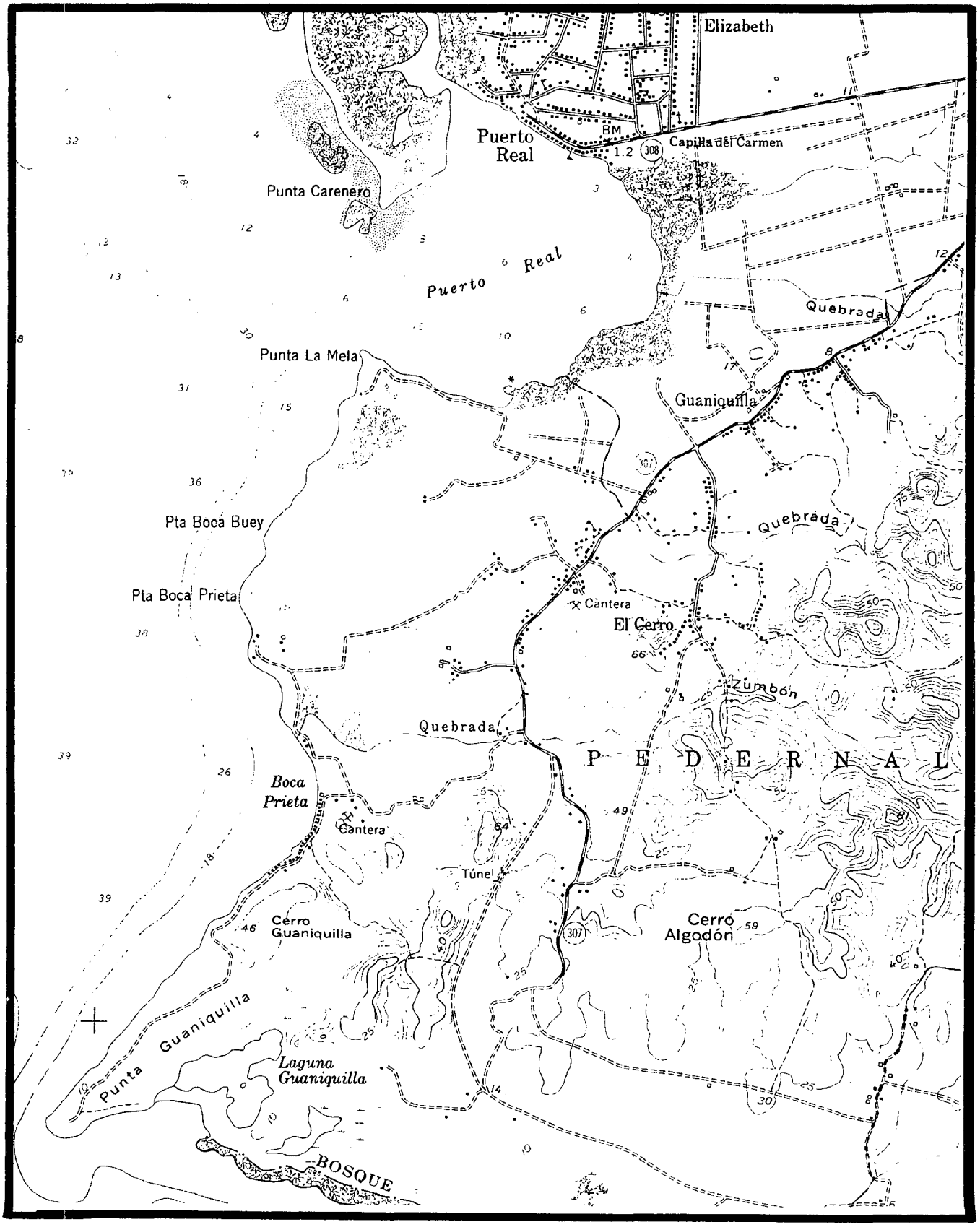


FIGURA 4. SEGMENTO 2

de dragados o protección artificial.

Al sur de Punta la Mela, la costa es principalmente de arenas gruesas formando una extensa playa. Esta área es tradicionalmente utilizada como balneario y en la actualidad un sistema de boyas de seguridad demarca el área de bañistas. Al norte de Punta Guaniquilla, la playa es de grava con segmentos estrechos de arena. Un arrecife de borde se desarrolla a unos 25 a 50 metros distante de la costa con un césped de yerba submarina entre éstos. Las aguas en esta ensenada son moderadamente claras (entre 2 a 6.5 metros de visibilidad secchi) y el fondo está constituído por sedimentos muy finos (cienos) y desprovistos en gran parte de vegetación submarina.

Segmento 3

Este segmento se extiende desde Punta Guaniquilla hasta Punta Melones y comprende toda el área de la Bahía de Boquerón (figura 5). Este segmento es considerado como uno de gran valor ecologico y potencial turístico por los atributos naturales y escénicos que posee. En términos generales, la Bahía de Boquerón está bordeada en el norte por una franja de manglar que se extiende hacia el este por casi dos kilómetros. Al noreste de la bahía, se encuentra la Villa Pesquera y el Club Náutico de Boquerón. Este club cuenta con unos 87 embarcaderos en el agua así como facilidades de combustible, cafetería y estacionamiento. Un área extensa de la bahía frente al poblado de Boquerón ha sido tradicionalmente utilizada como fondeadero no sólo por embarcaciones locales sino también por aquellas en tránsito hacia otro puertos en la isla.

Al este de la bahía, la costa está constituída por una playa de arena que se extiende hacia el suroeste a lo largo de casi seis kilómetros hasta Punta Melones. Tras esta playa se desarrolla un sistema lagunar extenso (Reserva Natural de Boquerón) donde la vegetación dominante es el manglar. El área lagunar del Cano de Boquerón es de aguas llanas (menores de un metro de profundidad), excepto un canal de aproximadamente tres metros de profundidad que da acceso a las facilidades de muelles de la Unidad Marítima de la Policia y Recursos Naturales al norte del Cano. Localizado entre esta área lagunar y la playa se encuentra el Balneario Público de Boquerón con facilidades para

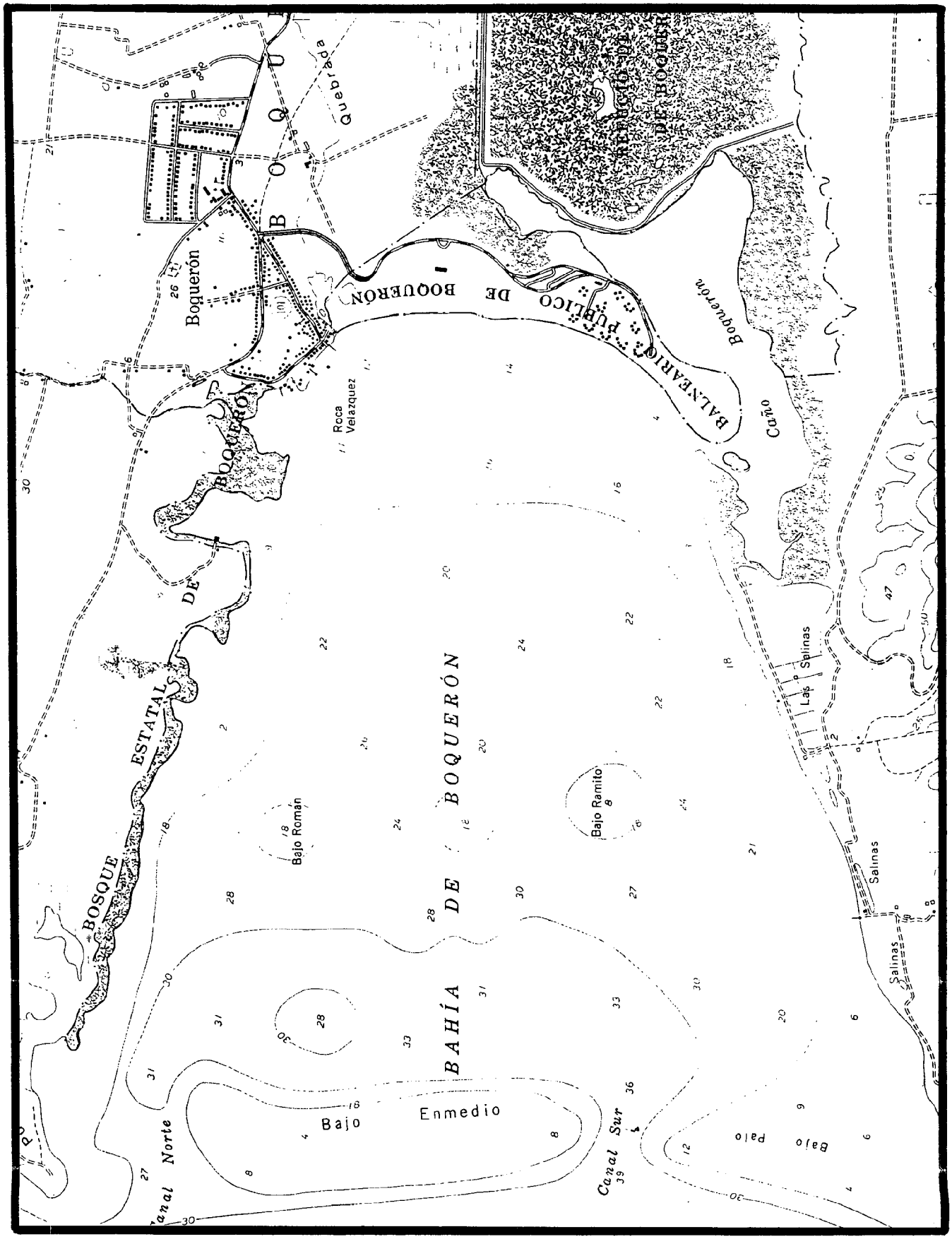


FIGURA 5. SEGMENTO 3

pernoctar, recreativas y estacionamiento entre otras. Un sistema de boyas demarca el área de seguridad para bañistas en la playa.

La profundidad en la Bahía de Boquerón oscila mayormente entre 7 a 10 metros y los sedimentos del fondo son muy finos y arcillosos. Un arrecife de borde se extiende de norte a sur entre Punta Guaniquilla hasta Punta Melones disipando significativamente la energía del oleaje dentro de la bahía. Según Goénaga (1979), este arrecife parece estar sufriendo por alta turbiedad del agua y sedimentación. Un canal o pasa de aproximadamente 450 metros de ancho y 11 metros de profundidad divide el arrecife, permitiendo el acceso seguro de embarcaciones a la bahía. Otro canal similar en extensión, pero con unos 8 metros de profundidad se encuentra en el lado norte de la bahía junto a Punta Guaniquilla.

La visibilidad del agua es buena, con valores de hasta 8 metros en el disco secchi en las partes más profundas. Esta característica permite el desarrollo de vegetación submarina a través de toda la bahía. Varias estaciones con draga demostraron que la vegetación dominante es una fanerogama del género Halophila. En el litoral norte, y asociado a las aguas llanas cerca de los manglares el fondo está cubierto por Syringodium y el alga parda del genero Dyctiota. El fondo en el litoral sur de la bahía por el contrario, está cubierto principalmente por Thalassia y algas verdes del genero Halimeda y Udotea.

Las corrientes superficiales dentro de la bahía se estimaron utilizando un grupo de cinco boyas marcadoras. Estas fueron liberadas permitiendo que flotaran libremente por un

período de tiempo de aproximadamente tres horas. Las velocidad de las corrientes durante el período de tiempo oscilo entre 0.09 y 0.2 nudos en dirección noroeste. La figura 5a muestra los resultados obtenidos.

Figura 5a. Dirección y Velocidad de las Corrientes Superficiales en la Bahía de Boquerón, 9 de agosto de 1989.

Boya	Intervalo (min)	Distancia (m)	Vector (grados)	Velocidad (m/s)	(nudos)
1	90	259	313	0.047	0.091
2	101	445	309	0.073	0.141
3	84	445	315	0.086	0.170
4	103	426	311	0.068	0.132
5	94	371	311	0.065	0.126
1	180	926	312	0.085	0.165
2	209	1204	308	0.096	0.186
3	201	1241	312	0.102	0.198
4	199	1075	307	0.090	0.174
5	190	963	310	0.084	0.163

Segmento 4

Este segmento se extiende desde Punta Melones hasta Punta Jaguey (figuras 6 y 7). La costa en Punta Melones se caracteriza por acantilados rocosos. Hacia el sur, en el área de Punta Moja Casabe se desarrolla una playa de arenas finas de unos tres kilómetros de extensión. Un centro vacacional privado en el área de Moja Casabe mantiene un muelle y área de fondeadero para embarcaciones pequeñas.

El Bajo Casabe, un área extensa con profundidades que oscilan entre 3 a 4 metros, se encuentra poblado con yerbas marinas (Thalassia y Syringodium) y algas usualmente asociadas a estas como Halimeda y Udotea. Las aguas son transparentes y la visibilidad secchi es siempre hasta el fondo en esta área. A diferencia de los segmentos de costa antes descritos, el Bajo Casabe se encuentra relativamente expuesto a oleajes o mares cortos y picados, generados principalmente por el viento diurno.

La playa del Combate alberga un sinnúmero de estructuras en la costa así como las facilidades de la Villa Pesquera del Combate. En ésta se mantiene un muelle y otras facilidades a los pescadores comerciales del área. Hacia el sur de la Villa Pesquera, la playa es tradicionalmente utilizada por bañistas principalmente durante los fines de semana. Tras la berma de esta playa, se encuentran salitrales que son utilizados comercialmente para la extracción de sal.

Hacia el sur, Punta Aguila se caracteriza por sus acantilados rocosos y escarpados. Desde el punto de vista

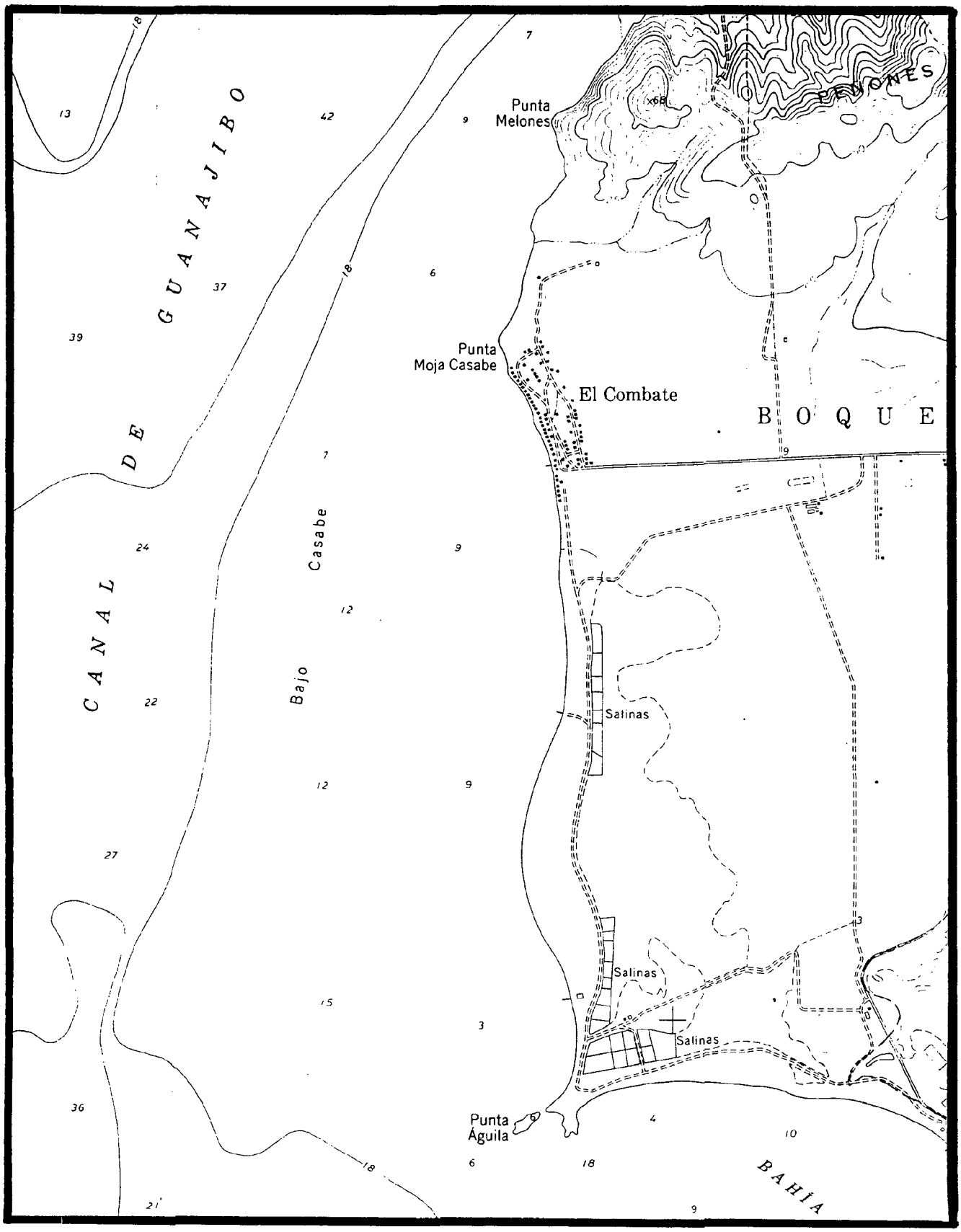


FIGURA 6. SEGMENTO 4

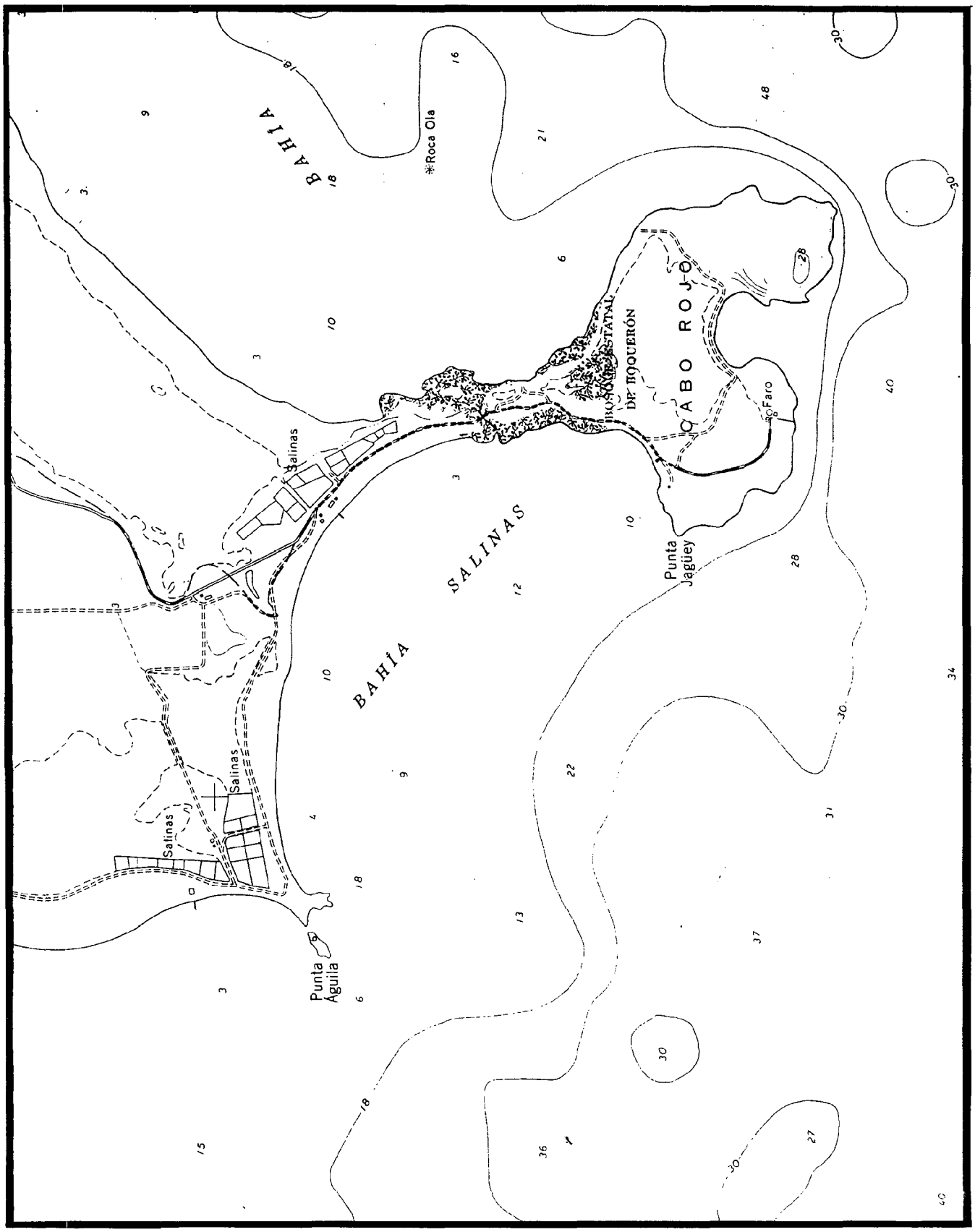


FIGURA 7. SEGMENTO 4

geológico, Cabo Rojo, el extremo suroeste de la isla, es considerado por Kaye (1959), como un doble tombolo. Este consiste básicamente en dos promontorios de caliza unidos a la Isla por depósitos de playa y áreas lagunares en su interior. La costa está constituída principalmente por playas de arenas gruesas y manglares (figura 7). La Bahía Salinas, con una profundidad que oscila entre uno a cuatro metros, posee fondos poblados por una extensa pradera de yerbas marinas. Al igual que el Bajo Casabe, la Bahía Salinas se encuentra expuesta a vientos del sureste que durante el día generan mares picados. Al este de la Bahía, el Bosque Estatal de Boquerón alberga manglares, salitrales y vida silvestre que se consideran de gran valor ecológico. Hacia el sur, el área de Punta Jaguey se caracteriza por acantilados rocosos escarpados.

Costa Sur (desde Punta Pozuelo hasta Punta Cabullones)

Segmento 1

Este segmento se extiende desde Punta Pozuelo hasta la Playa de Salinas y comprende el área de Bahia de Jobos (figura 8). El área se caracteriza por un gran número de atributos naturales y escénicos, tales como extensas áreas de manglar, salitrales, arrecifes de coral y praderas de yerbas submarinas. La Bahía de Jobos es uno de los puertos más protegidos de la costa sur, lo cual hace el área atractiva para el desarrollo de la industria pesada. Durante los últimos diez años, varias industrias petroquímicas y farmacéuticas se han establecido cerca de la bahía. Entre sus facilidades portuarias más importantes se encuentran el Puerto de Jobos, el muelle de Pozuelo, el muelle de la Central Azucarera de Aguirre, el muelle de la Planta Termoeléctrica de Aguirre y el Club Nautico de Guayama (U.S. Department of Commerce, 1983).

La bahía está bordeada de este a oeste por Punta Pozuelo, los Cayos Caribe, Barca, Pajaros y Ratones. El acceso principal por el mar es desde el oeste, entre Cayo Morrillo y Cayos de Ratones (figura 8). Las embarcaciones de mayor calado utilizan un canal dragado que lleva hasta las facilidades de la Planta Termoeléctrica de Aguirre (U.S. Department of Commerce, 1986). Otro acceso desde el mar es la Boca del Infierno, un canal natural estrecho entre los cayos Caribe y Barca con aproximadamente 3 metros de profundidad.

Bordeando la costa por el norte predominan los manglares y áreas lagunares (figura 9). Hacia el sur, una extensa línea de

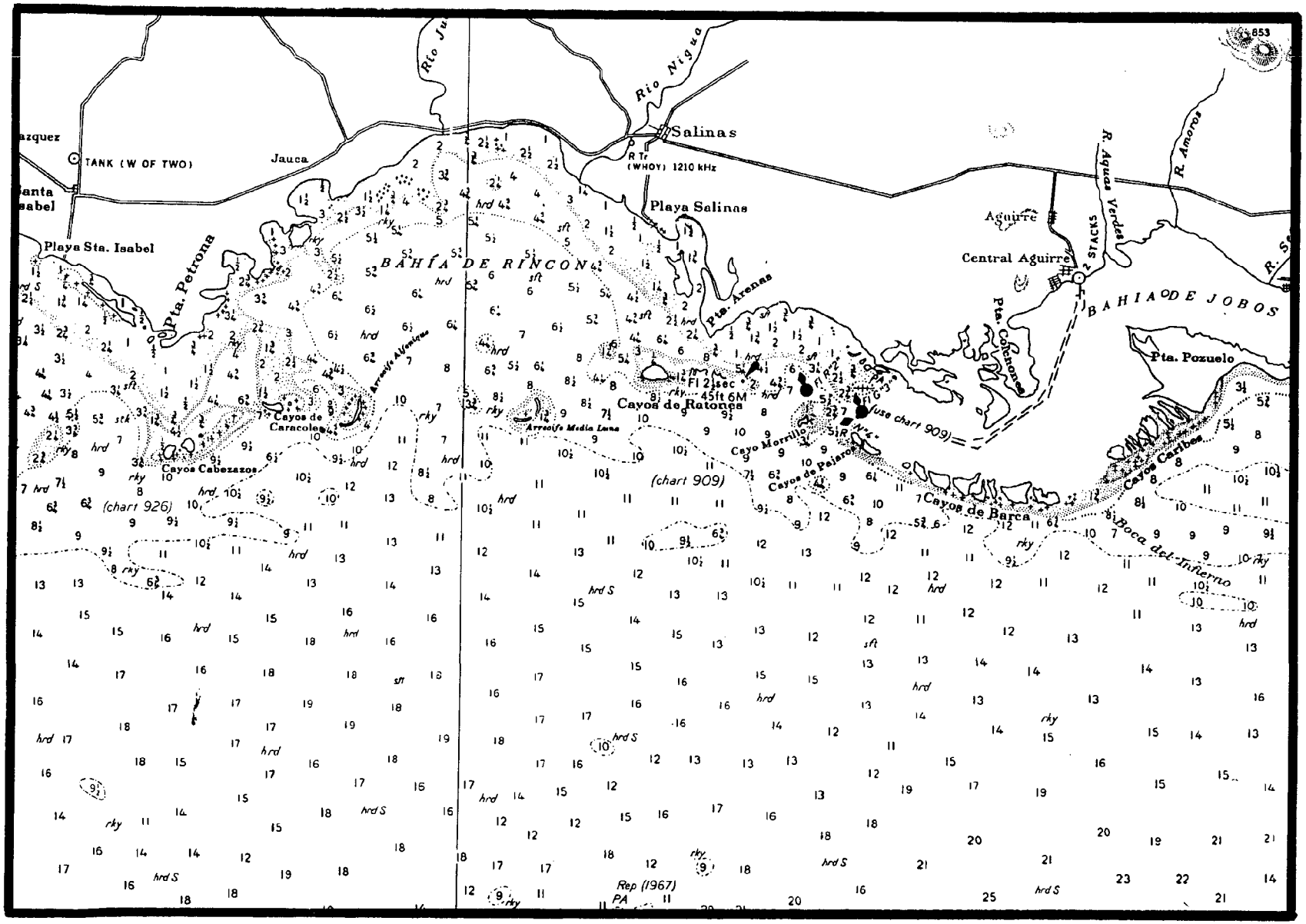


Figura 8 - Costa Sur - Segmentos 1 y 2

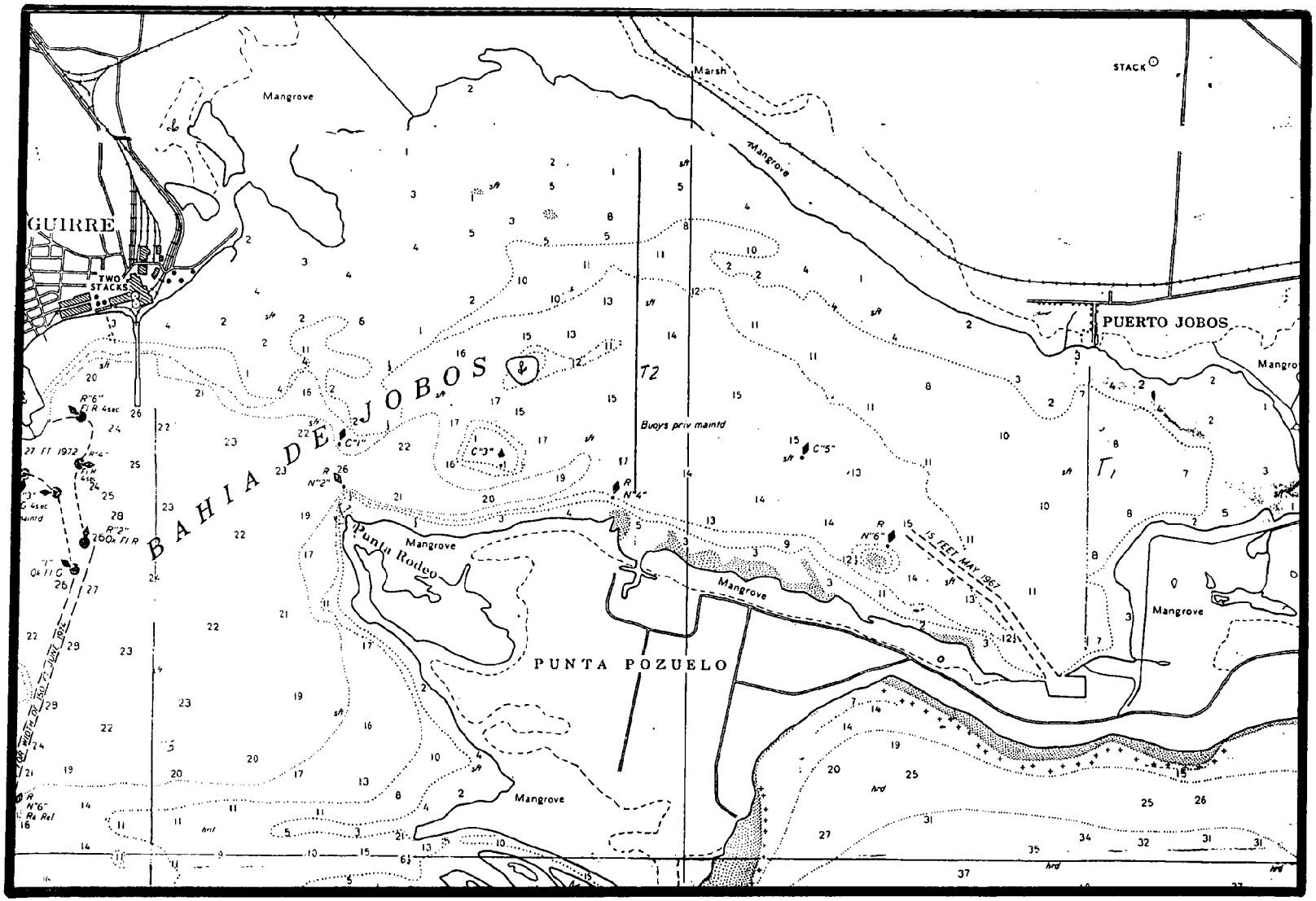


Figura 9 - Bahía de Jobos

arrecifes bordea los Cayos Caribe y Barca (figuras 10 y 11). Estos arrecifes forman un arco muy distintivo que disipa en forma efectiva la energía del oleaje. El porcentaje de cobertura de coral vivo es bajo en las partes llanas del arrecife, aumentando paulatinamente en la pendiente (Goenaga, etal, 1979). En el lado de sotavento de estos arrecifes se desarrollan islotes de manglar de forma alargada y separados por canales que sirven como drenaje de las aguas que penetran a la bahía durante la marea alta. Desde el punto de vista fisiográfico, estos islotes muestran características interesantes (Martínez, 1979). Su exterior está constituido por una franja de mangle rojo que bordea una laguna hipersalina interna. Un transecto através del islote mostró un incremento significativo en la salinidad intersticial y mortandad de la vegetación hacia la cuenca central de éste (figura 12). Extensas praderas submarinas se desarrollan en la parte posterior de estos arrecifes. La figura 13 muestra un diagrama de estos sistemas.

Al oeste de la bahía de Jobos, el area de Mar Negro (figura 14) posee un extenso sistema lagunar y bosques de manglar que bordean la costa alrededor de Punta Arenas hasta la Bahía de Salinas (figura 15). Cayo Mata, un pequeño islote de manglar se encuentra a unos 50 metros de la costa. El fondo en la Bahía de Salinas está cubierto por Thalassia en una profundidad que oscila entre 3 a 4 metros. A través de todo el litoral norte, un gran número de pequeños muelles dan acceso al mar. Un desarrollo de Marina con capacidad para unas 80 embarcaciones se encuentra al este de la bahía. Estos muelles, construídos sobre pilotes de

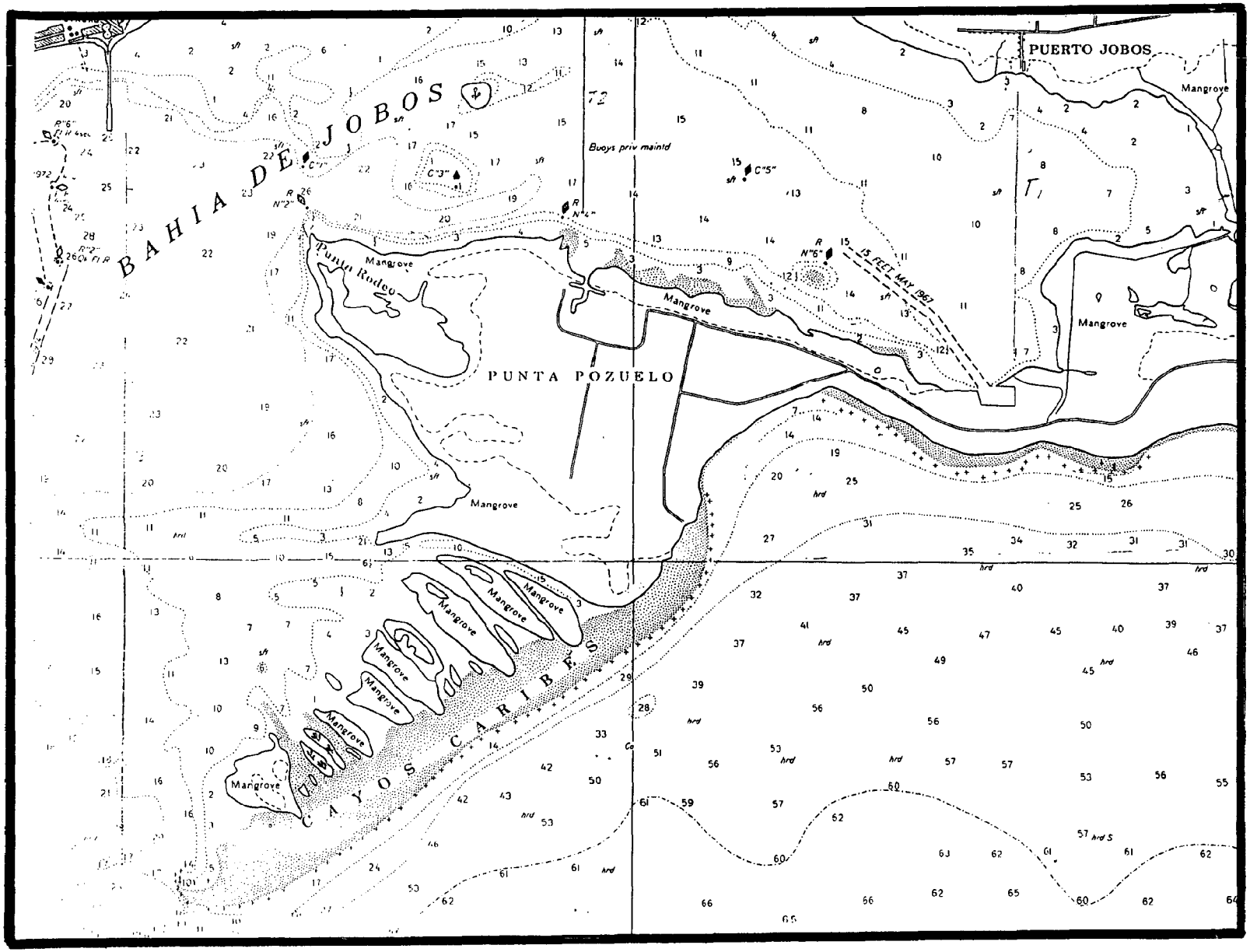


Figura 10 - Cayos Caribe

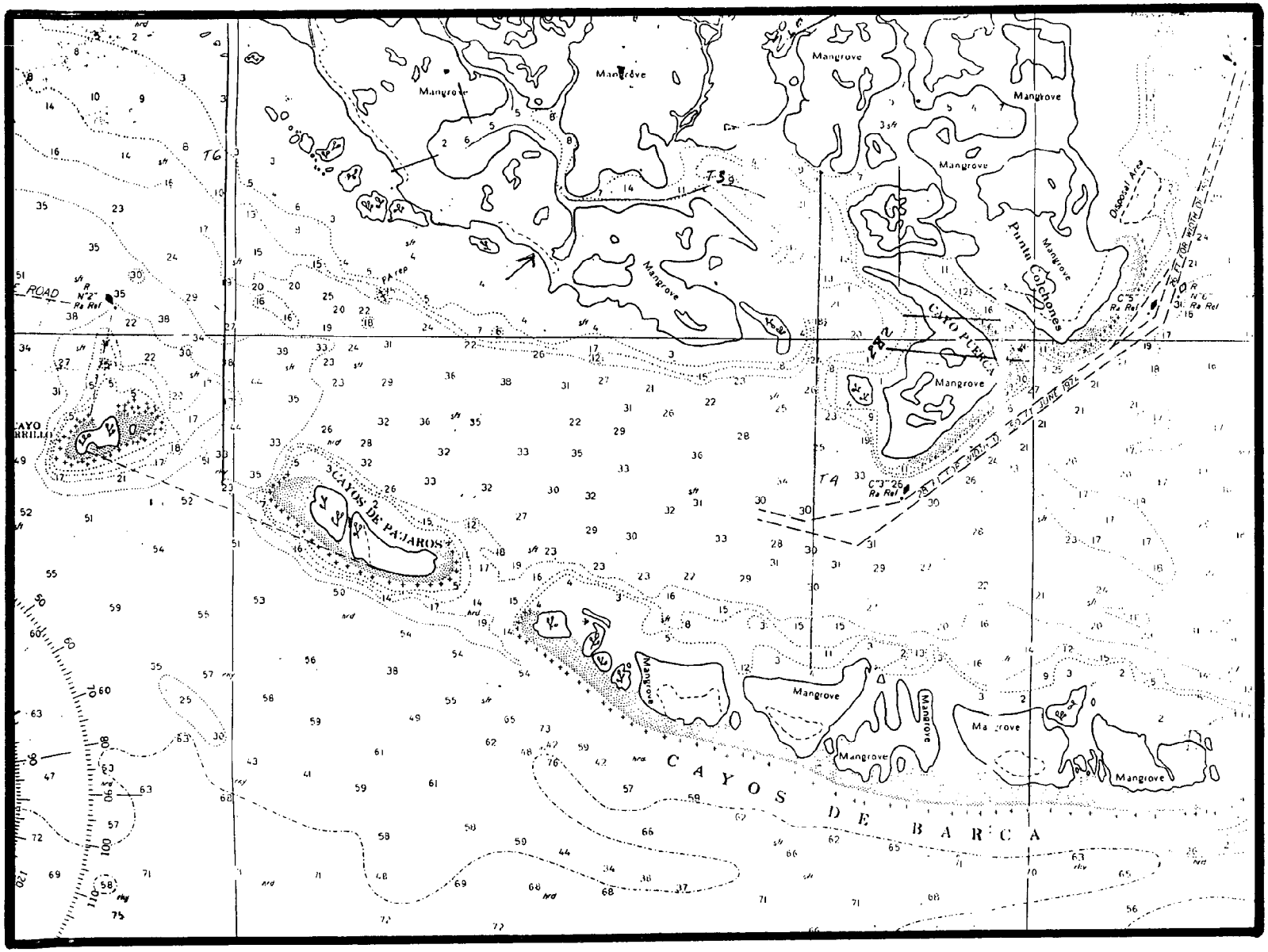


Figura 11 - Cayos de Barca

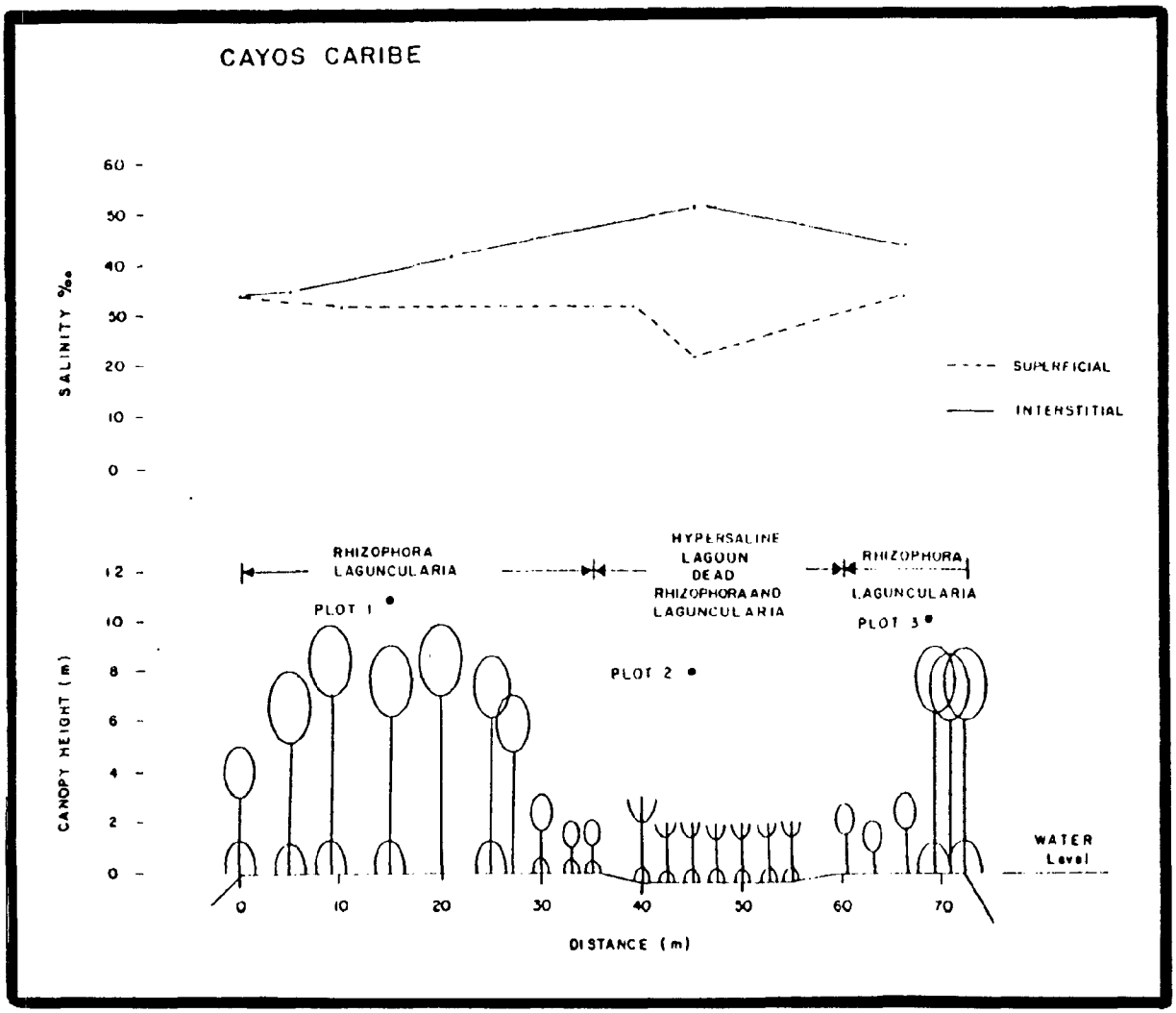


Figura 12 - Transecto de salinidad intersticial a lo largo de un islote en los Cayos Caribe. Tomado de Martinez et al. 1979

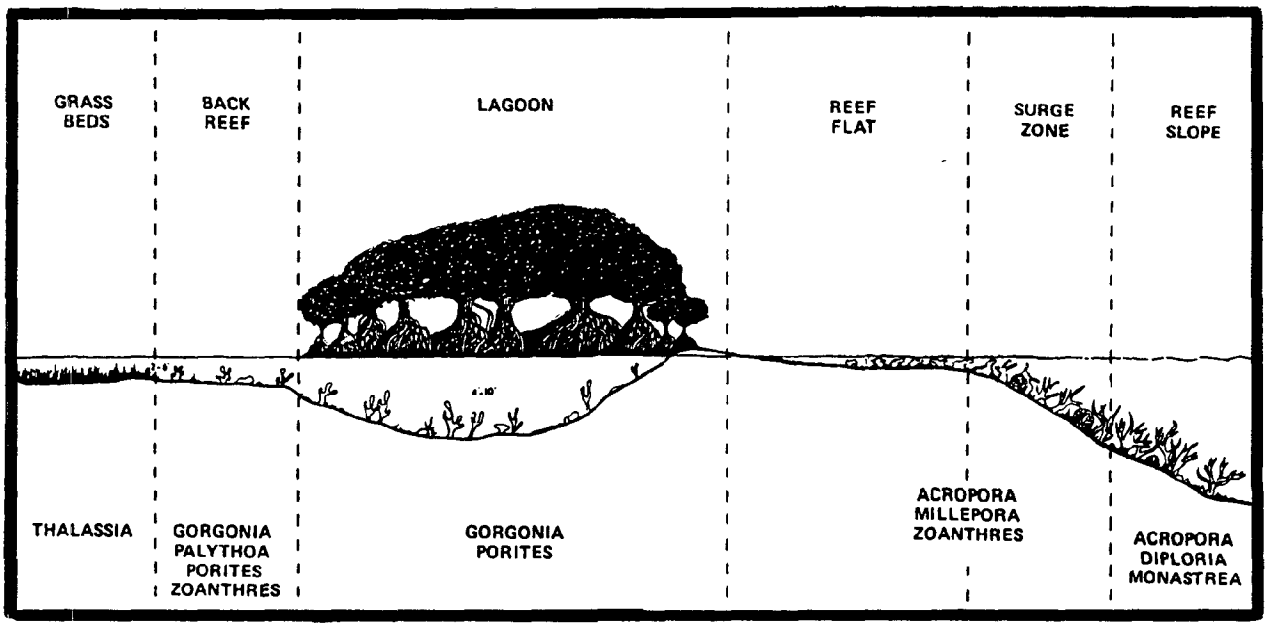


Figura 13 - Diagrama de la zonación de los sistemas naturales en la Bahía de Jobos. Tomado de USDOC, 1983.

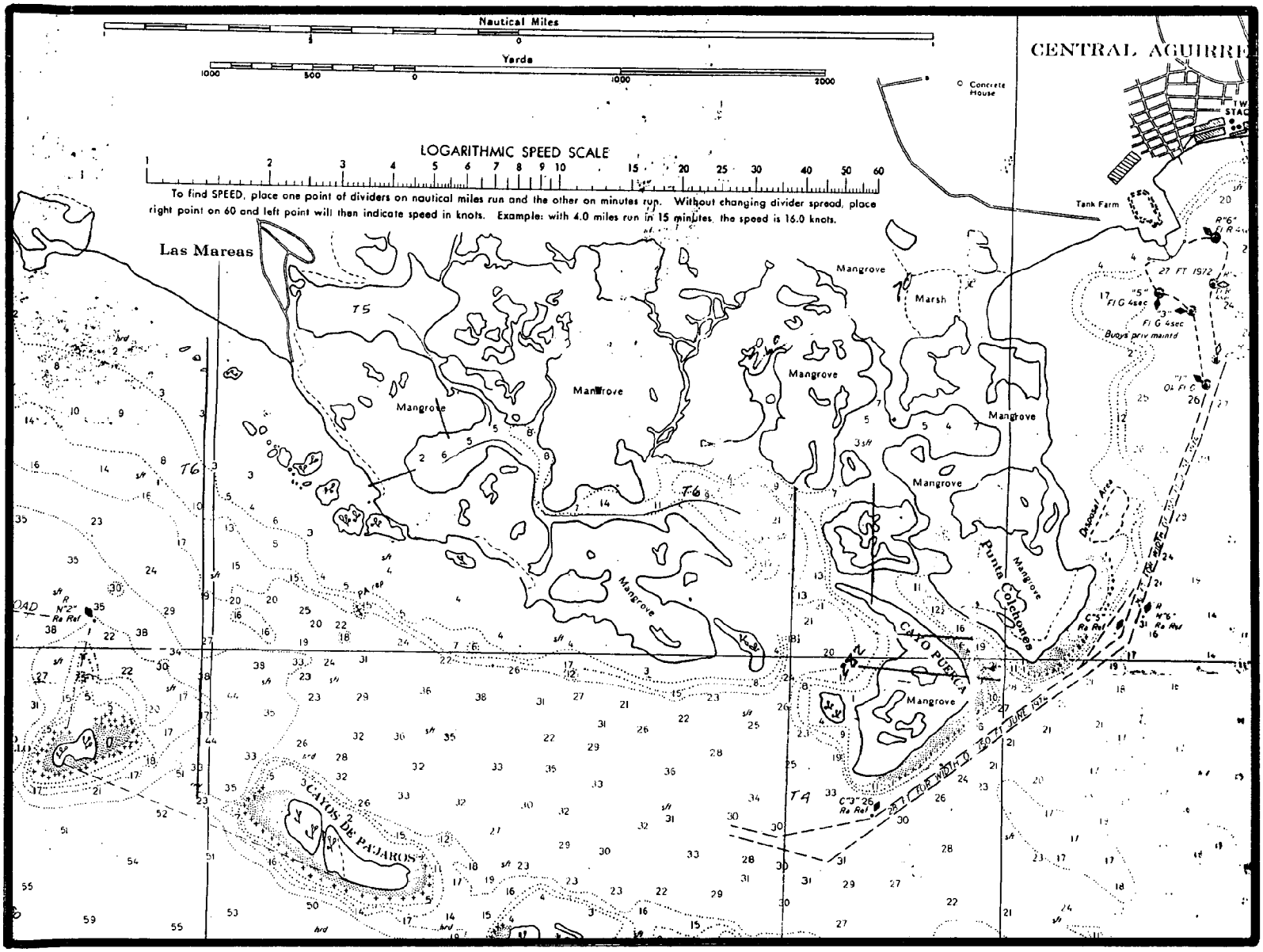


Figura 14 - Mar Negro y Areas Lagunares.

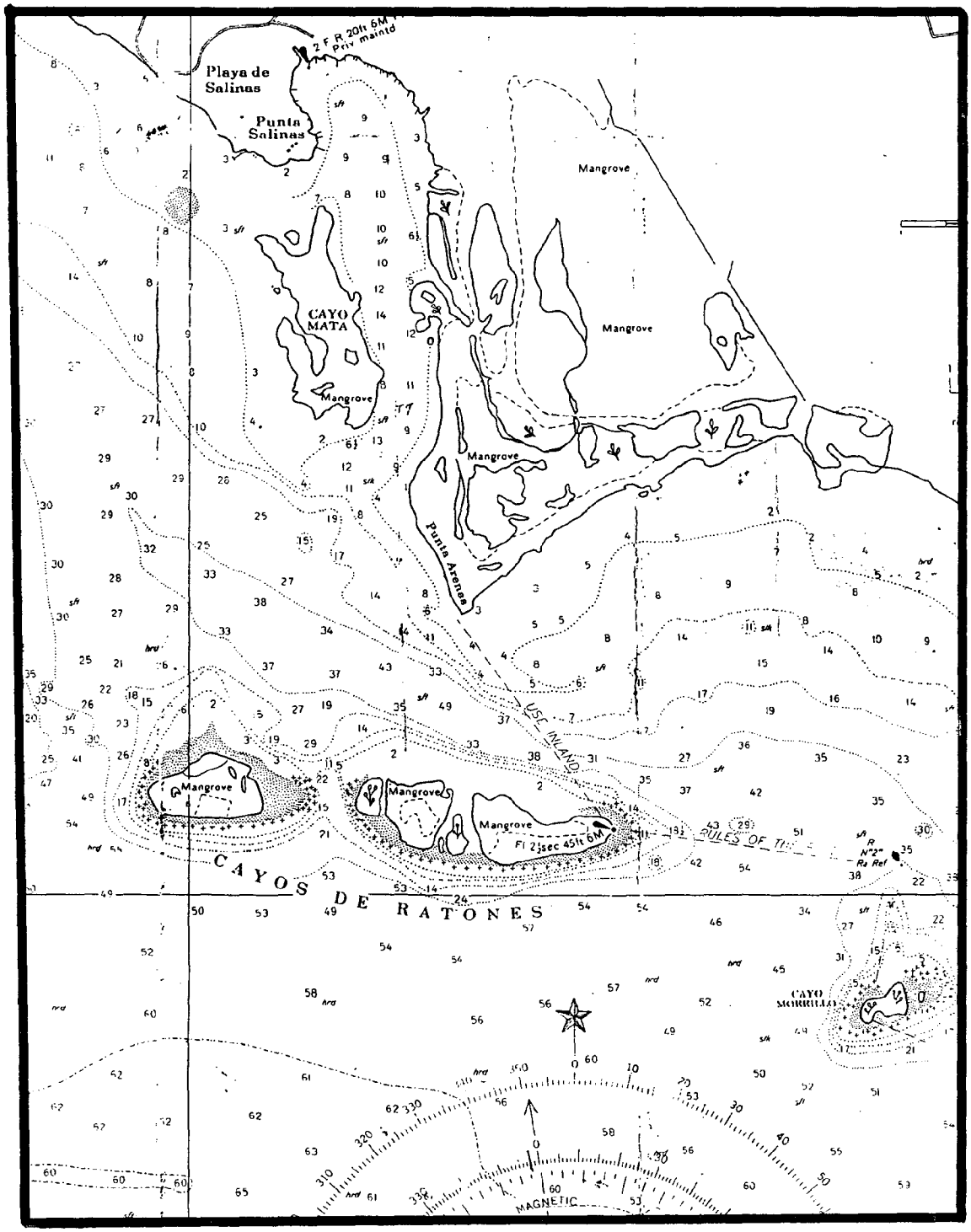


Figura 15 - Bahía Salinas y Cayo Mata.

madera no parecen afectar significativamente la vegetación del fondo en el área.

Segmento 2

Este segmento se extiende desde la Playa de Salinas hasta la Playa de Santa Isabel (figura 8). Hacia el oeste, la playa de Salinas consiste de arenas y gravas interrumpida por roca de playa expuesta. Un pequeño manglar rivereno se encuentra asociado al río Nigua el cual desemboca en la Bahía de Rincón. Varios arrecifes e islotes de manglar se encuentran a lo largo de este segmento. Estos son desde el este, el arrecife Media Luna, el cayo Alfenique, los cayos de Caracoles y Cabezazos. Sobre estos dos últimos, se desarrollan islotes de mangle rojo. Los arrecifes de coral asociados a estos islotes se encuentran en buen estado, con una cobertura de coral vivo alta y sostienen ricas poblaciones de organismos bentónicos y necton (Goenaga et al. 1979).

La Bahía de Rincón con profundidades que oscilan entre 3 hasta 12 metros, se encuentra expuesta a oleajes provenientes del sureste. El fondo, hasta una profundidad aproximada de 8 metros, se encuentra poblado por vegetación submarina.

Hacia el oeste, la costa en la Bahía de Jauca sostiene playas de arenas finas y manglares que bordean el canal de acceso de unos 4 metros de profundidad (figura 16).

Una extensa área de manglar bordea el area de Punta Petrona. Este lugar es considerado como uno de alto valor ecológico por la variedad y estado actual de su flora y fauna marina. La costa en la Playa de Santa Isabel está constituída por pavimentos rocosos y playas de arenas gruesas y grava.

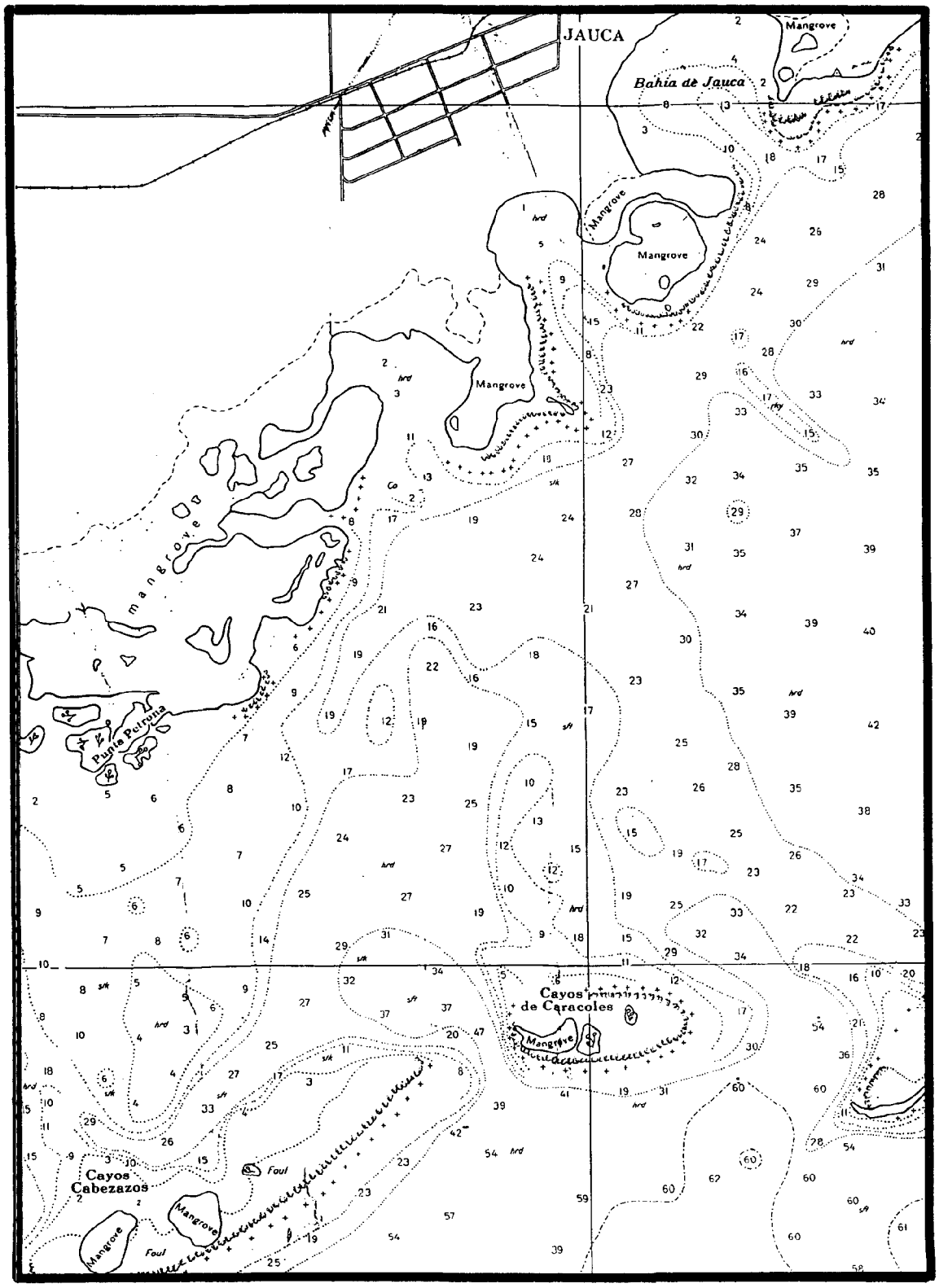


Figura 16 - Bahia de Jauca.

Segmento 3

Este segmento se extiende desde la Playa de Santa Isabel hasta Punta Cabullon (figura 17). La costa consiste esencialmente de sedimentos no consolidados (gravas y arenas gruesas) de playa a lo largo de casi 20 kilometros de extensión. Este sector de playa se encuentra expuesto a la fuerte energía del oleaje y el viento que prevalece del sureste durante casi todo el año. Los fondos cercanos a la costa a través de casi todo este segmento son sedimentos finos sin covertura vegetal excepto por unos cinco kilómetros al este de Punta Cabullón que se encuentran cubiertos por praderas submarinas (U.S. Department of the Interior, 1988).

Varios rios desembocan al mar dentro de este sector. Entre éstos, los rios Coamo, Descalabrado, Inabón y Jacaguas sostienen marglares asociados a su regimen hidrológico. A unos tres kilómetros al este de Punta Cabullon se encuentran los Cayos Fríos, un islote de manglar bordeado por un arrecife de coral (figura 18). Este último, según Goénaga et al, (1979) presenta colonias de Acropora palmata sorprendentemente densas para las aguas turbias que caracterizan esta área.

A unas cinco millas nauticas al sur, la isla de Caja de Muertos y el Cayo Berberia representan uno de los recursos marinos mas valiosos de la costa sur de Puerto Rico. Cayo Berberia por ejemplo, sostiene el mayor desarrollo arrecifal de la costa sur (Goénaga et al, 1979). En este, la zona de Acropora palmata alcanza un 95 por ciento de cobertura de coral vivo y una gran diversidad de especies de peces. Sobre el arrecife se

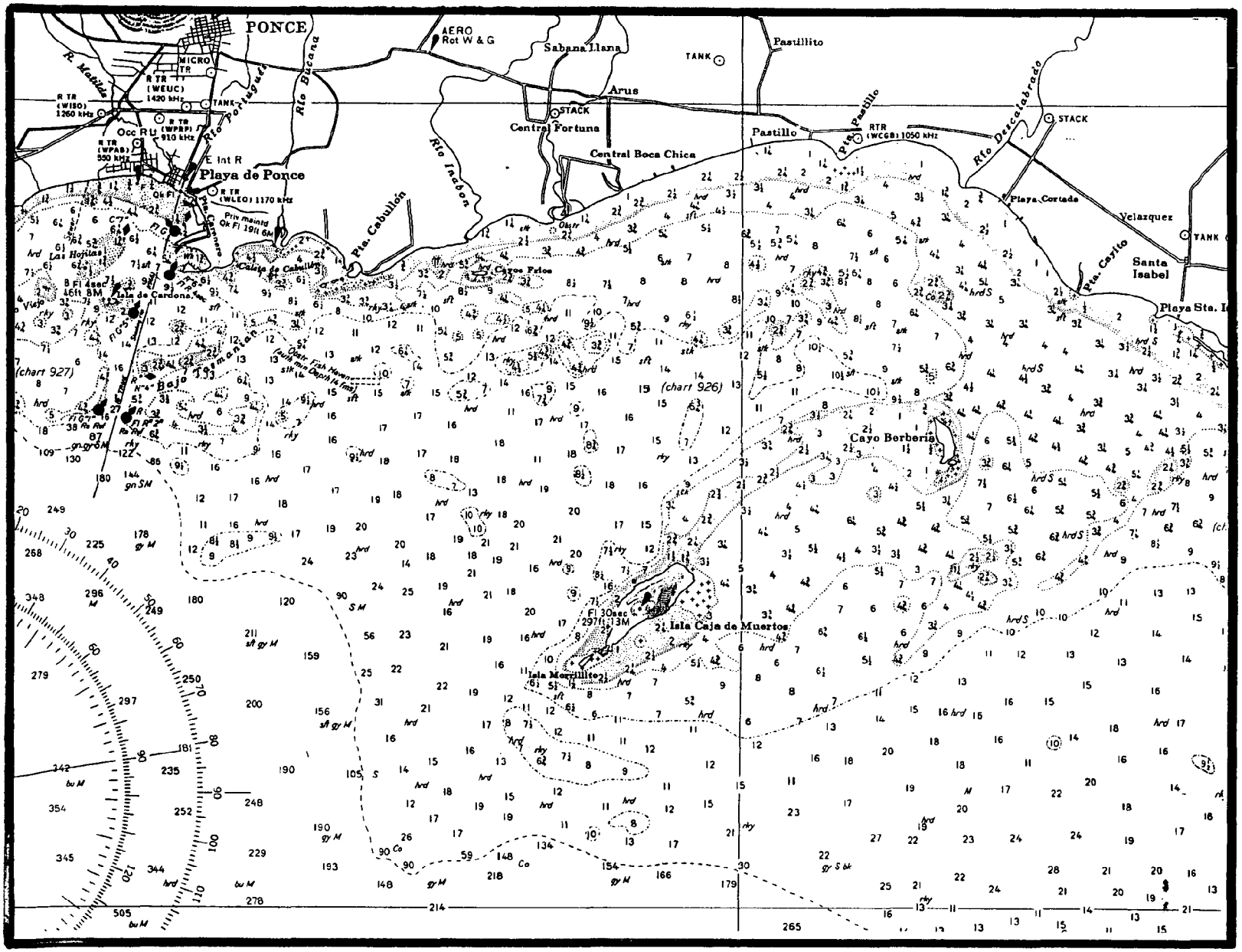


Figura 17 - Costa Sur - Segmento 3

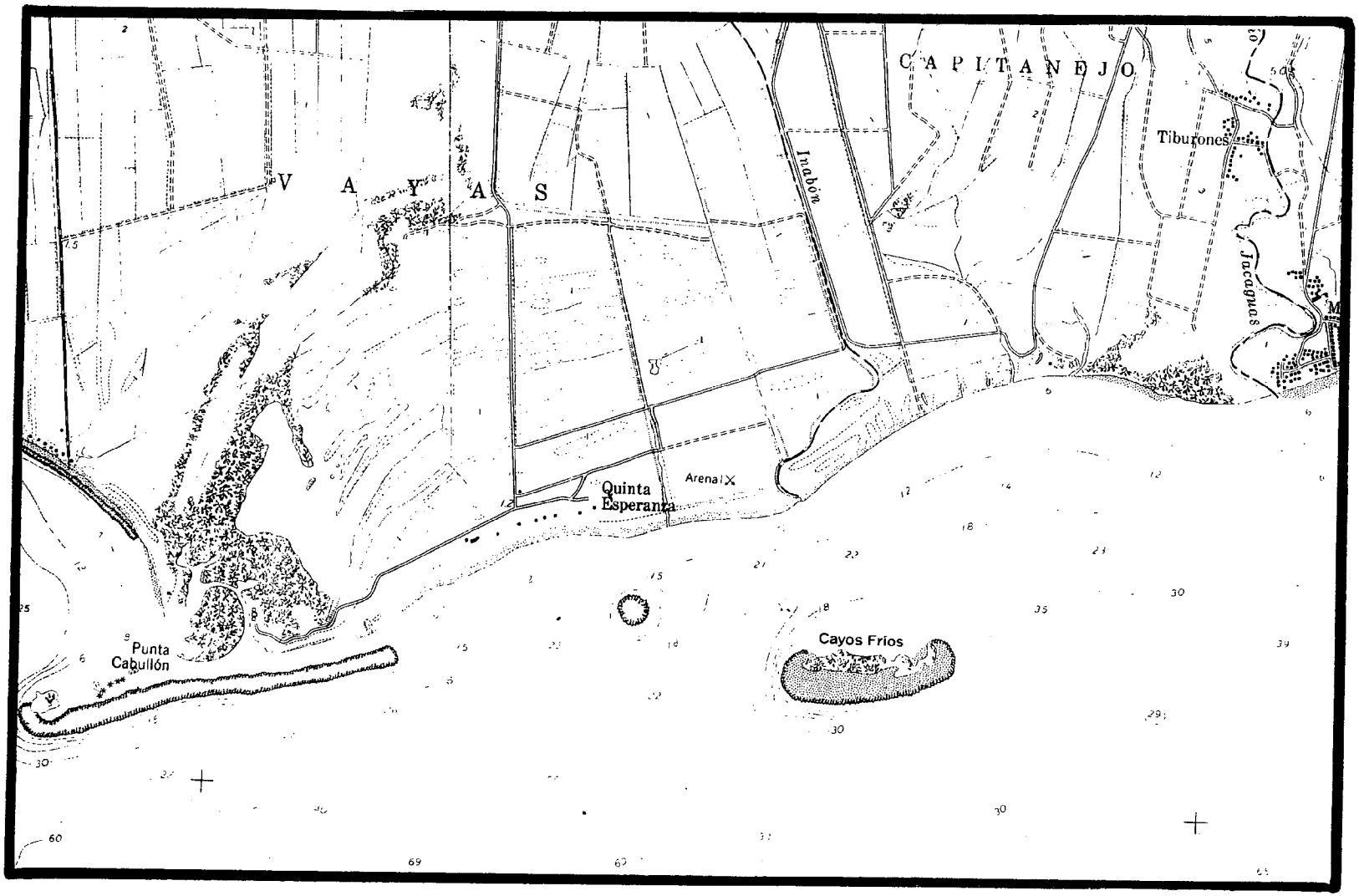


Figura 18 - Manglares de Punta Cabullón y Cayos Fríos

dessarrolla un islote de manglar con 31 hectáreas de extensión (Martínez et al, 1980). Al oeste, un denso cesped de hierbas submarinas se extiende através de las aguas llanas que unen ambas islas (figura 19).

Por otro lado, el islote de Caja de Muertos presenta su mayor desarrollo arrecifal en la costa noreste, donde resalta especialmente una laguna arrecifal compleja que sostiene una gran variedad de fauna bentica y nectónica (Villamil, 1980). Una extensa pradera de Thalassia estabiliza el fondo a lo largo de la costa norte del islote.

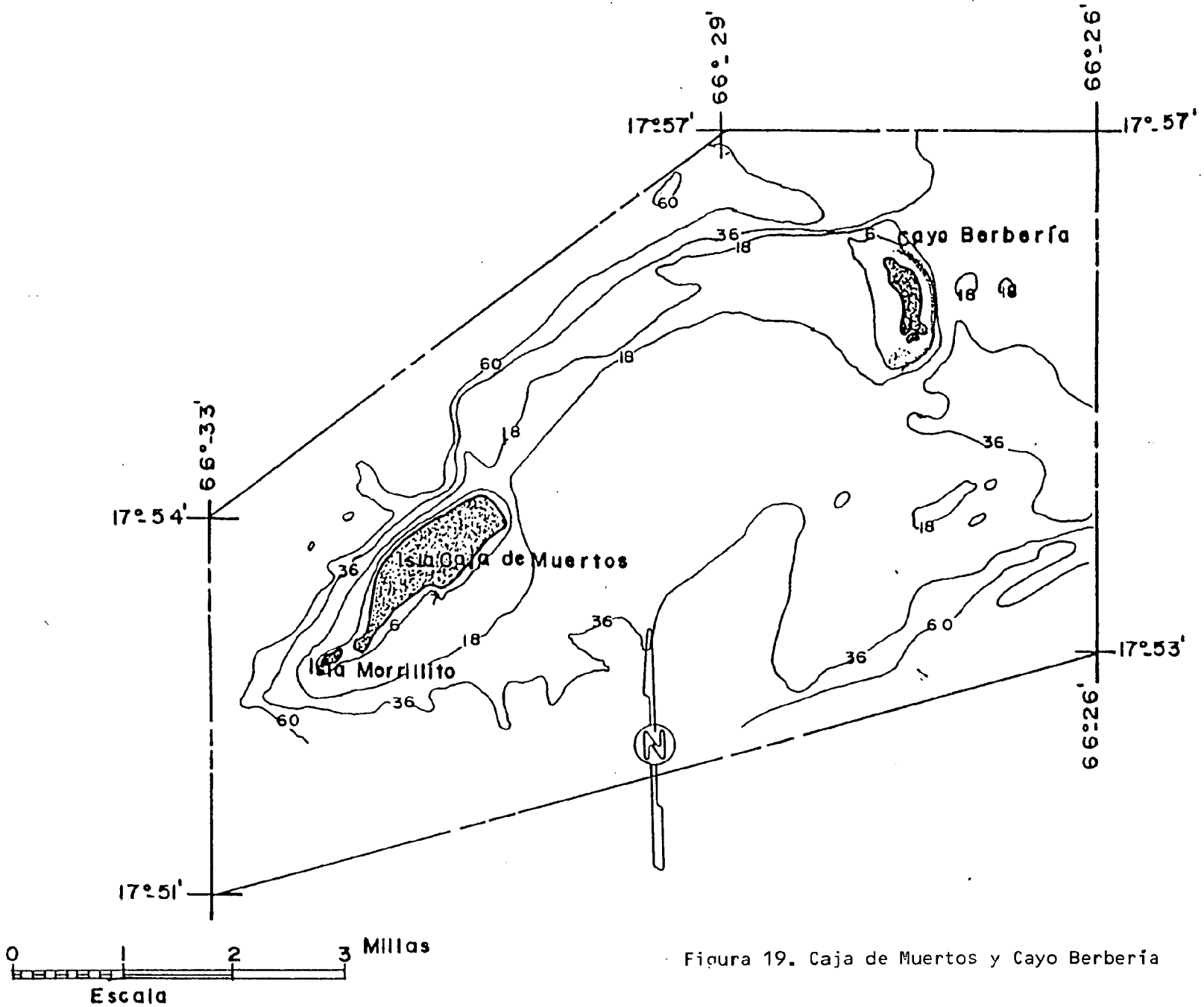


Figura 19. Caja de Muertos y Cayo Berbería

Areas Sensitivas al Desarrollo de Marinas

Costa oeste

Los desarrollos de marinas en la costa oeste deben ser planificados cuidadosamente de forma que no afecten adversamente las praderas submarinas y arrecifes de coral que bordean el área. Nuestros estudios de campo demostraron que en la mayoría de los casos la profundidad de las aguas cercanas a la costa es adecuada para el establecimiento de una marina sin necesidad de dragado. Sin embargo, en vista de que la costa oeste puede estar expuesta a oleajes y marejadas intensas (como las experimentadas en diciembre de 1989), es muy probable que estos desarrollos requieran protección artificial para crear un área segura libre de oleajes fuertes en sus facilidades. Es importante que la protección artificial no produzca estancamiento de las aguas o erosión a causa de su diseño (Martínez, 1988). Los muelles deben ubicarse sobre pilotes de tal forma que se mantenga la circulación del agua. Se sugiere el promover los andamios en tierra ("dry stack") para embarcaciones de menor tamaño y mantener un número limitado de muelles en el agua para aquellas embarcaciones de mayor tamaño.

Los avistamientos de especies vulnerables o en peligro de extinción como el manatí (Trichechus manatus) y tortugas marinas (Eretmochelys imbricata, Dermochelys coriacea) en la costa oeste, se resumen en las figuras 20 y 21. En el caso del manatí, Rathbun (1985) reporto un total de 15 especímenes avistados entre Rincón y Punta Guaniquilla entre un total de 523 para toda la isla

Distribution of manatees around Puerto Rico by coastal segment. Data compiled from twelve monthly aerial surveys from March 1984 through March 1985.

	COASTAL SEGMENT											
	1	2	3	4a*	4b*	5	6	7	8	9	10	11
Total manatees sighted (523)	25	14	138	50	2	63	158	37	21	15	0	0
Average no. of manatees sighted per survey (standard deviation)	2.1 (3.8)	1.2 (1.7)	11.5 (3.3)	4.5 (2.1)	0.2 (0.4)	5.3 (4.5)	13.2 (5.7)	3.4 (2.1)	1.8 (2.0)	1.3 (1.7)	0 (0)	0 (0)
Percent manatees sighted of grand total sightings (523)	4.8	2.7	26.4	9.6	0.4	12.0	30.2	7.0	4.0	2.9	0	0
Percent manatee calves sighted of total calves (40)	5.0	0	32.5	15.0	0	20.0	20.0	2.5	2.5	2.5	0	0

*Only eleven aerial surveys were completed in these segments due to U.S. Navy restrictions.

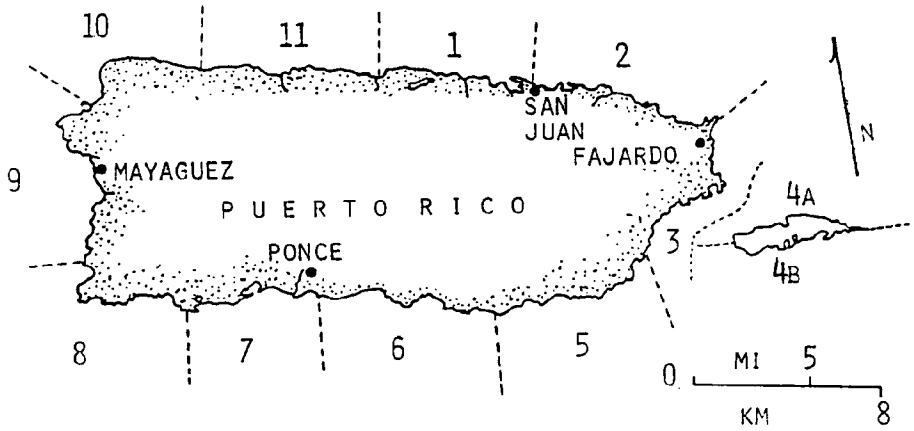


Figura 20 - Distribución del manatí alrededor de Puerto Rico
Tomado de Rathbun, 1985

Distribution of sea turtles around Puerto Rico by coastal segment. Data compiled from twelve monthly aerial surveys from March 1984 through March 1985. Abbreviations for species: CM=*Chelonia mydas*, EI=*Eretmochelys imbricata*, DC=*Dermochelys coriacea*, C=*Caretta caretta*.

	COASTAL SEGMENT											
	1	2	3	4a*	4b*	5	6	7	8	9	10	11
Total sea turtles sighted (410)	64	49	51	21	21	12	16	21	27	22	49	57
Aver. no. sea turtles sighted per survey (standard deviation)	5.3 (3.6)	4.1 (3.1)	4.3 (4.9)	1.9 (2.0)	1.9 (3.1)	1.0 (1.0)	1.3 (1.1)	1.8 (2.1)	2.3 (2.6)	1.8 (1.7)	4.1 (4.2)	4.8 (5.2)
Percent sea turtles sighted of grand total (410)	15.6	12.0	12.4	5.1	5.1	2.9	3.9	5.1	6.6	5.4	12.0	13.9
Percent small sea turtles sighted of total small (387)	15.5	12.4	11.9	5.2	4.9	3.1	4.1	4.7	6.7	5.4	12.7	13.4
Percent large sea turtles sighted of total large (23)	17.4	4.3	21.7	4.3	8.7	0	0	13.0	4.3	4.3	0	21.7

*Only eleven aerial surveys were completed in these segments due to U.S. Navy restrictions.

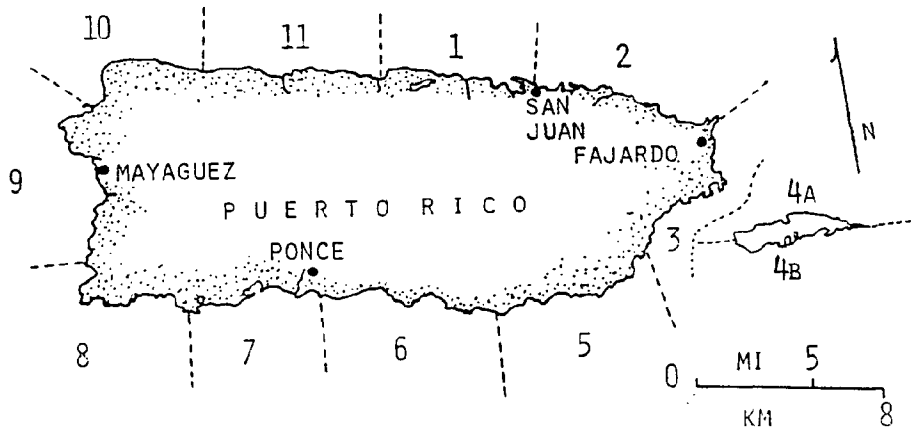


Figura 21 - Distribución de tortugas marinas en Puerto Rico
Tomado de Rathbun, 1985

durante un periodo de un ano. En el mismo censo, se avistaron 22 tortugas marinas de un total de 410 para la isla.

Se deben excluir desarrollos de marinas asociados al sistema lagunar de Joyuda. Debido a su alto valor ecológico, esta área ha sido designada por la Junta de Planificación como una Reserva Natural (figura 22).

De igual forma, los manglares y areas lagunares al este de Punta Ostiones deben reconocerse como áreas valiosas en el desarrollo de muchas especies de peces de importancia comercial y permanecer inalterados.

La Bahia de Puerto Real es un puerto importante en las actividades de pesca comercial en el oeste de la isla. Por ser una bahia pequeña, se sugiere que cualquier desarrollo de marina propuesto en esta área se planifique sobre terrenos altos evitando alterar manglares asociados a la bahía. Las embarcaciones pequeñas podrían ser colocadas sobre un sistema de andamios con un mínimo de muelles en la bahía. Este desarrollo no deberá entorpecer las áreas que tradicionalmente son utilizadas por los pescadores como fondeaderos naturales dentro de la bahía.

Al sur de Punta La Mela, la playa es utilizada en la actualidad como un balneario y posee un sistema de boyas que demarca esta zona.

Las playas y áreas lagunares al norte de Punta Guaniquilla son consideradas como críticas para el desarrollo de la vida silvestre (Cardona et al, 1988), por lo cual se deben excluir como posibles lugares de ubicación (figura 23).

La Bahía de Boquerón es considerada como una de las áreas de

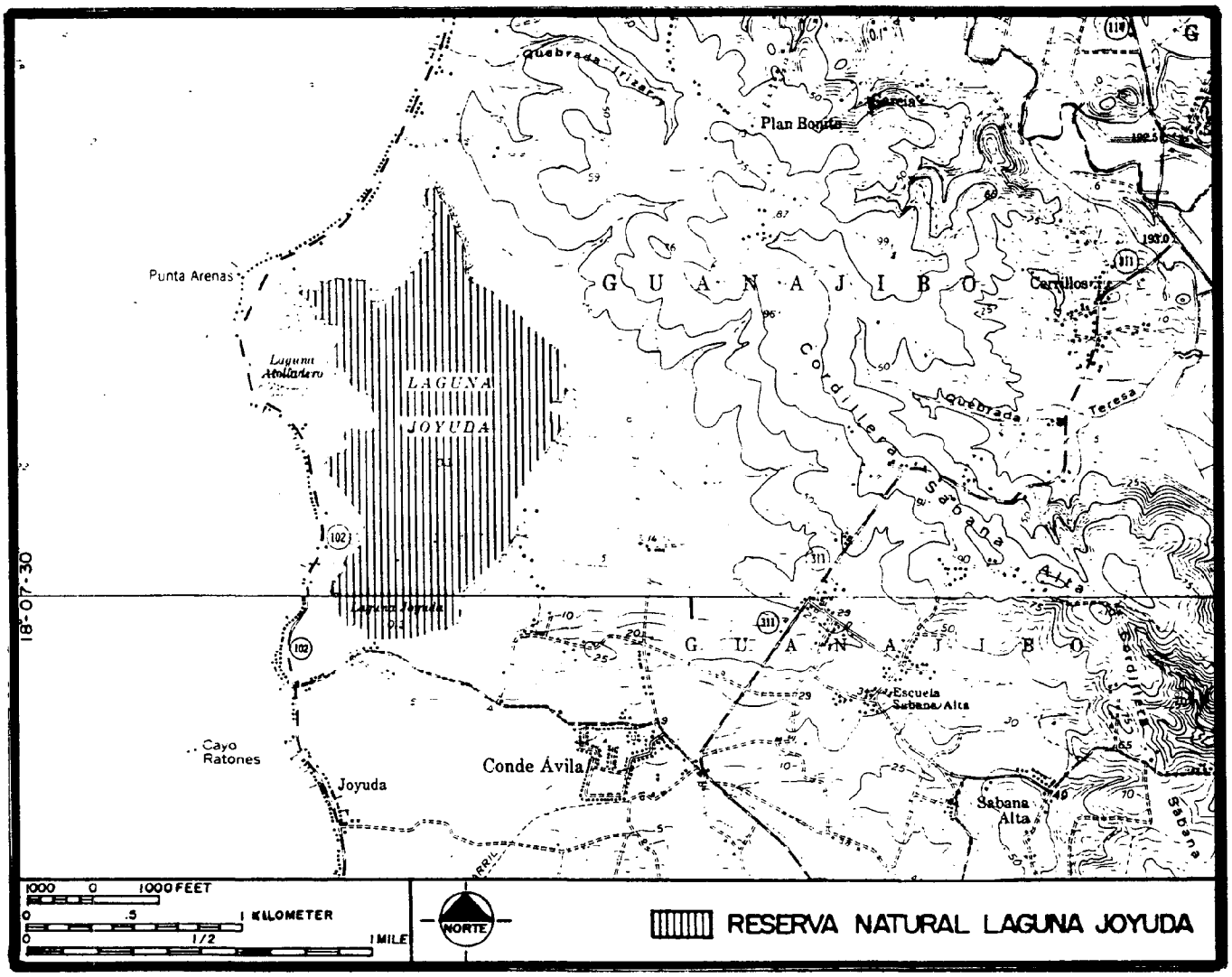
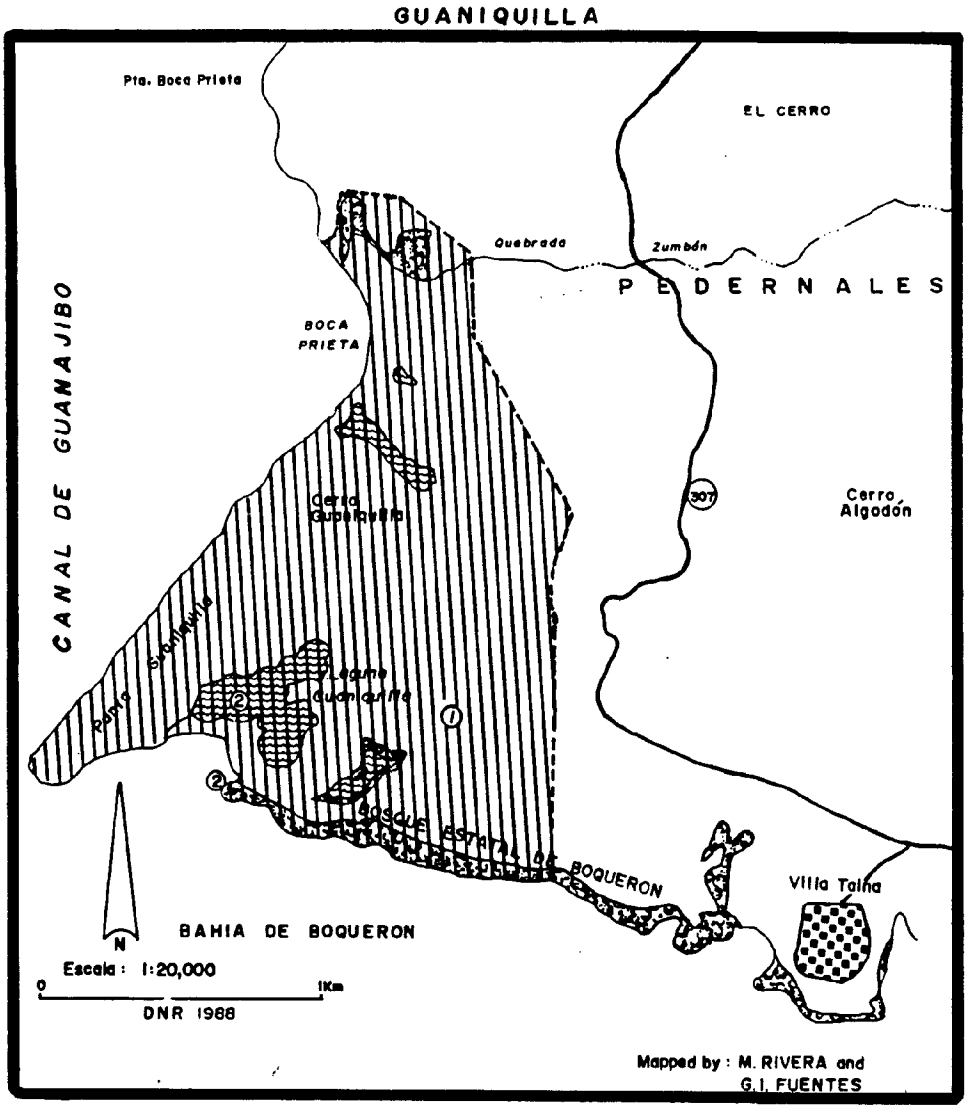


Figura 22 - Reserva Natural de la Laguna Joyuda



① Dendrocygna arborea
② Pelecanus occidentalis
Source: DNR Natural Heritage Program

Figura 23 - Areas criticas para el desarrollo de vida silvestre en la Punta Guaniquilla - Tomado de Cardona, 1988

mayor valor ecológico y escénico de la costa suroeste. Asociados a ésta, los extensos manglares y áreas lagunares al norte y al este de la bahía han sido designados por la Junta de Planificación como Areas de Planificacion Especial y Reservas Naturales (figuras 24 y 25). De igual forma, el Departamento de Recursos Naturales, ha designado los alrededores de la Bahía de Boquerón como críticos para el desarrollo de vida silvestre en peligro de extincion (figura 26). Consideramos que el área del Cano de Boqueron, el Balneario Público y todo el litoral norte de la bahía deben ser excluídos como posibles lugares para el establecimiento de marinas. Esto se sugiere no solo por su alto valor ecológico sino tambien por el mantenimiento de un tráfico reducido de embarcaciones cercano al área del balneario.

En el litoral sur de la bahía de Boquerón, las playas y fondos de praderas submarinas deben permanecer inalterados por su valor ecológico y escénico. Se sugiere para esta área, la posibilidad de desarrollos limitados sobre terrenos altos, fuera de salitrales, con andamios ("dry stack") y levantamiento mecánico para el acceso al mar. En la colocación de estos andamios, se debera tener en consideración el no alterar el valor escénico que caracteriza este lugar.

Al sur de Punta Melones, las playas entre Punta Moja Casabe y Punta Aguila deben ser excluídas como posibles lugares de ubicación por su alto valor recreativo (figura 27).

Las playas asociadas a Bahia Salinas y los manglares y áreas lagunares localizados en el tombolo de Cabo Rojo han sido designados por la Junta de Planificación como áreas de Reserva

A.R.P — A.P.R.

1 - PANTANO PUENTE DE LA CONSTITUCION
2 - BOSQUE DE PIÑONES
3 - BOSQUE PTEROCARPUS EN TORRECILLA ALTA
4 - DESEMBOCADURA DEL RIO ESPIRITU SANTO
5 - CABO SAN JUAN - EL FARO
6 - ARRECIFE LA CORDILLERA
7 - BOSQUE ESTATAL DE CEIBA
8 - PANTANO DE HUMACAO Y BOSQUE PTEROCARPUS
9 - ARRECIFES DE GUAYAMA
10 - BAHIA DE JOBOS Y MAR NEGRO
11 - PUNTA PETRONA
12 - CAJA DE MUERTOS
13 - BOSQUE DE GUANICA
14 - LA PARGUERA
15 - BOQUERON
16 - LAGUNA JOYUDA
17 - ARRECIFE TOURMALINE
18 - CIENAGA ESPINAR
19 - FARO DE ARECIBO Y FORTIN VICTOR ROJAS
20 - CAÑO TIBURONES
21 - CUEVA DEL INDIO
22 - HACIENDA LA ESPERANZA
23 - LAGUNA TORTUGUERO
24 - BOSQUE PTEROCARPUS EN DORADO
25 - ISLA DE LA MONA
26 - BAHIAS FOSFORESCENTES DE VIEQUES

A.I.S. — A.P.C.

A - BOCA DE CANGREJOS
B - AREA DE PANDURA
SIERRA DE GUARDARRAYA
C - AREA DE LA BAHIA DE JOBOS
D - AREA DEL SUROESTE
E - AREA DE ISABELA
F - AREA DE LAGUNA TORTUGUERO
G - VIEQUES
TODOS LOS MANGLARES

AREAS DE INTERES SINGULAR — AREAS OF PARTICULAR CONCERN

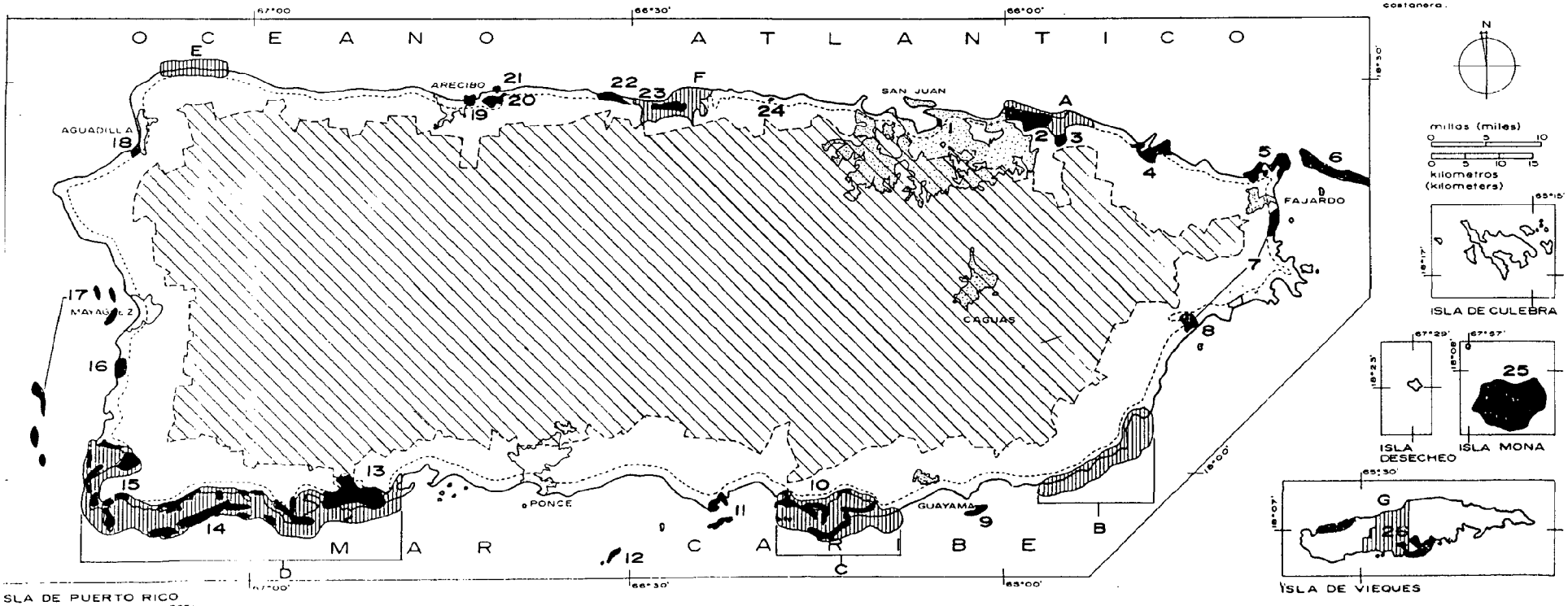
AREAS DE PRESERVACION Y RESTAURACION — AREAS FOR PRESERVATION AND RESTORATION

LIMITE TERRESTRE APROXIMADO DE LA ZONA COSTANERA - - - - - - - - APROXIMATE COASTAL ZONE INLAND BOUNDARY

LIMITE TERRESTRE DEL AREA DE ESTUDIO - - - - - - - STUDY AREA INLAND BOUNDARY

Financial assistance provided in part by Coastal Zone Management Act of 1972, administered by Office of Coastal Zone Management, National Oceanic and Atmospheric Administration

NOTA:
Aunque este mapa no demuestra los limites de los terrenos federales, dichos terrenos estan excluidos por ley de la zona costanera.



ISLA DE PUERTO RICO
FUENTE DE INFORMACION/ SOURCE:
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
JUNTA DE PLANIFICACION.

FIGURA 24- AREAS DE PLANIFICACION ESPECIAL Y RESERVAS NATURALES
SPECIAL PLANNING AREAS AND NATURAL RESERVES

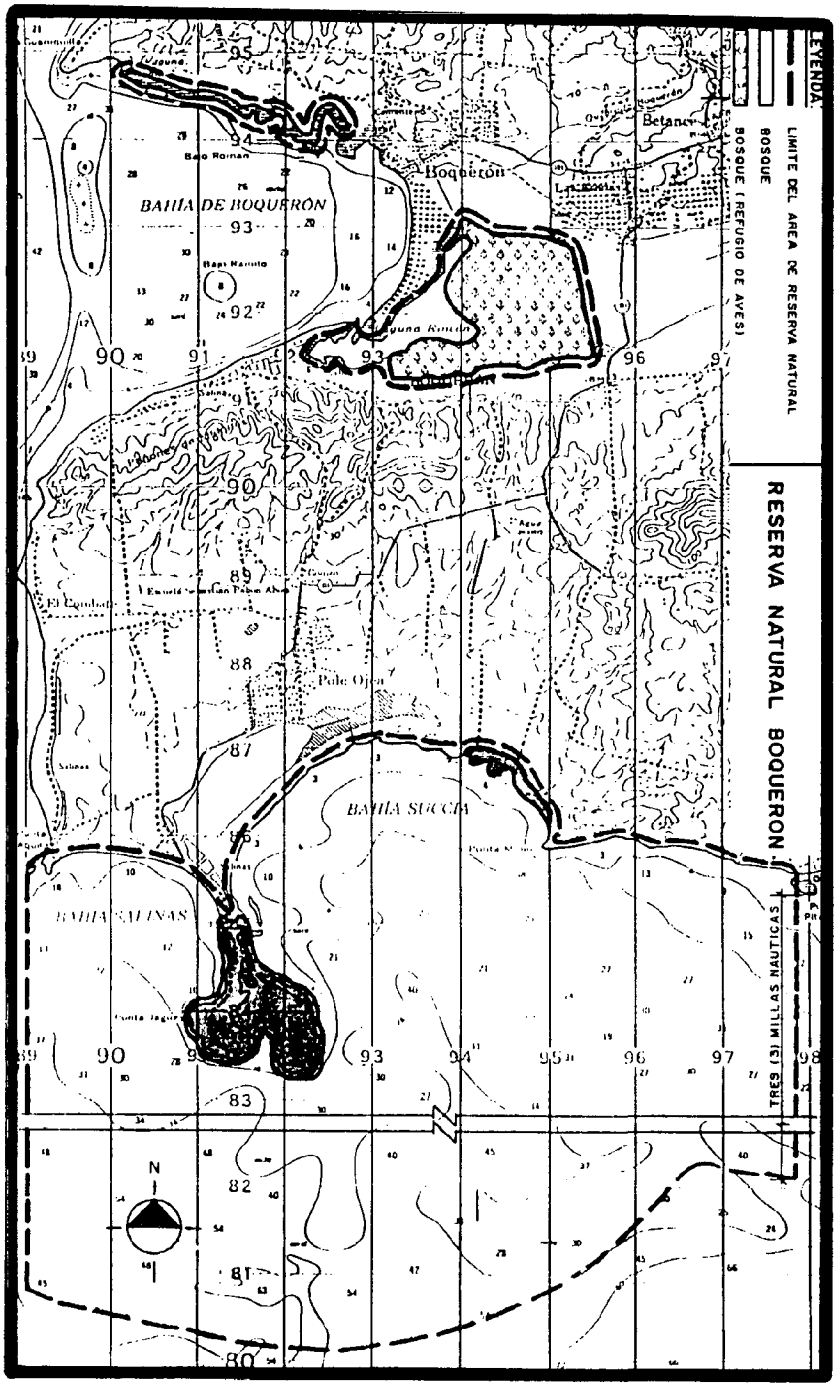


FIGURA 25 - Reserva Natural de Boquerón

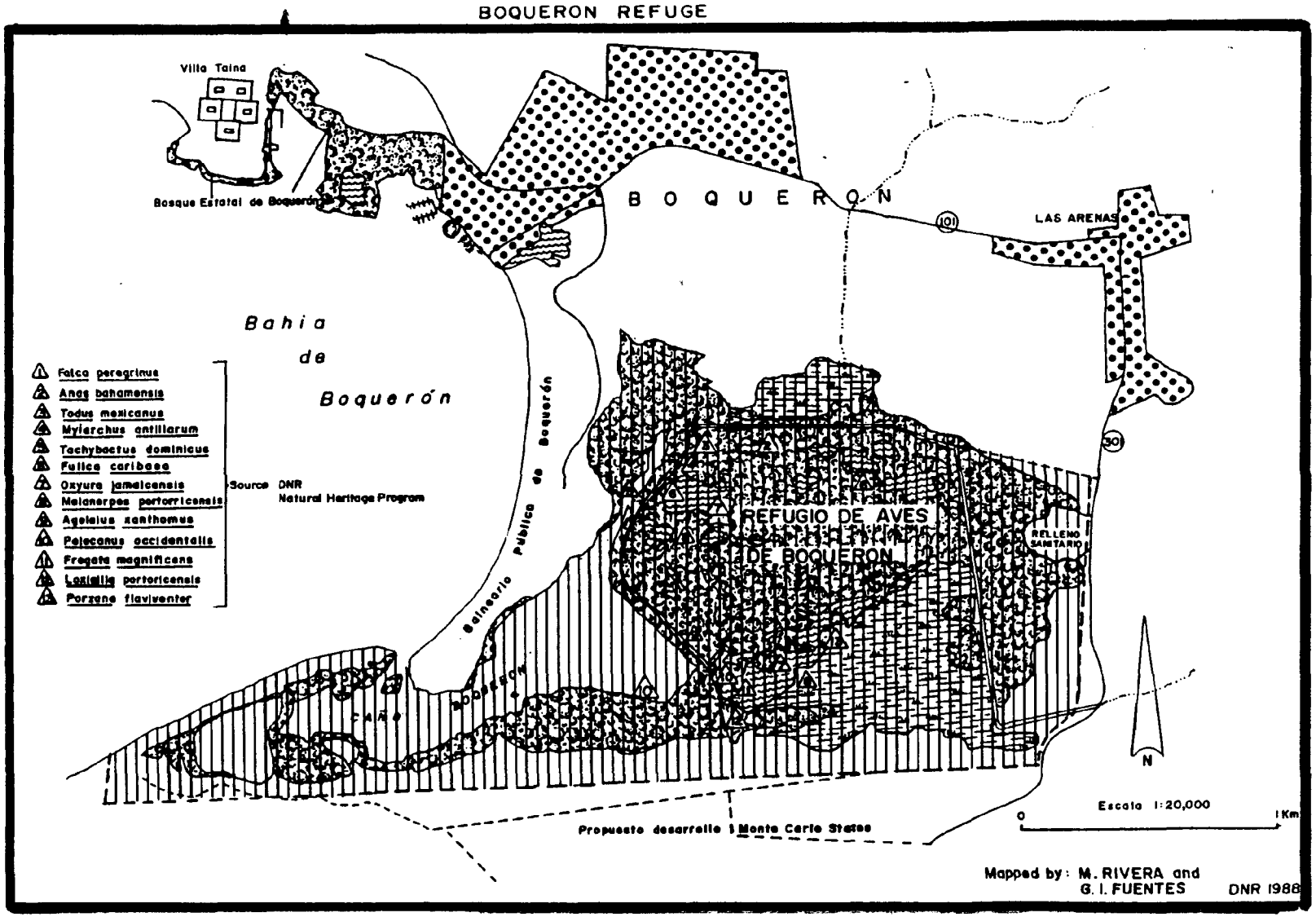


FIGURA 26 - Areas criticas para el desarrollo de vida silvestre asociadas a la Bahía de Boquerón. Tomada de Cardona, 1988

* 1 - ISLA VERDE
2 - PIÑONES TORRECILLA
3 - VACIA TALEGA
4 - UVEROS
* 5 - LUQUILLO
6 - EL CONVENTO
7 - SOROCO
8 - LAS CROABAS
9 - ICACOS

* 10 - HUMACAO
11 - EMAJAGUA
12 - MAUNABO
13 - PUNTA TUNA
14 - MALA PASCUA
* 15 - ARROYO
* 16 - EL TUQUE
17 - LA VENTANA
18 - LA BALLENA

* 19 - CAÑA GORDA
20 - MANGLILLO
21 - MONTALVA
22 - PLAYA ROSADA
23 - PAJAROS
24 - EL COMBATE
* 25 - BOQUERON
26 - SABANETA
27 - LA PUENTE

* 28 - AÑASCO
29 - CORCEGA
30 - CRASH BOAT
31 - EL POZO DE JACINTO
32 - LOS NEGRITOS
33 - MAR CHIQUITA
34 - TORTUGUERO
* 35 - CERRO GORDO
* 36 - SARDINERA

37 - PUNTA SALINAS
38 - PALO SECO
* 39 - ENSENADA SOMBE
* 40 - PLAYA LAGUNA DEL CONDADO
* 41 - ESCAMBRON

* BALNEARIOS BAJO LA JURISDICCION DE LA ADMINISTRACION DE PARQUES Y RECREOS PUBLICOS.

BEACHES UNDER THE JURISDICTION OF THE PUBLIC PARKS AND RECREATION ADMINISTRATION.

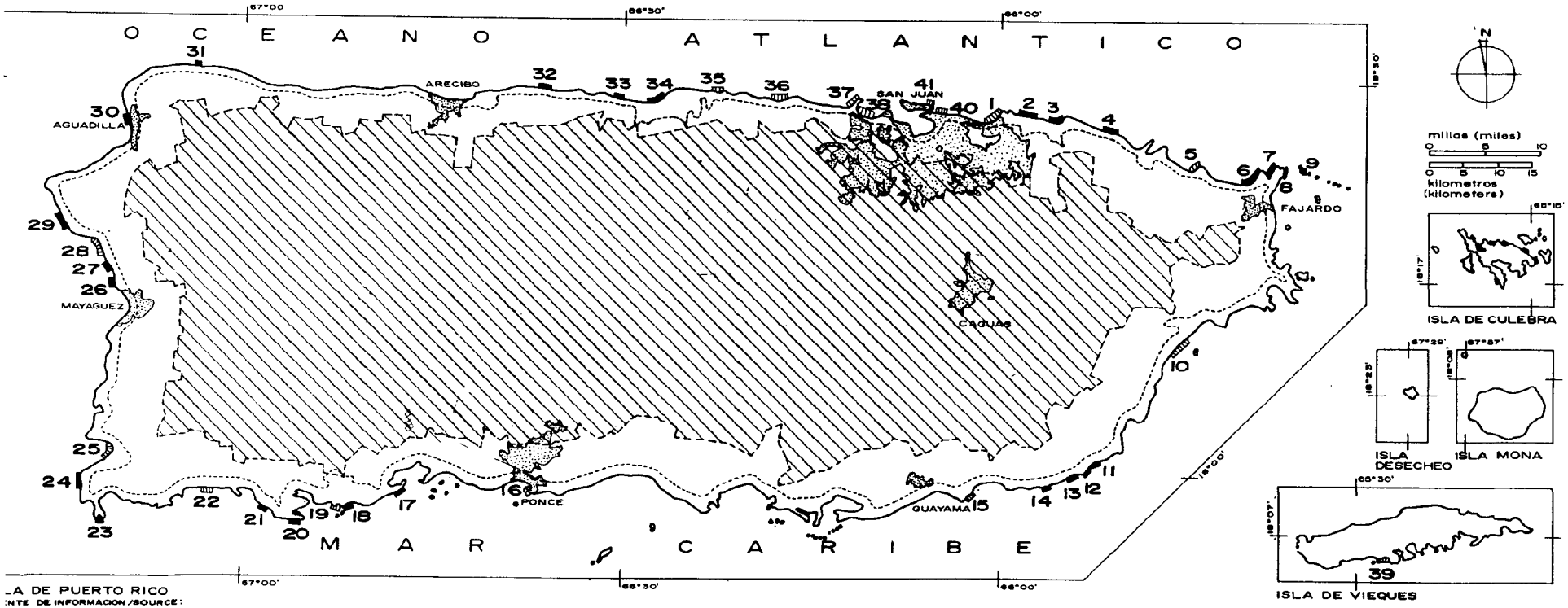
PLAYAS SIN DESARROLLAR — UNDEVELOPED BEACHES

PLAYAS DESARROLLADAS — DEVELOPED BEACHES

LIMITE TERRESTRE APROXIMADO DE LA ZONA COSTANERA --------- APROXIMATE COASTAL ZONE INLAND BOUNDARY

LIMITE TERRESTRE DEL AREA DE ESTUDIO -------- STUDY AREA INLAND BOUNDARY

Financial assistance provided in part by Coastal Zone Management Act of 1972, administered by Office of Coastal Zone Management, National Oceanic and Atmospheric Administration.



LA DE PUERTO RICO
NTE DE INFORMACION/SOURCE:
M.P.H.: RECREATIONAL FACILITIES FOR PEOPLE OF MODEST INCOME. PLANNING BOARD, 1967. HUNTER, RANDOLPH: RECOMMENDATION FOR DEVELOPMENT OF REGIONAL AND LOCAL BEACHES IN PUERTO RICO. LIC PARKS AND RECREATIONAL ADM., 1959. PUBLIC PARKS AND REC. INISTRATION: INVENTARIO DE FACILIDADES RECREATIVAS EN SERVICIOS. 0, 1975. PUBLIC PARKS AND RECREATIONAL ADM.: PLAN COMPREHIVO EC. AL AIRE LIBRE PARA P.R. (SAN JUAN, JUNIO, 1970.)

FIGURA 27 - **PLAYAS CON VALOR RECREATIVO**
RECREATIONAL BEACHES

Natural (figura 25). Esta playa, al igual que aquellas al sur de Punta Melones se consideran como áreas críticas para el anidaje de tortugas marinas (Getter, 1984) y otras especies terrestres (Cardona, 1988; figura 28). Estas áreas deben ser excluídas como posibles lugares para la ubicación de marinas.

Costa sur

Localizado en la Bahía de Jobos, los terrenos de la Reserva Estuarina de JOBANERR fueron adquiridos por el Gobierno de Puerto Rico con el propósito primordial de servir como laboratorios naturales donde se puedan estudiar los procesos naturales y la influencia humana sobre estos sistemas en la zona costanera. El área de la Reserva comprende unas 1,140 hectáreas que incluyen los Cayos Caribe y sus arrecifes, los manglares de Mar Negro, junto con su complejo sistema de canales y lagunas, además de playas, arrecifes y praderas submarinas (figura 29).

El Bosque Estatal de Aguirre es otra área de conservación que ha sido designada por la Junta de Planificación para mantener su estado natural y proveer un lugar para la recreación pasiva en el área de Bahia de Jobos. El bosque cuenta con cuatro segmentos para un area total de 2,464 cuerdas (figura 30).

Por el valor ecológico e importancia de estas áreas de conservación y la necesidad de mantener su integridad ecológica con otros sistemas adyacentes, consideramos que el área de la Bahía de Jobos incluyendo los cayos exteriores y Mar Negro, deben permanecer excluídos como posible lugar para el establecimiento de marinas. Es posible ubicar muelles y otras facilidades mínimas

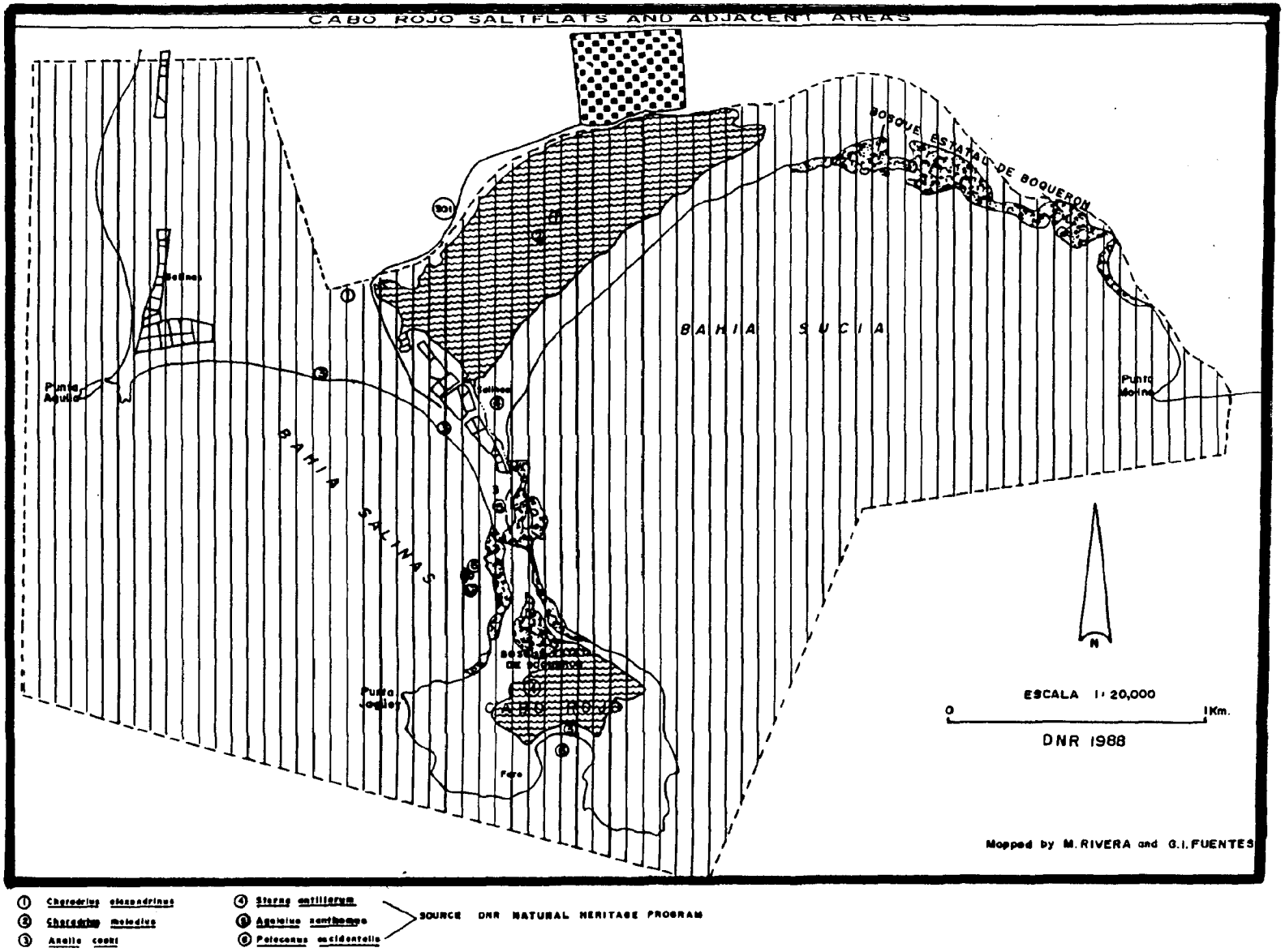


FIGURA 28 - Areas críticas para el desarrollo de la vida silvestre en Cabo Rojo.
Tomado de Cardona, 1988

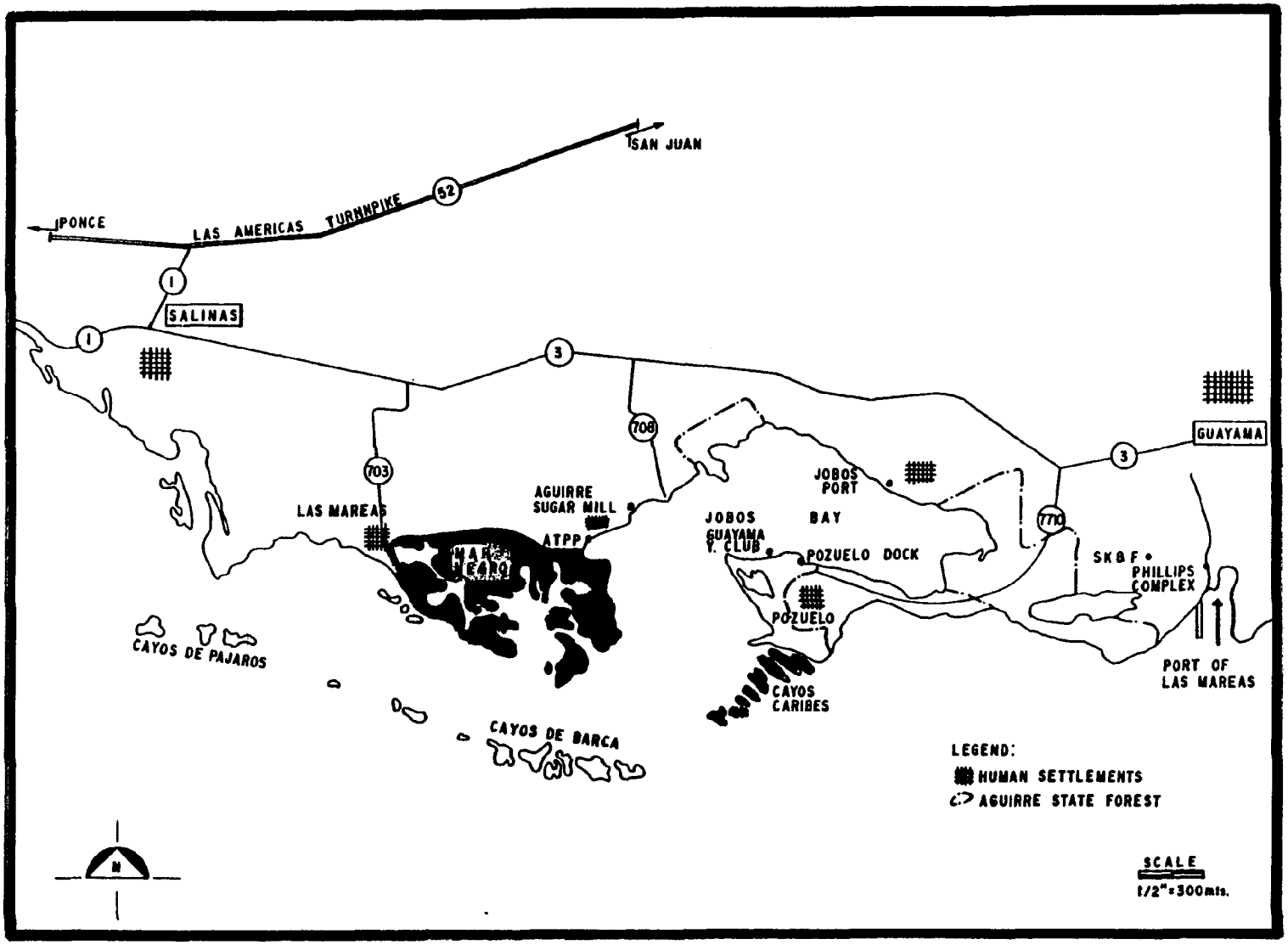


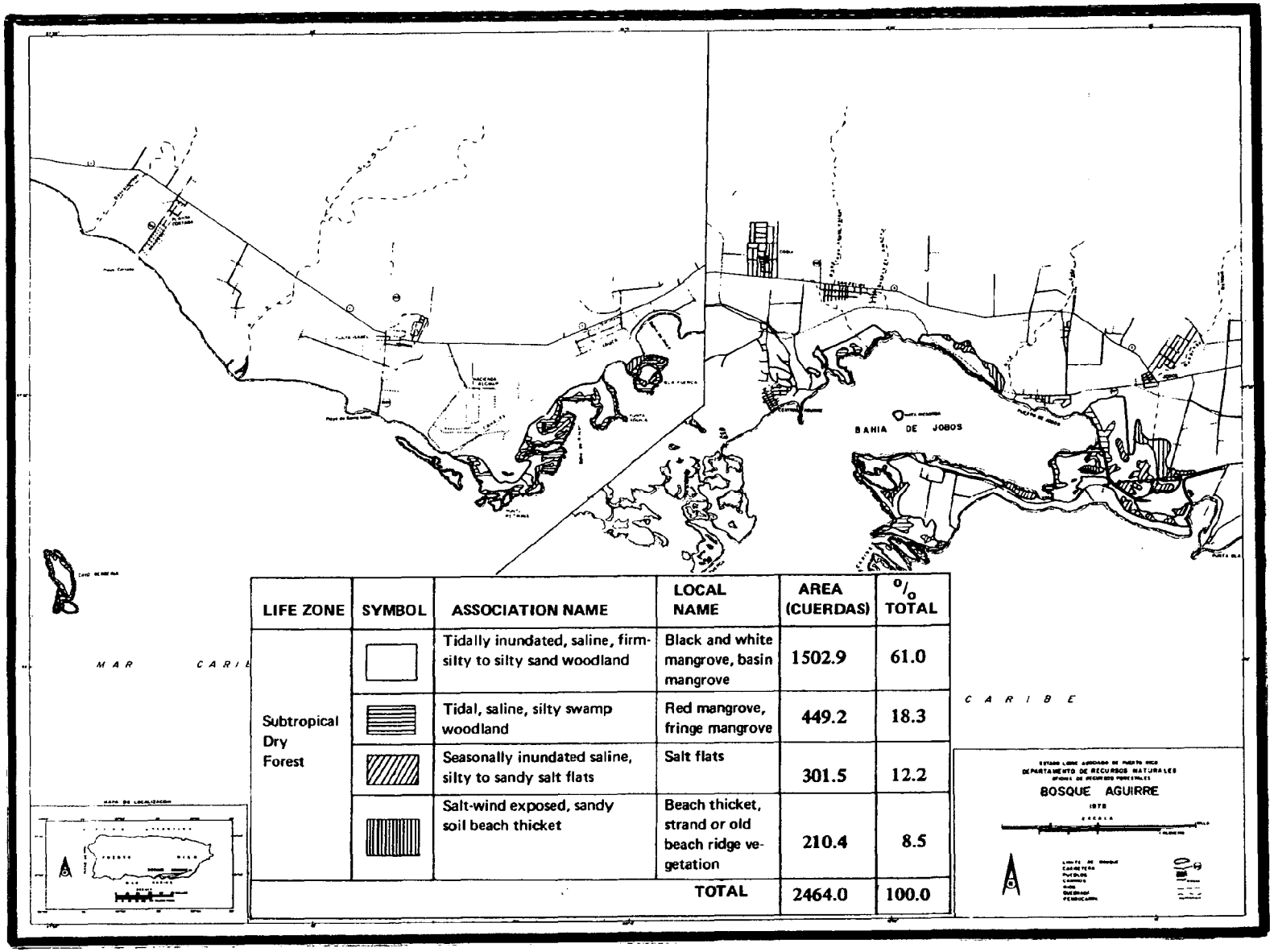
FIGURA 29 - Límites del Santuario Estuarino de JOBANERR

para el acceso al mar, especialmente aquellas relacionadas al uso de las áreas de conservación, vigilancia y la pesca comercial.

Los avistamientos de especies vulnerables como el manatí y tortugas marinas en el área se resumen en las figuras 20 y 21. Es importante señalar que el sector costero entre Guayama y Ponce es aquel con el mayor número de avistamientos del manatí (Rathbun, 1985), con 158 organismos observados durante el período de un año. Este número corresponde al 30 porciento del total de avistamientos en la isla durante ese período de tiempo.

Las áreas de Punta Arenas y Punta Petrona se consideran como de gran importancia para la vida silvestre (Cardona, 1988). En adición, Punta Petrona ha sido designada por la Junta de Planificación como una Reserva Natural por los sistemas ecológicos y vida silvestre que esta alberga (figura 31). Consideramos que el establecimiento de marinas adicionales a las ya existentes en este segmento debe ser evaluado cuidadosamente teniendo en cuenta la necesidad y demanda real por estas facilidades. Un incremento no planificado en el uso de arrecifes, manglares y playas en esta área pone en peligro la integridad de estos sistemas y su vida silvestre.

Al oeste de la Playa de Santa Isabel, cualquier desarrollo de marina en la costa posiblemente requiera protección artificial ya que este sector se encuentra expuesto a oleajes fuertes. En este caso, el evaluador se debe asegurar de que este no interrumpa el transporte de sedimentos en el litoral, causando erosión en la localidad. Los manglares y terrenos anegados asociados a los rios que desembocan en la Bahía de Rincón deben



LIFE ZONE	SYMBOL	ASSOCIATION NAME	LOCAL NAME	AREA (CUERDAS)	% TOTAL
Subtropical Dry Forest		Tidally inundated, saline, firm-silty to silty sand woodland	Black and white mangrove, basin mangrove	1502.9	61.0
		Tidal, saline, silty swamp woodland	Red mangrove, fringe mangrove	449.2	18.3
		Seasonally inundated saline, silty to sandy salt flats	Salt flats	301.5	12.2
		Salt-wind exposed, sandy soil beach thicket	Beach thicket, strand or old beach ridge vegetation	210.4	8.5
			TOTAL	2464.0	100.0

FIGURA 30 - Límites del Bosque Estatal de Aguirre

permanecer inalterados, ya que éstos son considerados como importantes en el desarrollo de la vida silvestre del área (Cardona, 1988).

Los islotes de Caja de Muertos y Berbería deben ser excluídos como posibles áreas para la ubicación de marinas. Estos han sido designados por la Junta de Planificación como una Reserva Natural por su alto valor ecológico.

REFERENCIAS

Cardona, J. E. and M. Rivera. 1988 Critical Coastal Wildlife Areas of Puerto Rico. Technical Report prepared for the Puerto Rico Coastal Zone Management Program, Department of Natural Resources, San Juan, Puerto Rico. 173 pp.

Carvajal-Zamora, J. 1976. Factores que Afectan la Bioluminiscencia en Algunos Sistemas Estuarinos y Marinos de Puerto Rico. Tercer Simposio del Departamento de Recursos Naturales, San Juan, Puerto Rico, pp 18-55.

Carvajal-Zamora, J., M. A. Pérez y G. Cintrón, 1978. Estudio de la Laguna Joyuda: un Ecosistema Marino. Informe Técnico preparado para el Programa de Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales San Juan, Puerto Rico. 94 pp.

Cintrón, G., F. McKenzie and R. Olazagasti. 1973. Studies at PRINUL site. Final report of missions Nos. 3 and 5. Puerto Rico International Underwater Laboratory.

García, M., A. Ríos, H. Merced, R. Martínez. 1988. Inventario de Facilidades Naúticas Establecidas en Puerto Rico. Documento Técnico preparado para el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales, San Juan, P.R. 37 pp.

Getter, C. D. 1984. Sensitivity of Coastal Environments and Wildlife to Spilled Oil in Puerto Rico; A Coastal Atlas. Prepared by Puerto Rico Department of Natural Resorces in colaboration with the Research Planning Institute, Columbia, South Carolina.

Goenaga, C. and G. Cintron. 1979. Inventory of Puerto Rican Coral Reefs. Report to the Puerto Rico Department of Natural Resources, Coastal Zone Management Program. 189 pp.

Kaye, C. 1959. Shoreline Features and Quaternary Shoreline Changes in Puerto Rico. U.S. Geological Survey Prof. Pap. 317-B.

Kolehmainen, S. 1974. Siltation experiments on corals in situ, In Puerto Rico Nuclear Center Annual Report. pp 77-80.

Martínez, R. 1988. Guías Para la Ubicación de Marinas en Puerto Rico. Programa de Manejo de Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales, San Juan, Puerto Rico. 66pp.

Martínez, R., L. Encarnación. 1980. El Manglar y la Vegetación Asociada a las Playas de Isla Caja de Muertos y el Cayo Berbería. En: Suplemento Técnico para la Reserva Natural de Caja de Muertos. Departamento de Recursos Naturales, San

Juan, P.R.

Martínez, R., G. Cintrón, L.A. Encarnación. 1979. Mangroves in Puerto Rico: A Structural Inventory. Technical Report prepared by the Puerto Rico Department of Natural Resources, Scientific Research Area. San Juan, Puerto Rico. 149 pp.

Morelock, J. 1978. Shoreline of Puerto Rico. Report submitted to the Coastal Zone Management Program of the Department of Natural Resources. 45 pp.

Negrón, L., M. Pérez, G. Cintrón y M. Aponte. 1982. Lagunas Costeras de Puerto Rico. Informe Técnico sometido al Programa de Manejo de Zona Costanera del Departamento de Recursos Naturales, San Juan, Puerto Rico. 234 pp.

Picó, R. 1975. Nueva Geografía de Puerto Rico; Física Económica y Social. Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico.

Puerto Rico Department of Natural Resources. 1976. Master Plan for the Commonwealth Forests of Puerto Rico. Prepared for the Bureau of Outdoor Recreation by the Planning Area, Department of Natural Resorces, San Juan, P.R. 259 pp.

Rathbun, G.B., T. Carr, N. Carr, T.A. Woods. 1985. The Distribution of Manatees and Sea Turtles in Puerto Rico, With Emphasis on Roosevelt Roads Naval Station. Atlantic Division, Naval Facilities Engineering Command, Installations Planning Division, Norfolk, Virginia.

U.S. Department of Commerce. 1983. Jobos Bay National Estuarine Sanctuary Management Plan, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Ocean and Coastal Resource Management, Sanctuary Programs Division, Washington, D.C.

U.S. Department of Commerce. 1986. United States Coast Pilot. Atlantic Coast: Gulf of Mexico, Puerto Rico, and Virgin Islands. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Washington, D.C.

U.S. Department of the Interior. 1988. National Wetlands Inventory, Playa de Ponce and Santa Isabel Quadrangles. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

Villamil, Johnny, M. Canals, S. Silander, M. del Llano, R. Martínez, A. García, A Molinares, J. González, E. Questell, M. Perez y M. Rivera. 1980. Suplemento Técnico para la Reserva Natural de Caja de Muertos. Area de Investigaciones Científicas, Departamento de Recursos Naturales, San Juan, P.R. 247 pp.

NOAA COASTAL SERVICES CTR LIBRARY
3 6668 14111926 5