

Este trabajo debe citarse de la siguiente forma:

Hernández-Delgado, E.A. 2003. Suplemento técnico al Plan de Manejo de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, Puerto Rico. I. Caracterización de habitáculos. Informe sometido al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. San Juan, PR. 30 de agosto de 2003. 109 pp.

Dirección de contacto del autor:

Edwin A. Hernández-Delgado, Ph.D.
Coordinador
Programa de Monitoreo Ecológico y Restauración de Arrecifes de Coral
Reserva Natural del Canal Luis Peña
180 Montebrisas
Apt. 2-203
San Juan, Puerto Rico 00926
coral_giac@yahoo.com

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
Introducción.	1 – 6
Metodología.	7 – 12
Resultados	13 – 105
Caracterización de los hábitáculos bénticos.	13 – 49
Tipos de hábitáculos en la RNCLP.	15 – 26
Arrecife linear.	15 - 17
Fondo rocoso colonizado.	17 - 18
Fondo rocoso no colonizado.	18
Pavimento colonizado.	18 - 19
Pavimentos no colonizados.	19
Fondo de rocas y corales disperses.	19 - 20
Pavimento colonizado con canales.	20
Pavimentos no colonizados con canales.	20 - 21
Arrecifes de parcho.	21
Comunidades de carricoche.	21-22
Hierbas marinas (contínuas).	22
Hierbas marinas (70-90%).	23
Hierbas marinas (50-70%).	23
Hierbas marinas (30-50%).	23
Planicie de macroalgas (10-50%).	23 - 24
Arena.	24
Litoral rocoso basáltico.	24 - 25
Litoral rocoso de eolianita.	25 - 26
Litoral arenoso.	26
Caracterización y distribución geográfica de los hábitáculos bénticos.	26 – 38
Patrones espaciales en la estructura de los hábitáculos bénticos de la RNCLP.	38 – 44
Comparación entre modelos.	44 – 49
Caracterización geográfica de las áreas de estudio.	49 – 105
Punta Flamenco-Oeste.	52, 62 - 64
Playa Carlos Rosario.	61 - 66
Punta Tamarindo Grande.	61, 67 – 68

Bahía Tamarindo-Norte.	69 – 71
Punta Rompeanzuelo.	72 – 74
Bahía Tamarindo-Sur.	72, 75-77
Punta Tamarindo Chico.	77 – 80
Bajo Magoyo.	80
Bahía Tarja.	81 – 83
Punta Melones.	81, 84 – 86
Costa norte del Cayo Luis Peña.	86 – 91
Costa este del Cayo Luis Peña.	90, 92 – 94
Cayo Luis Peña-Sureste.	94 – 101
Canal Luis Peña-Sur.	97, 102 – 104
Canal Luis Peña-Centro.	102
Canal Luis Peña – Norte.	105
Conclusiones.	106 – 107
Agradecimientos.	107
Literatura citada.	108 – 109

INDICE DE TABLAS

		Páginas
TABLA 1.	Definiciones de las categorías principales de habitáculos béticos identificados dentro de la RNCLP.	14
TABLA 2.	Área superficial de las diversas categorías de habitáculos béticos de acuerdo al tipo de análisis y a la fuente de información.	31
TABLA 3.	Prueba ANOSIM de una vía para probar la hipótesis nula de la ausencia de diferencia en la clasificación de habitáculos béticos entre los mapas.	47
TABLA 4.	Porcientos de contribución de las categorías de habitáculos béticos según Kendall et al. (2001) (basado en una prueba SIMPER).	47
TABLA 5.	Porcientos de contribución de las categorías de habitáculos béticos según el mapa propuesto en este estudio (basado en una prueba SIMPER).	48
TABLA 6.	Prueba SIMPER de la diferencia en la clasificación de las categorías béticas entre ambos mapas.	48
TABLA 7.	Coordenadas del sistema de boyas de demarcación de la RNCLP, según la Orden Administrativa 2003-14 del Secretario del DRNA, del 14 de agosto de 2003.	50
TABLA 8.	Área superficial estimada (ha) de las 15 áreas geográficas de la RNCLP.	54
TABLA 9.	Distribución de especies de corales a través de los sistemas de arrecifes de coral más importantes de la RNCLP.	56 - 60

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1. Miembros de la Junta de Directores de la Asociación de Pescadores de la Isla de Culebra.	2
FIGURA 2. Colonia del coral Cuerno de Alce, <i>Acropora palmata</i> , en la Playa Carlos Rosario.	6
FIGURA 3. Localización de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, P.R.	8
FIGURA 4. Foto aérea de la Isla de Culebra modificada para ilustrar la localización de los límites geográficos de la Reserva Natural del Canal Luis Peña.	9
FIGURA 5. Áreas geográficas naturales de la RNCLP.	10
FIGURA 6. Caracterización parcial de los hábitáculos bénticos de la costa oeste de Culebra (Hernández-Delgado et al., 1998).	29
FIGURA 7. Clasificación de hábitáculos bénticos de la RNCLP basado en los mapas de Kendall et al. (2001).	30
FIGURA 8. Caracterización de los hábitáculos bénticos de la RNCLP (Hernández-Delgado et al., 2002) basado en los mapas de Kendall et al. (2001) mediante “dot grids”.	32
FIGURA 9. Caracterización de los hábitáculos bénticos de la RNCLP basado en los mapas de Kendall et al. (2001) mediante métodos de análisis espacial computadorizado.	34
FIGURA 10. Clasificación propuesta de los hábitáculos bénticos de la RNCLP.	35
FIGURA 11. Caracterización de los hábitáculos bénticos de la RNCLP basado en la foto aérea 608 mediante métodos de análisis espacial computadorizado y verificación de campo.	37
FIGURA 12. Clasificación de hábitáculos bénticos por area geográfica, Según Kendall et al. (2001).	39
FIGURA 13. Análisis de ordenación espacial Bray-Curtis y de escalas multi-dimensionales basados en el porcentaje de disimilitud entre la estructura de las diversas áreas geográficas de la RNCLP (basado en la proporción relativa de las categorías de hábitáculos	40

bénticos según Kendall et al, 2001).

FIGURA 14.	Mapa propuesto de habitáculos bénticos de acuerdo a las áreas geográficas.	41
FIGURA 15.	Análisis de ordenación espacial Bray-Curtis y de escalas multi-dimensionales basados en el porcentaje de disimilitud entre la estructura de las diversas áreas geográficas de la RNCLP (basado en la proporción relativa de las categorías de habitáculos bénticos según la foto aérea 608 y verificación de campo).	43
FIGURA 16.	Análisis de ordenación espacial Bray-Curtis y de escalas multi-dimensionales para determinar la distancia entre los mapas de habitáculos bénticos de la RNCLP de Kendall et al. (2001) y el mapa propuesto en este estudio.	46
FIGURA 17.	Ejemplo del tipo de boya de demarcación de los márgenes de la RNCLP.	51
FIGURA 18.	Subdivisión de áreas geográficas de la RNCLP.	53
FIGURA 19.	Distribución de los valores relativos del area superficial (ha) de las diversas áreas geográficas de la RNCLP.	55
FIGURA 20.	Península de Flamenco-Oeste.	62
FIGURA 21.	Vista aérea parcial del sistema de arrecifes de coral localizado al oeste de la Península de Flamenco.	63
FIGURA 22.	Comunidades marinas de la Península de Flamenco-oeste.	64
FIGURA 23.	Playa Carlos Rosario y de Punta Tamarindo Grande.	65
FIGURA 24.	Comunidades marinas de la Playa Carlos Rosario.	66
FIGURA 25.	Bahía Tamarindo (norte) y a la derecha Punta Tamarindo Grande.	67
FIGURA 26.	Comunidades marinas de la Punta Tamarindo Grande.	68
FIGURA 27.	Bahía Tamarindo (norte), ilustrando en primer plano la zona central del Canal de Luis Peña y arriba Punta Tamarindo Chico y la Península Flamenco.	70
FIGURA 28.	Comunidades marinas de la Bahía Tamarindo (norte).	71
FIGURA 29.	Bahía Tamarindo, segmentos norte y sur.	73

FIGURA 30.	Comunidades marinas del Cayo Rompeanzuelo.	74
FIGURA 31.	Arrecife El Banderote, Bahía Tamarindo (sur).	75
FIGURA 32.	Comunidades marinas del Arrecife El Banderote.	76
FIGURA 33.	Margen este de la RNCLP.	78
FIGURA 34.	Comunidades marinas de Punta Tamarindo Chico y el Bajo Magoyo.	79
FIGURA 35.	Bahía Tarja.	82
FIGURA 36.	Comunidades marinas de Bahía Tarja.	83
FIGURA 37.	Punta Melones.	84
FIGURA 38.	Comunidades marinas de Punta Melones.	85
FIGURA 39.	Punta Vapor (península noroeste), Cayo Luis Peña.	87
FIGURA 40.	Vista aérea parcial del sistema de arrecifes de coral localizado en la costa norte del Cayo Luis Peña, incluyendo Punta Rociada.	88
FIGURA 41.	Punta Prieta (península noreste, Cayo Luis Peña.	89
FIGURA 42.	Comunidades marinas de la costa norte del Cayo Luis Peña.	91
FIGURA 43.	Costa este-noreste del Cayo Luis Peña.	92
FIGURA 44.	Comunidades marinas de la costa este-noreste del Cayo Luis Peña.	93
FIGURA 45.	Costa este-sureste del Cayo Luis Peña.	95
FIGURA 46.	Comunidades marinas de la costa este-sureste del Cayo Luis Peña.	96
FIGURA 47.	Punta del Este, Cayo Luis Peña (mirando hacia el sur).	98
FIGURA 48.	Comunidades marinas de la costa este-sureste del Cayo Luis Peña.	99
FIGURA 49.	Punta del Este, Cayo Luis Peña.	100
FIGURA 50.	Comunidades marinas de Punta del Este, Cayo Luis Peña.	101

FIGURA 51. Vista parcial del Canal Luis Peña. Nótese al este la Bahía Tamarindo.	103
FIGURA 52. Comunidades marinas del Canal Luis Peña.	104

RESUMEN

Se ha llevado a cabo un estudio de caracterización general de los hábitáculos marinos de la Reserva Natural del Canal Luis Peña (RNCLP), Culebra, como parte del esfuerzo de desarrollo de su Plan de Manejo. Este es el primer volumen del *Suplemento técnico para el Plan de Manejo de la Reserva Natural del Canal Luis Peña*. Su meta fue la de sistematizar toda la información disponible sobre las diversas áreas geográficas naturales de la RNCLP. El primer objetivo de este trabajo fue el de caracterizar todos los hábitáculos bénticos y comunidades litorales existentes en la RNCLP. Se identificaron un total de 15 tipos de hábitáculos bénticos y 3 comunidades litorales, para los cuales se describieron sus características principales. Su segundo objetivo fue el de describir cualitativamente las 15 zonas en las que se subdividió la RNCLP, incluyendo información descriptiva de un total de 23 localidades. Dicha descripción incluyó sus características geográficas, área superficial, profundidad, la caracterización y extensión espacial de cada tipo de hábitáculo béntico en cada área geográfica, fotos aéreas y submarinas representativas de cada localidad, así como información sobre la riqueza de especies de corales. Además, se describen las características principales que les confieren valor biológico. Su tercer objetivo fue el de desarrollar un mapa de hábitáculos bénticos de la RNCLP más preciso que los mapas desarrollados por NOAA en el 2001. Para ello se utilizó la foto aérea 608 de Culebra y la verificación de campo para construir un mapa nuevo. Se resumen los hallazgos de todos los esfuerzos realizados hasta el presente de clasificación de los hábitáculos bénticos de la RNCLP. Por primera vez, se utilizaron métodos de estadísticas multi-variables para probar la hipótesis nula de que no existían diferencias significativas en la estructura y distribución de los hábitáculos bénticos por área entre los mapas de NOAA y el mapa desarrollado en este estudio. Una prueba ANOSIM demostró la existencia de diferencias significativas entre ambos mapas (ANOSIM 1-vía; Estadística global= 0.104; Significancia= 2.5%; n=5,000 permutaciones). Las diferencias entre ambos mapas se debieron principalmente a la identificación incorrecta originalmente de parte de los hábitáculos de hierbas marinas continuas, fondos rocosos colonizados, pavimentos colonizados, planicies de macroalgas de baja cobertura y los arrecifes lineares. La verificación en el campo permitió corregir algunos errores de clasificación de los hábitáculos, lo cual facilitará su identificación en el campo para propósitos de planificación, zonificación e implementación de medidas de manejo.

SUMMARY

A general characterization study of the marine benthic habitats was carried out within the Luis Peña Channel Natural Reserve (LPCNR), Culebra, as part of the efforts to develop its Management Plan. This is the first volume of a report entitled *Suplemento técnico para el Plan de Manejo de la Reserva Natural del Canal Luis Peña* (Technical Supplement for the Luis Peña Channel Natural Reserve Management Plan). Its goal was to summarize all of the available information regarding the different natural geographic provinces within the LPCNR. The first objective of this study was to characterize all of the marine benthic habitats and littoral communities within the LPCNR. A total of 15 types of benthic habitats and 3 littoral communities were identified and described. Its second objective was to qualitatively describe the 15 zones into which the LPCNR was subdivided, including descriptive information for a total of 23 natural locations. This description included their geographic characteristics, surface area, depth, the characterization and spatial extent of each type of benthic habitat per each geographic province, aerial and underwater photographs representative of each location, as well as information on the coral species richness. In addition, it included a description of the principal characteristics that make each site biologically significant. The third objective of this study was to develop a new revised marine benthic habitats map of the LPCNR with a higher precision of habitat classification than the NOAA 2001 map. NOAA aerial picture 608 of Culebra Island and field groundtruthing were used to develop a new map. Also, all major findings of previous habitat characterization and mapping efforts of the LPCNR were summarized in this study. Multivariate statistical methods have been used for the first time to test the null hypothesis of no significant differences in the structure and spatial distribution of benthic habitat categories between the NOAA benthic map and the new proposed map. However, an ANOSIM test showed significant differences between both maps (1-way ANOSIM; Global Statistic= 0.104; Significance= 2.5%; n=5,000 permutations). Major differences were the result of the originally incorrect identifications of continuous seagrasses, colonized bedrock, colonized pavement, low cover macroalgal plains, and linear reefs. Field groundtruthing allowed to correct some misclassified benthic habitat categories. This would facilitate field identification for planning, zoning, and management purposes.