

APPENDIX D

San Juan Waterfront Flora y Fauna Terrestre



SAN JUAN WATERFRONT

Flora y Fauna Terrestre

Marzo 2008

Sometido:

Marzo 5, 2008

Preparado para:

AMEC E&E Caribe, LLP
530 Ave de la Constitución
San Juan, PR 00901-2304
(787) 289-7835

Sometido por:



CSA Architects and Engineers, LLP
2 Ponce de León Avenue
Mercantil Plaza Building, Mezzanine Suite
San Juan, PR 00918
(787) 641-6800

Client Project Number

76600004P



San Juan Waterfront

AMEC E&E Caribe, LLP
530 Ave de la Constitución
San Juan, PR 00901-2304
(787) 289-7835

Preparado por: José A. Salguero, Autor, Marzo 5, 2008

Aprobado por: María de L. Blázquez, Project Manager, Marzo 5, 2008

TABLA DE CONTENIDO

1.0 RESUMEN EJECUTIVO	1
2.0 INTRODUCCIÓN.....	3
3.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA.....	5
3.1 Climatología	6
3.2 Hidrológica	7
3.3 Topografía.....	7
3.4 Suelos	7
3.5 Zona de Vida Ecológica	8
3.6 Áreas Importantes de Conservación.....	8
4.0 METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	9
4.1 Revisión de la literatura y de los mapas disponibles en la oficina de la herencia natural del departamento de recursos naturales y ambientales	9
4.2 Visitas de Reconocimiento.....	9
4.3 Trabajos de Campo.....	9
4.4 Análisis de la Data	10
5.0 RESULTADOS	10
5.1 Flora.....	10
5.2 Fauna.....	14
6.0 DISCUSION.....	18
7.0 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	21
8.0 REFERENCIAS.....	22

Apéndice A – Documentación Fotográfica

1.0 RESUMEN EJECUTIVO

La Autoridad de Puertos de Puerto Rico (APPR) propone el proyecto de San Juan Waterfront (el Proyecto) donde se vislumbra un desarrollo a lo largo del canal San Antonio, que proporcionará un área para peatones y áreas de usos múltiples, y creará un acceso público a lo largo del canal. El Proyecto propuesto que consistiría de componentes del agua y tierra firme. El propósito del proyecto es revitalizar la línea costera, actualmente debilitada e infrautilizada a lo largo del canal San Antonio. También permitiría el acceso a aproximadamente 54 acres de tierra firme a lo largo de la línea costera, que actualmente está inaccesible al público.

Los componentes del proyecto del Waterfront consisten de un Paseo del Canal, un parque del San Juan Waterfront, la Marina del San Juan Waterfront y el Paseo Marítimo. El Paseo del Canal es un paseo peatonal que proveerá una relación entre la vecindad urbana al borde del agua, ofreciendo hoteles, restaurantes y residencias privadas. El parque del Waterfront tendría el carácter de una plaza verde con sembrados mixtos que facilitará el transporte público entre la Isleta e Isla Grande. La Marina proporcionaría de 60-100 espacios de amarradera para los yates de 100 pies o más de largo. El Paseo Marítimo al norte de La Marina incluirá restaurantes, comercios, spas y estacionamiento.

Los componentes de tierra firme del proyecto consisten en: la Entrada (Gateway), y desarrollos multiusos. El área de la Entrada servirá como monumento de bienvenida a la Isleta de San Juan, permitiendo a los peatones fácil acceso a los parques Muñoz Rivera y del Milenio, playa de Escambrón, y al Paseo del Canal. Los desarrollos multiusos del proyecto incluirán una mezcla de uso comercial y residencial, proporcionando el interfaz y la transición de escala y uso entre el San Juan Waterfront y las residencias existentes en Puerta de Tierra.

Las actividades propuestas de construcción afectarán los muelles 7-14 con diversos grados de demolición, remoción y de construcción. El muelle 7 requerirá la reparación del tabique hermético ("bulkhead"). Los muelles 8 y 9 serán demolidos, removidos y se construirá un muelle nuevo entre los muelles existentes. El muelle 10 será ensanchado aproximadamente unos 33 pies de ancho y 475 pies de largo sin la necesidad de algún proyecto de dragado o relleno. Los muelles 11-14 serán demolidos debido a su deterioración estructural. Las estructuras existentes serán reconstruidas. En el extremo del muelle 14 se planifica un nuevo muelle con dimensiones de 170 pies de largo por 30 pies de ancho.

El muelle del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE por sus siglas en inglés) y el muelle del piloto del puerto serán rellenados para crear unos bordes rectos uniformes el uno con el otro. No se prevé trabajos en mar asociado al muelle del Club Náutico. El exceso de material de relleno será depositado en las áreas más profundas (20-40 pies) de la Laguna Condado. Se espera que al rellenar estas fosas se restaure parte de los patrones originales de la corriente dentro de la laguna homogeneizando el relieve del fondo a 15-20 pies.

Este proyecto incluye 91.5 acres, 53.5 acres de espacio público, 1.9 millas de waterfront y 24 bloques.

La vegetación encontrada en el área de proyecto propuesta es generalmente típica de un área urbanizada y comercial en el cual las especies exóticas e invasoras dominan. Dicha flora no es muy diversa e incluye una mezcla de especies exóticas que no exhiben un patrón de distribución o asociación vegetal particular, a excepción de los edificios y lotes abandonados en los cuales las especies invasoras y comunes se han establecido. Se documentó un total de 96 especies de flora. A excepción de las aves (68 especies), la diversidad de la fauna es algo pobre (13 especies), un hecho relacionado con el hábitat limitado disponible. Dos especies de la fauna, el Pelicano Pardo y el Charrán Rosado (Palometa), fueron observadas alimentándose en el canal San Antonio y son consideradas como en peligro de extinción y amenazada, respectivamente, por leyes del ELA y federales. Una lista completa de la flora y fauna terrestre se incluye en las tablas 1 y 2).

El ensamblaje de flora y fauna presente en el área de proyecto está claramente influenciado por el uso actual e histórico del terreno. La flora se compone casi exclusivamente de hierbas, árboles y de arbustos exóticos. No se encontró ningún hábitat natural en el área de estudio con la excepción del agua del canal San Antonio. Los vertebrados identificados en el estudio representan una colección de omnívoros asociados a asentamientos urbanos. Las aves acuáticas son bastante numerosas en la bahía de San Juan según se observó durante el estudio. Estas especies descansan o anidan en el estuario, aunque no en el área de estudio a la vez que fueron observadas volando desde sus áreas de descanso o colonias a través del periodo de estudio.

Durante una de las visitas al campo, el equipo observó una pequeña multitud de aves marinas las cuales se alimentaban de pequeños pescados cerca de la villa pesquera La Coal. Este grupo consistió de Pelicano Pardo; Charrán Real, Charrán Piquiagudo, Charrán Rosado y Gaviota Cabecinegra. El Pelicano Pardo y el Charrán Rosado están protegidos bajo la Ley de Federal de Especies en Peligro de Extinción y La Nueva Ley de Vida Silvestre (Ley #241). Ninguna de estas dos especies se conoce que aniden o descansan en el área de proyecto, aunque los pelícanos descansan dentro del estuario de la bahía de San Juan pero fuera del área del proyecto.

Existe el potencial de que ocurran impactos temporeros y permanentes a la flora y fauna terrestre durante la construcción del Proyecto. Sin embargo, estos impactos serán atenuados con el uso de las prácticas apropiadas de la ingeniería, la selección de la mejor ruta y a través de la implementación de los planes de mitigación y conservación para las especies afectadas.

A largo plazo, la operación misma no debe de tener impactos significativos en la flora y fauna terrestre, mientras el desarrollo propuesto prevea el establecimiento de las medidas previamente mencionadas de protección y mitigación, y otras que pueden ser sugeridas por las

agencias. De este modo, el proyecto tendría un impacto positivo más grande para la conservación de recursos naturales y costeros en el sitio propuesto.

En vista de estos resultados, y a través de la implementación de las medidas sugeridas de protección y mitigación y otras que sean requeridas por las agencias apropiadas, concluimos que aunque parte de la flora y fauna terrestres en el área de proyecto se podría afectar a corto o medio plazo, las medidas recomendadas podrían eliminar o reducir los impactos identificados y propiciar la recuperación de esas especies a largo plazo.

2.0 INTRODUCCIÓN

La Autoridad de Puertos de Puerto Rico (APPR) propone el proyecto de San Juan Waterfront (el Proyecto) donde se vislumbra un desarrollo a lo largo del canal San Antonio, que proporcionará un área para peatones y áreas de usos múltiples, y creará un acceso público a lo largo del canal. El Proyecto propuesto que consistiría de componentes del agua y tierra firme. El propósito del proyecto es revitalizar la línea costera, actualmente debilitada e infrautilizada a lo largo del canal San Antonio. También permitiría el acceso a aproximadamente 54 acres de tierra firme a lo largo de la línea costera, que actualmente está inaccesible al público.

Los componentes del proyecto del Waterfront consisten de un Paseo del Canal, un parque del San Juan Waterfront, la Marina del San Juan Waterfront y el Paseo Marítimo. El Paseo del Canal es un paseo peatonal que proveerá una relación entre la vecindad urbana al borde del agua, ofreciendo hoteles, restaurantes y residencias privadas. El parque del Waterfront tendría el carácter de una plaza verde con sembrados mixtos que facilitará el transporte público entre la Isleta e Isla Grande. La Marina proporcionaría de 60-100 espacios de amarradera para los yates de 100 pies o más de largo. El Paseo Marítimo al norte de La Marina incluirá restaurantes, comercios, spas y estacionamiento.

Los componentes de tierra firme del proyecto consisten en: la Entrada (Gateway), y desarrollos multiusos. El área de la Entrada servirá como monumento de bienvenida a la Isleta de San Juan, permitiendo a los peatones fácil acceso a los parques Muñoz Rivera y del Milenio, playa de Escambrón, y al Paseo del Canal. Los desarrollos multiusos del proyecto incluirán una mezcla de uso comercial y residencial, proporcionando el interfaz y la transición de escala y uso entre el San Juan Waterfront y las residencias existentes en Puerta de Tierra.

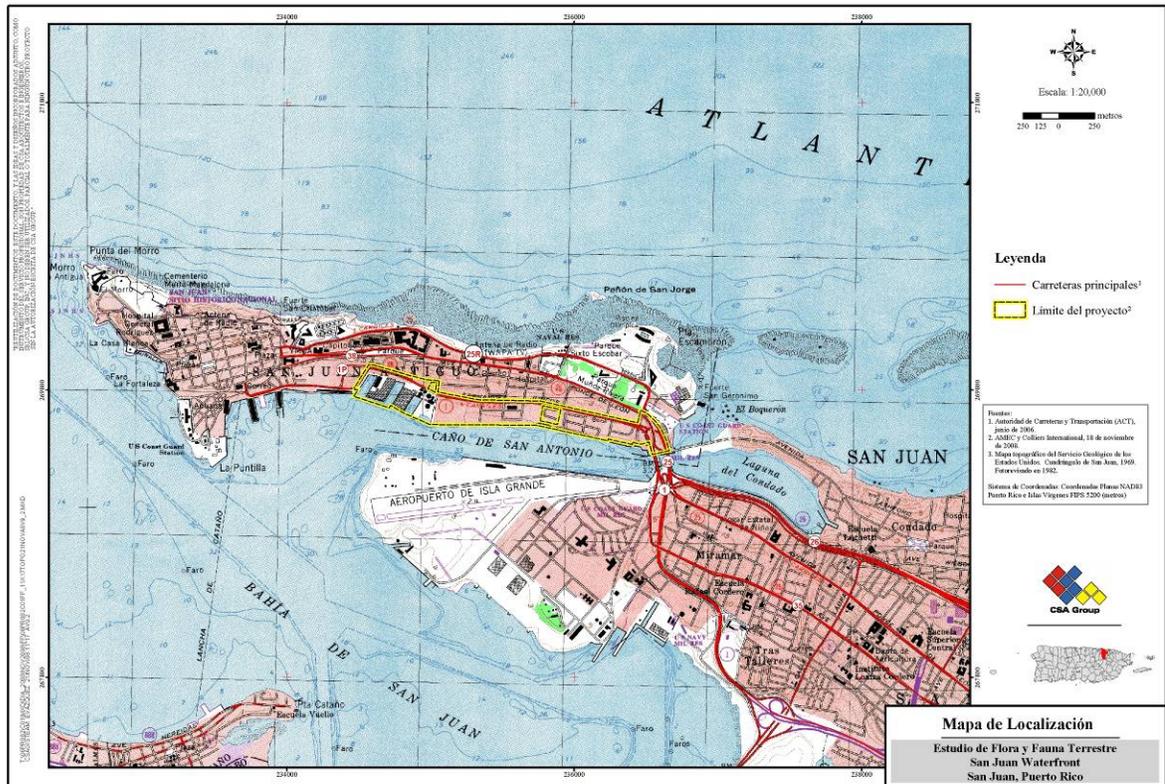
Las actividades propuestas de construcción afectarán los muelles 7-14 con diversos grados de demolición, remoción y de construcción. El muelle 7 requerirá la reparación del tabique hermético ("bulkhead"). Los muelles 8 y 9 serán demolidos, removidos y se construirá un muelle nuevo entre los muelles existentes. El muelle 10 será ensanchado aproximadamente unos 33 pies de ancho y 475 pies de largo sin la necesidad de algún proyecto de dragado o relleno. Los muelles 11-14 serán demolidos debido a su deterioración estructural. Las

estructuras existentes serán reconstruidas. En el extremo del muelle 14 se planea un nuevo muelle con dimensiones de 170 pies de largo por 30 pies de ancho.

El muelle del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE por sus siglas en inglés) y el muelle del piloto del puerto serán rellenados para crear unos bordes rectos uniformes el uno con el otro. No se prevé trabajos en mar asociado al muelle del Club Náutico. El exceso de material de relleno será depositado en las áreas más profundas (20-40 pies) de la Laguna Condado. Se espera que al rellenar estas fosas se restaure parte de los patrones originales de la corriente dentro de la laguna homogeneizando el relieve del fondo a 15-20 pies.

Este proyecto incluye 91.5 acres, 53.5 acres de espacio público, 1.9 millas de waterfront y 24 bloques.

Figura 2: Mapa Topográfico de San Juan Demostrando la Localización del Proyecto.



3.1 Climatología

Esta sección presenta los datos históricos para la precipitación, la temperatura y los patrones de viento para el área de San Juan. Los datos de precipitación, temperatura y patrón del viento fueron recopilados de la Administración Nacional de océanos y atmosfera (NOAA por sus siglas en inglés), que tiene una estación meteorológica localizada en el aeropuerto internacional Luis Muñoz Marín (estación 668812 de San Juan) situada en la latitud 18°26" 00" y la longitud 66°00" 00".

Los patrones de precipitación en San Juan se asocian generalmente a los Vientos Alisios los cuales son ricos en humedad. Entre 1971 y 2000 la precipitación promedio mensual en San Juan fue de 4.2 pulgadas (10.7 cm.) con un promedio anual de 50.8 pulgadas (128.9 cm) (NOAA, 2002). Enero a abril abarca la temporada más seca del año. Hay dos picos lluviosos, mayo (5.29 pulgadas; 13.4 cm) y agosto-noviembre (5.06 a 6.17 pulgadas; 12.9 cm. a 15.7 cm).

La temperatura no varía considerablemente a través del año en Puerto Rico, en promedio fluctúa en un rango de 10 grados de Fahrenheit (°F) o 6 grados de Celsius (°C). San Juan exhibe un patrón similar en el cual las temperaturas promedio varían entre 74.9 (26°C) y 84.2°F (29°C) con una temperatura anual promedio de 76.7°F (25°C) (NOAA, 2002). Las temperaturas

más altas se sienten entre mayo y octubre, mientras que temperaturas más frescas se sienten entre enero y abril, y noviembre y diciembre.

Los vientos prominentes en Puerto Rico incluyen los Vientos Alisios del este, y las brisas diarias provenientes del océano y de tierra adentro. En la costa de San Juan son los Vientos Alisios y la brisa del océano son los más prominentes. La dirección del viento varía de este-noreste al este-sureste dependiendo de la época del año. La velocidad fluctúa entre 3.5 y 14.8 millas por hora (5.6 y 23.8 kilómetros por la hora) (NOAA, 2002).

3.2 Hidrológica

El área de proyecto no presenta ningún cuerpo de agua dulce superficial en parte como resultado de que la mayor parte de la tierra firme es relleno. Por otro lado, la frontera del sur del área del Proyecto es limitada por el canal San Antonio, una extensión de 1.2 millas de largo de la bahía de San Juan. Este canal conecta la bahía con la Laguna Condado y el océano Atlántico con el este. Está limitado por las instalaciones portuarias y dos marinas deportivas y aeropuerto de Isla Grande.

3.3 Topografía

La mayoría del área del proyecto consiste en terreno relleno el cuál probablemente era un manglar. Por lo tanto la topografía es bastante plana con un aumento suave de la pendiente desde el nivel del mar a lo largo del canal de San Antonio a aproximadamente 25 pies (7.6 metros) sobre nivel del mar en los límites norteños del área de proyecto.

3.4 Suelos

La asociación del suelo en el área de estudio se clasifica como Almirante-Vega Alta-Matanzas (NRCS, 1978). Este tipo de suelo se considera como profundo, levemente inclinado a suelos inclinados bien drenados en terrazas y abanicos aluviales de los llanos costeros.

La mayor parte del suelo en el área ha sido afectado por numerosos eventos de relleno para crear espacio de tierra firme para el establecimiento de actividades relacionadas a los puertos.

3.5 Zona de Vida Ecológica

Según Ewel y Whitmore (1973) el área de estudio cae dentro de la zona húmeda subtropical de del bosque. Esta zona cubre la extensión más grande del territorio puertorriqueño (aproximadamente 62 por ciento). La precipitación anual de esta zona en Puerto Rico es de 1.000 a 2.000 milímetros (39.4 a 78.7 pulgadas) y la temperatura está entre 18 a 24 °C (64.4 a 75.2°F).

Little, Woodbury y Wadsworth (1974) reportaron que más de tres cuartas partes de la vegetación de Puerto Rico fue cortada o quemada para el 1900. Los pastos substituyeron eventualmente las plantaciones de caña de azúcar, que ocuparon áreas extensas dentro de esta zona. El bosque húmedo subtropical está entre las zonas de vida más intensivamente utilizadas, debido a sus condiciones de humedad intermedia.

Las especies características de la planta de la vida húmeda subtropical del bosque dividen el del *Roystonea borinquena* (palma real puertorriqueña), *Tabebuia heterophylla* (roble blanco), varias especies de *Nectandra* y de *Ocotea* (laureles), *Spathodea campanulata* (tulipán africano), *Erythrina poeppigiana* de (Bucayo), *Inga vera* (Guaba), *Delonix regia* (flamboyán), *Cecropia schreberiana* (yagrumo hembra), y varias especies de Melastomataceae, Piperaceae, y Rubiaceae.

3.6 Áreas Importantes de Conservación

El área de proyecto se encuentra dentro del estuario de la bahía de San Juan, el más grande de Puerto Rico. Este sistema de estuario fue reconocido por el Gobierno de Puerto Rico como un área importante de la conservación y por esta razón fue nominada para la inclusión en el Programa Nacional de Estuarios de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA por sus siglas en inglés) en 1992. El estuario de la bahía de San Juan fue incluido en el programa en 1993. Para desarrollar y ejecutar un plan de manejo para el estuario, el Consorcio del Estuario de la Bahía de San Juan fue establecido en 1993. Esta área de manejo incluye la tierra firme y terrenos costeros así como el componente acuático del estuario.

No hay áreas protegidas propuestas dentro de un radio de 400 metros del Proyecto.

4.0 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

Esta sección describe los procedimientos utilizados para realizar el estudio de flora y fauna y los criterios de selección para el área de estudio. La investigación siguió la mejor práctica profesional según los procedimientos aceptados por el DRNA y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS), con evaluaciones del campo en todas las áreas de proyecto.

4.1 Revisión de la literatura y de los mapas disponibles en la oficina de la herencia natural del departamento de recursos naturales y ambientales

Antes de realizar los trabajos de campo, se hizo una revisión de estudios y literatura científica disponibles relacionada al área del proyecto. También se consultó el inventario de especies críticas del DRNA. Este inventario incluye todas las especies protegidas por leyes federales y del Estado Libre Asociado, además de otras especies cuyas poblaciones son bajas o son indicativas de hábitats específicos en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Esta información fue validada en el campo por medio de las visitas hechas a diversas áreas del proyecto por nuestro equipo de científicos.

4.2 Visitas de Reconocimiento

El área de estudio se visitó preliminarmente para familiarizarnos con las diversas áreas del proyecto propuesto. Estas visitas fueron útiles para validar la información compilada de diversos documentos y mapas (topográficos, de suelos, utilización del suelo, humedales, etc.) creados por el departamento de sistemas de información geográfica de CSA (SIG). De acuerdo con las visitas de campo diseñamos el plan de trabajo.

4.3 Trabajos de Campo

Los trabajos de campo fueron realizados en el área del proyecto los días 20-30 de agosto de 2007 y el 21 de diciembre de 2007 por el Biol. José A. Salguero y la arqueóloga Raquel Camacho. El área del proyecto fue estudiada en su totalidad, sin tener que hacer uso de la metodología de los transectos.

Para identificar las aves, se realizaron censos en la mañana y la tarde anotando el nombre de cada especie observada y escuchada durante el largo de las visitas de campo (Wunderle, 1994).

Para los anfibios y reptiles, se realizó una búsqueda en las áreas que pudieran ser hábitat apropiados para estas especies, tales como troncos de árbol y hojarasca; en grietas en las rocas y edificaciones, en el suelo y en las áreas húmedas (Rivero, 1998).

Todas las áreas del área propuesta fueron fotografiadas para mantener una documentación visual de estas y de la distribución de la vegetación a través del área (apéndice A).

4.4 Análisis de la Data

La identificación de las especies encontradas en las áreas propuestas para el proyecto fue hecha principalmente en el campo. Las especies que no se podrían identificar en el campo fueron identificadas en el laboratorio, usando los especímenes recolectados en el campo o las fotografías tomadas durante las visitas de campo. La identificación de plantas y los animales fue verificada por medio de los libros de consulta y las guías de campo, tales como Vélez (1950), Little, Woodbury y Wadsworth (1974), Godfrey y Wooten (1979, 1981), Liogier (1985; 1988; 1991; 1995; 1997), Acevedo-Rodríguez y Woodbury (1985), Proctor (1989), Más y García-Molinari (1990), Reagan y Waide (1996), Rafael y otros (1998), Rivero (1998) Tobe y otros (1998) y Little y Wadsworth (1999).

5.0 RESULTADOS

La vegetación encontrada en el área de proyecto propuesta es generalmente típica de un área urbanizada y comercial en el cual las especies exóticas e invasoras dominan. La flora no es muy diversa e incluye una mezcla de especies exóticas que no exhiben una asociación particular de patrón o distribución, a excepción de los edificios y lotes abandonados en los cuales las especies invasoras y comunes se han establecido. El número de especies observada de flora fue de 96. A excepción de las aves (68 especies), la diversidad de la fauna es algo pobre (13 especies), un hecho relacionado con el hábitat limitado disponible. Dos especies de la fauna, el Pelícano Pardo y el Charrán Rosado (Palometa), fueron observadas alimentándose en el canal San Antonio y son consideradas como en peligro de extinción y amenazadas, respectivamente, por leyes del ELA y los EEUU. Una lista completa de la flora y fauna terrestre se incluye en las tablas 1 y 2.

5.1 Flora

El ensamblaje florístico en el área de estudio consiste de especies asociadas a los ambientes industriales y residenciales, y consiste principalmente en las plantas exóticas naturalizadas y de jardín. Las especies exóticas naturalizadas se encuentran al borde de la carretera y a lo largo

de la orilla del agua en la frontera sur del área del proyecto. Las especies dominantes incluyen el *Albizia* spp., *Terminalia catappa*, *Cocos nucifera* de los, *Calotropis procera*, *Calophyllum calaba*. El *Bursera simaruba* nativo del ha sido plantado extensivamente a lo largo de las aceras a través del área. A lo largo de la orilla del agua las especies resistentes al sal abundan dondequiera que hay suelo disponible e incluyen *Thespesia populnea* y *Casuarina equisetifolia* mezcladas con las palmas de coco y almendros. Los árboles de mangle fueron observados a lo largo de la orilla de la laguna de Condado, especialmente a lo largo de la frontera del sur. Ninguna de las especies de plantas registradas en el área del proyecto se considera como amenazada o en peligro por las leyes del estado y federales.

Tabla 1. Lista Completa de la Flora Observada en el Área del Proyecto en San Juan.

Nombre Científico	Nombre Común	English Name
<i>Achyranthes aspera</i> L. var. <i>aspera</i>	Rabo de gato	Man-better-man
<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth.	Acacia amarilla	Siris tree
<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.	Albicia	Tall albizia
<i>Allamanda cathartica</i> L.	Canario	Allamanda
<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	Yerba de contrabando	False moneywort
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo	Amaranth
<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	Soursop
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Grana colorada	Carpet grass
<i>Bidens alba</i> (L.) DC. var. <i>radiata</i>	Margarita silvestre	Shepherd's needle
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Trinitaria	Bougainvillea
<i>Bucida buceras</i> L.	Ucar	Oxhorn bucida
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Spreng.	Almácigo	Turpentine tree
<i>Calophyllum calaba</i> L.	María	-
<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Santa María	Kamani
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) W. T. Aiton	Algodón de seda	Giant milkweed
<i>Casuarina equisetifolia</i> J. R. & G. Forst.	Pino Australiano	Australian Pine
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Abrojo	Bur grass
<i>Chamaecrista nictitans</i> ssp. <i>nictitans</i> var. <i>glabrata</i> (Vogel) Irwin & Barneby	Morivivi bobo	-
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millspaugh	Lehecillo	-
<i>Chamaesyce hypericifolia</i> L. Millspaugh	Yerba niña	-
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	Lechera	-

Nombre Científico	Nombre Común	English Name
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Ait.) Small	Lehecillo	-
<i>Chloris barbata</i> Sw.	-	-
<i>Chloris inflata</i> Link	Paragüita	Mexican blue grass
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (Bory) H. Wendl.	Areca	Gold-fruited palm
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicholson & Jarvis	Bejuco de caro	Pudding vine
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Limón	Lemon
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva de playa	Sea grape
<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma de Coco	Coconut Palm
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Blume	Croto	Garden croton
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle botón	Button mangrove
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Bermuda común	Bermuda grass
<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Endl. & Hassk.	-	-
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquí	Nut grass
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv.	Egipcia	-
<i>Dalbergia monetaria</i> L. f.	Membrillo	Money bush
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán	Flamboyant
<i>Dichantium annulatum</i> (Forsk.) Stapf.	Yerba de las traviesas	Railroad track grass
<i>Dracaena marginata</i> Lam.	-	-
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Arrocillo	Jungle rice
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pata de gallina	Goose grass
<i>Erigeron belliioides</i> DC.	Bellorita	-
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lehecilla	-
<i>Ficus benjamina</i> L.	Laurel Benjamín	Benjamin fig
<i>Ficus citrifolia</i> P. Mill	Jagüey macho	-
<i>Ficus nekbudu</i> Warb.	-	African cloth-bark tree
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.	Junquito	-
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Amapola	Hibiscus
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness.) Stapf.	-	Thatch grass
<i>Ipomoea setifera</i> Poir.	Bejuco de puerco	Wild morning glory
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	Bejuco de puerco	-

Nombre Científico	Nombre Común	English Name
<i>Ixora coccinea</i> L.	Cruz de Malta	Burning love
<i>Ixora thwaitessi</i> Hook. f.	Bola de nieve	-
<i>Laguncularia racemosa</i> L.	Mangle blanco	White Mangrove
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) DeWit	Tamarindillo	Wild tamarind
<i>Livingstonia chinensis</i> Mart.	Livingstonia	Chinese fan palm
<i>Macroptilidium lathyroides</i> (L.) Urb.	Habichuela parada	Wild bush bean
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangó	Mango
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Yerba rosada	Natal grass
<i>Meliococcus bijugatus</i> Jacq.	Quenepa	Genip
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hall f.	Aguinaldo amarillo	Yellow morning glory
<i>Mimosa pudica</i> L.	Moriviví	Sensitive plant
<i>Nephrolepis multiflora</i> (Roxb.) Jarret	Helecho común	Common fern
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Yerba peluda	Hairy grass
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Back. & Heyne	Flamboyán amarillo	Yellow flamboyant
<i>Persea americana</i> Miller	Aguacate	Avocado
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quinino del pobre	Gale of the wind
<i>Pithecelobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamá americano	Madras thorn
<i>Plumeria rubra</i> L.	Alhelí rojo	Frangipani
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Purslane
<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	Pterocarpo	Indian padauk
<i>Roystonea borinquena</i> O. F. Cook.	Palma real	Royal palm
<i>Samanea saman</i> (Willd.) Merril	Samán	Rain tree
<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby	Casia amarilla	Siamese casia
<i>Sesbania cericea</i> (Willd.) Link	Papagayo	-
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Verdolaga rosada	Sea purslane
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	Arrocillo	Yellow foxtail
<i>Sida ciliaris</i> L.	Escoba peluda	-
<i>Sida urens</i> L.	-	-
<i>Sorghum halapense</i> (L.) Pers.	Yerba Johnson	Johnson grass
<i>Spathodea campanulata</i> Beav.	Tulipán africano	African tulip
<i>Sporobolus jacquemontii</i> Kunth	-	-

Nombre Científico	Nombre Común	English Name
<i>Sporolobus virginicus</i> (L.) Kunth	Matojo de playa	Sea-shore rush grass
<i>Swietenia mahogany</i> (L.) Jacq.	Caoba dominicana	Mahogany
<i>Tabebuia heterophylla</i> (DC.) Britt	Roble blanco	White cedar
<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	Indian almond
<i>Thespesia populnea</i> (L.) Solander	Emajagüilla	Cork tree
<i>Tridax procumbens</i> L.	Pancha	-
<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. D. Webster	Yerba de guinea	Guinea grass
<i>Urochloa subquadrifera</i> (Trin.) R. D. Webster	Gramita	-
<i>Veitchia merrillii</i> (Becc.) H.A. Moore	Palma de Adonidia	Christmas Palm
<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Lessing	Yerba socialista	-
<i>Vigna vexillata</i> (L.) A. Rich.	-	-
<i>Washingtonia</i> sp.	-	-
<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitchc.	Manzanilla de playa	-
<i>Zoysia matrella</i> var. <i>tenuifolia</i> (Willd. ex Thiele) Sasaki	Zoisia	Mascarene grass

5.2 Fauna

El área del proyecto más afectada no es adecuada para el hábitat de la mayoría de los vertebrados de suelo y consiste de especies comunes que se han adaptado a las actividades humanas. Los pájaros demuestran una ensambladura interesante algo diversa con 68 especies para un área de estudio relativamente pequeña. Entre las especies observadas se destacan *Anolis cristatellus*, *Eleutherodactylus coqui*, el *E. antillensis* del, y *Ameiva exsul*, endémicos muy comunes los cuales se adaptan fácilmente entre establecimientos humanos. Aves como el Mozambique (*Quiscalus niger*), Pitirres (*Tyrannus dominicensis*), Gorriones Ingleses (*Passer domesticus*), Paloma Casera (*Columba livia*), y Tórtolas Cardosantera y Aliblanca (*Zenaida aurita* y *Z. asiatica*) son comunes a través del área de estudio. La localización del proyecto dentro del estuario de la bahía de San Juan es reflejada por la alta diversidad de aves acuáticas incluyendo varias garzas y aves marinas tales como Pelícanos Pardo (*Pelecanus occidentalis*), Charranes Reales (*Sterna maxima*), Charranes Piquiagudos (*Sterna sandvicensis*), Charranes rosados (*Sterna dougalli*), y Gaviotas Cabecinegras (*Larus atricilla*), que fueron observadas alimentándose en una bandada mixta cerca de la Villa Pesquera La Coal. El Pelícano Pardo y el Charrán Rosado se encuentran en las listas de peligro y amenazados, respectivamente, por el estado y ley federal. No se saben si estas dos especies

anidan o descansan en el área de proyecto. Este hecho fue confirmado durante las visitas de campo. No se conoce de ningunas otras especies en peligro o amenazadas que frecuenten el área del proyecto.

Tabla 2. Lista Completa de la Fauna Observada en el Área del Proyecto en San Juan.

Nombre Científico	English Name	Nombre Común
Aves		
<i>Sula leucogaster</i>	Brown Booby	Boba Parda
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Brown Pelican	Pelícano Pardo
<i>Fregata magnificens</i>	Magnificent Frigatebird	Fragata Magnífica
<i>Ardea alba</i>	Great Egret	Garza Real
<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	Garza Blanca
<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	Garza Azul
<i>Egretta tricolor</i>	Tricolored Heron	Garza Pechiblanca
<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	Garza Ganadera
<i>Butorides virescens</i>	Green Heron	Martinete Verde
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night-Heron	Yaboa Real
<i>Nyctanassa violacea</i>	Yellow-crowned Night-Heron	Yaboa Común
<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	Águila Pescadora
<i>Buteo jamaicensis</i>	Red-tailed Hawk	Guaraguo Colirrojo
<i>Falco sparverius</i>	American Kestrel	Falcón Común
<i>Falco columbarius</i>	Merlin	Falcón Migratorio
<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	Falcón Peregrino
<i>Pluvialis squatarola</i>	Black-bellied Plover	Chorlo Cabezón
<i>Charadrius vociferus</i>	Killdeer	Chorlo Sabanero
<i>Tringa melanoleuca</i>	Greater Yellowlegs	Playero Guineilla Grande
<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	Playero Guineilla Pequeño
<i>Actitis macularius</i>	Spotted Sandpiper	Playero Coleador
<i>Arenaria interpres</i>	Ruddy Turnstone	Playero Turco
<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmated Sandpiper	Playero Gracioso
<i>Calidris minutilla</i>	Least Sandpiper	Playero Menudillo
<i>Larus atricilla</i>	Laughing Gull	Gaviota Cabecinegra
<i>Larus delawarensis</i>	Ring-billed Gull	Gaviota Piquianillada

Nombre Científico	English Name	Nombre Común
<i>Larus argentatus</i>	Herring Gull	Gaviota Argéntea
<i>Larus fuscus</i>	Lesser Black-backed Gull	Gaviota Sombría
<i>Larus marinus</i>	Great Black-backed Gull	Gaviota Marina
<i>Sterna maxima</i>	Royal Tern	Charrán Real
<i>Sterna sandvicensis</i>	Sandwich Tern	Charrán de Pico Agudo
<i>Sterna dougallii</i>	Roseate Tern	Charrán Rosado (Palometa)
<i>Sterna antillarum</i>	Least Tern	Charrán Pequeño
<i>Columba livia</i>	Rock Pigeon	Paloma Doméstica
<i>Zenaida asiatica</i>	White-winged Dove	Tórtola Aliblanca
<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida Dove	Tórtola Cardosantera
<i>Columbina passerina</i>	Common Ground-Dove	Rolita
<i>Myiopsitta monachus</i>	Monk Parakeet	Perico Monje
<i>Anthracothorax dominicus</i>	Antillean Mango	Zumbador Dorado
<i>Eulampis holosericeus</i>	Green-throated Carib	Zumbadorcito de Pecho Azul
<i>Ceryle alcyon</i>	Belted Kingfisher	Martín Pescador Norteño
<i>Melanerpes portoricensis</i>	Puerto Rican Woodpecker	Carpintero de Puerto Rico
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Gray Kingbird	Pitirre Gris
<i>Progne dominicensis</i>	Caribbean Martin	Golondrina de Iglesias
<i>Petrochelidon fulva</i>	Cave Swallow	Golondrina de Cuevas
<i>Turdus plumbeus</i>	Red-legged Thrush	Zorzal Patirrojo
<i>Mimus polyglottos</i>	Northern Mockingbird	Ruiseñor
<i>Margarops fuscatus</i>	Pearly-eyed Thrasher	Zorzal Pardo
<i>Parula americana</i>	Northern Parula	Reinita Pechidorada
<i>Dendroica discolor</i>	Prairie Warbler	Reinita Galana
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Northern Waterthrush	Pizpita de Mangle
<i>Coereba flaveola</i>	Bananaquit	Reinita Común
<i>Spindalis portoricensis</i>	Puerto Rican Spindalis	Reina Mora de Puerto Rico
<i>Tiaris bicolor</i>	Black-faced Grassquit	Gorrión Negro
<i>Quiscalus niger</i>	Greater Antillean Grackle	Mozambique
<i>Molothrus bonariensis</i>	Shiny Cowbird	Tordo Lustroso
<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	Gorrión Doméstico
<i>Vidua macroura</i>	Pin-tailed Whydah	Viuda Colicinta

Nombre Científico	English Name	Nombre Común
<i>Lonchura cucullata</i>	Bronze Mannikin	Diablito
<i>Lonchura punctulata</i>	Nutmeg Mannikin	Gorrión Canela
<i>Padda oryzibora</i>	Java Sparrow	Gorrión de Java
Amphibia		
<i>Bufo marinus</i>	Cane Toad	Sapo Común
<i>Eleutherodactylus antillensis</i>	-	Coquí Churí
<i>Eleutherodactylus coqui</i>	-	Coquí Común
<i>Leptodactylus albilabris</i>	White-lipped Frog	Ranita de Labio Blanco
Reptilia		
<i>Anolis cristatellus</i>	Common Anole	Lagartijo Común
<i>Ameiva exsul</i>	Puerto Rican Common Ameiva	Siguana Común
<i>Hemidactylus haitianus</i>	Antillean House Gecko	Salamanquesa Casera Antillana
<i>Iguana iguana</i>	Green Iguana	Iguana Verde
<u>Mammalia</u>		
<i>Molossus molossus</i>	Palla's Free-tailed Bat	-
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Jamaican Fruit Bat	Murciélago Frutero
<i>Rattus norvegicus</i>	Brown Rat	Rata
<i>Mus musculus</i>	House Mouse	Jarriero
<i>Felis domesticus</i>	Feral Cat	Gato Asilvestrado

6.0 DISCUSION

El ensamblaje de flora y fauna presente en el área de proyecto está claramente influenciada por la utilización actual e histórica del suelo. La flora se compone casi exclusivamente de hierbas, árboles y de arbustos exóticos. No hay ningún hábitat natural en el área de estudio con la excepción del agua del canal San Antonio. Los vertebrados identificados en el estudio representan una colección de omnívoros asociados a asentamientos urbanos. Las aves acuáticas son bastante numerosas en la bahía de San Juan según se observó durante el estudio. Estas especies descansan o anidan en el estuario, aunque no en el área de estudio y fueron observadas volando desde sus áreas de descanso o colonias a través del periodo de estudio.

Durante una de las visitas al campo, el equipo observó una pequeña bandada mixta de aves marinas las que se alimentaban de pequeños peces cerca de la Villa Pesquera La Coal. Este grupo consistió de Pelicano Pardo; Charrán Real, Charrán Piquiagudo, Charrán Rosado y Gaviota Cabecinegra. El Pelicano Pardo y los Charrán Rosado están protegidos bajo la Ley de especies en peligro de extinción federal y la Nueva Ley de Vida Silvestre del ELA (Ley 241). Ninguna de estas dos especies se conoce que aniden o duerman en el área de proyecto, aunque los pelícanos descansan dentro del estuario de la bahía de San Juan pero fuera del área del proyecto, específicamente en los mangles rojos cercanos a La Esperanza e Isla de Cabras en Cataño, al sur del área del proyecto.

La población puertorriqueña del Charrán Rosado anida principalmente en las pequeñas islas, las rocas, cayos e islotes marinos entre mayo y julio (Burger y Gochfeld 1988, Norton 1988, comunicación personal de Sociedad Ornitológica Puertorriqueña Inc.). Raramente crían en islas grandes (e.g., Punta Soldado, Culebra en 1989 y 1991). Las visitas de campo al área de estudio a finales de agosto corresponden a la fase de su ciclo reproductivo cuando los individuos jóvenes se unen a los adultos lejos de sus colonias mientras forrajea. Las actividades portuarias actuales en el área de estudio no proveen un hábitat conveniente para la cría o descanso del Charrán Rosado. Según la SOPI (comunicación personal) el Charrán Rosado es un visitante infrecuente a la bahía de San Juan y no se ha registrado que anide en San Juan.

Otras especies en peligro de extinción, tales como el manatí antillano y la tortuga carey han sido observados por los pescadores locales en raras ocasiones en la parte este de la bahía de San Juan pero no en el área de proyecto. Las tortugas marinas han anidado esporádicamente a lo largo de la playa entre Condado e Isla Verde pero no dentro del área de proyecto incluyendo la Laguna Condado.

Existe el potencial de que ocurran impactos temporeros y permanentes sobre la flora y la fauna terrestre durante la construcción del proyecto. Sin embargo, estos impactos serán atenuados

con el uso de las prácticas apropiadas de la ingeniería, la selección de la mejor ruta y a través de la implementación de los planes de mitigación y conservación para las especies afectadas.

El impacto principal sobre la vegetación resultará del movimiento de terreno para la demolición, construcción y acceso al Proyecto en las áreas señaladas para el desarrollo. Por lo tanto, los efectos más directos sobre fauna serán causados por la eliminación y la alteración de hábitat urbanos como consecuencia de actividades de la construcción en estas áreas. Sin embargo, se espera que estos efectos sean mitigados al realizar los proyectos de paisajes y la rehabilitación del hábitat, los cuales se anticipan como elementos claves del proyecto propuesto.

Las actividades de demolición y construcción del proyecto pueden causar erosión. Los suelos erosionados generalmente siguen los contornos del suelo y cuerpos de agua si las medidas de control de erosión no se implantan. Los ecosistemas acuáticos, tal como el canal de San Antonio, un hábitat preferido por las aves acuáticas en las zonas costeras, pueden verse afectados si las medidas adecuadas no se implementan. Sin embargo, se espera que los impactos de la construcción del proyecto sean mínimos y de breve duración con la implementación de las medidas de protección y de mitigación apropiadas.

Una medida que podría aplicarse es implementar técnicas de estabilización de suelos durante la construcción así como otras prácticas de control de erosión. Esto ayudaría a reducir al mínimo el flujo de sedimentos y de agentes contaminantes aéreos al medio ambiente cercano al área del proyecto. Las técnicas de la estabilización de suelo se deben ejecutar antes de la construcción, particularmente en las áreas susceptibles a la erosión y en zonas costeras. Las medidas para reducir la erosión y la sedimentación asociadas a la construcción del proyecto se deben delinear en un plan de control de erosión y sedimentación (plan CES) para el proyecto del San Juan Waterfront.

Cualquier corte o remoción de árboles se debe realizar de acuerdo con el Reglamento #25 (Siembra, Corte y Forestación de Puerto Rico del 24 de noviembre de 1998). Antes de que comience la construcción, se debe realizar un inventario de árboles y preparar un plan de reforestación conforme con el Reglamento #25. Al realizar el paisajismo en áreas afectadas se creará un lugar atractivo para fomentar el reestablecimiento de especies después que se termine la construcción. El proyecto anticipa la mitigación con los árboles nativos será una mejoría al entorno en comparación con la actual cubierta de hierbas y vegetación exótica.

Dos especies sensitivas, el Pelicano Pardo y el Charrán Rosado fueron observadas durante las visitas de campo. Aunque estas especies fueron observadas en el área de proyecto, se estaban alimentando en el estuario y no fueron observadas anidando o en dormideros. Además, el área de proyecto no presenta hábitat apropiado para estas especies. Ambas especies se alimentaron de pequeños peces en la proximidad de la bahía sin aparente efecto negativo de parte de las operaciones del puerto de San Juan. Sin embargo, se debe tomar las

precauciones necesarias durante las actividades de construcción y demolición para asegurarse de que estas especies no sean afectadas.

A la larga, el proyecto mismo no debe de tener impactos significativos en la flora y fauna terrestre, mientras el manejo propuesto prevea la implementación de las medidas previamente mencionadas de protección y mitigación, y otras medidas que pueden ser sugeridas por las agencias pertinentes.

Dado estos resultados y la ejecución de las medidas sugeridas de protección y mitigación, así como otras medidas requeridas por las agencias reguladoras, concluimos que, aunque la parte de la flora y fauna terrestres en el área del proyecto se podría afectar directamente en el futuro cercano las medidas recomendadas podrán eliminar o reducir al mínimo los impactos identificados y propiciar la recuperación de esas especies al largo plazo.

7.0 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

El área propuesta para el proyecto ha sido extremadamente modificada desde las épocas prehistóricas cuando los indígenas comenzaron la tala de árboles y la modificación del islote de San Juan. Actualmente el hábitat disponible para la fauna es muy limitado y explica la pobre diversidad de las especies nativas, contrario al número elevado de plantas exóticas en el área. La diversidad más alta fue encontrada a lo largo de la franja costera del canal de San Antonio.

A largo plazo, el proyecto mismo no debe tener impactos significativos en la flora y fauna terrestre, mientras el desarrollo propuesto prevea el establecimiento de medidas de control de erosión y sedimentación y uso de plantas I en el diseño arquitectónico del paisaje que sirvan como hábitat urbano de la fauna según lo mencionado en la sección 6.0, y otras medidas que puedan ser sugeridas por las agencias. De este modo, el proyecto tendría un impacto positivo más grande para la conservación de recursos naturales y costeros en el área propuesta.

En vista de estos resultados, y con la implementación de las medidas de mitigación que puedan ser requeridas por las agencias apropiadas, concluimos que aunque parte de la flora y fauna terrestres en el área del proyecto se podría afectar en el corto y mediano plazo las medidas recomendadas podría eliminar o reducir al mínimo los impactos identificados y mantener la variedad y hábitat actual de la flora y fauna en el área propuesta para el proyecto San Juan Waterfront.

8.0 REFERENCIAS

- Acevedo-Rodríguez, P., y R. O. Woodbury. 1985. *Los Bejucos de Puerto Rico (Lianas of Puerto Rico)* Volume 1. General Technical Report SO-58. United States Department of Agriculture, New Orleans, LA. 331 pp.
- Boccheciamp, R. A. 1978. *Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico*. USDA, Soil Conservation Survey. 141 pp.
- Burger, J., y M. Gochfeld. 1988b. Nest-site selection by roseate terns in two tropical colonies on Culebra, Puerto Rico. *Condor* 90:843-851.
- Ewel, J. J. y J. L. Whitmore. 1973. *The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the United States Virgin Islands*. Research Paper ITF-18. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR.
- Godfrey, R. K. y J. W. Wooten. 1979. *Aquatic and Wetland Plants of Southeastern United States: Monocotyledons*. The University of Georgia Press, Athens, Georgia, USA. 711 pp.
- Godfrey, R. K. y J. W. Wooten. 1981. *Aquatic Wetland Plants of Southeastern United States: Dicotyledons*. The University of Georgia Press, Athens, Georgia, USA. 933 pp.
- Liogier, H. A. y L. F. Martorell. 1999. *Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: a Systematic Synopsis*. 2nd ed. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 382 pp.
- Liogier, H. A. 1985. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. I. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 357 pp.
- Liogier, H. A. 1988. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. II. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 481 pp.
- Liogier, H. A. 1991. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. III. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 461 pp.

- Liogier, H. A. 1995. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. IV. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 617 pp.
- Liogier, H. A. 1997. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. V. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 436 pp.
- Little, E. L., y F. H. Wadsworth. 1999. *Common Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. A private reprinting by the authors from Forest Service U.S. Department of Agriculture Handbook No. 249. Río Piedras, PR. 556 pp.
- Little, E. L., R. O. Woodbury y F. H. Wadsworth. 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Second volume. U. S. Department of Agriculture Handbook No. 449-S. Washington, DC. 1024 pp.
- Más, E., y O. García-Molinari. 1990. *Guía Ilustrada de Yerbas Comunes de Puerto Rico. (An Illustrated Guide to the Common Grasses of Puerto Rico)*. Agricultural Extension Service, University of Puerto Rico. McGraw-Hill Publishing Company, New York, NY. 103 pp.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2002). National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Climatic Data Center, Climatology of the United States No. 81. Monthly Station Normals of Temperature, Precipitation and Heating and Cooling Degree Days, 1971-2000, Puerto Rico. Asheville, NC.
- Norton, R. L. 1988. Extra-egg clutches and interspecific egg-dumping of the roseate tern (*Sterna dougallii*) in the West Indies. *Florida Field Naturalist* 16:67-70.
- Puerto Rico Natural Heritage Program. 2000. *Lista de Elementos Críticos de la División de Patrimonio Natural (List of Critical Elements, Natural Heritage Division)*. Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, PR.
- Proctor, G. R. 1989. *Ferns of Puerto Rico and the Virgin Islands*. *Memoirs of the New York Botanical Garden* Vol. 53. Bronx, NY. 387 pp.
- Raffaele, H. A., J. Wiley, O. Garrido, A. Keith y J. Raffaele. 1998. *A guide to the birds of the West Indies*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 411 pp.
- Raffaele, H. A.; and J. Duffield. 1979. Critical wildlife areas of Puerto Rico. Puerto

Rico Department of Natural Resources. San Juan Puerto Rico. 97 pp.

Reagan, D. P. y R. B. Waide. 1996. *The Food Web of a Tropical Rainforest*. U. of Chicago Press, Chicago, IL. 616 pp.

Rivero, J. 1998. *Los Anfibios y Reptiles de Puerto Rico*. Second edition, revised. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR. 510 pp.

Tobe, J. D., K. Craddock-Burks, R. W. Cantrell, M. A. Garland, M. E. Sweeley, D. W. Hall, P. Wallace, G. Anglin, G. Nelson, J. R. Cooper, D. Bickner, K. Gilbert, N. Aymond, K. Greenwood y N. Raymond. 1998. *Florida Wetland Plants: An Identification Manual*. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, FL. 598 pp.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1995. *Revision to the National List of Plants that Occur in Wetlands: Caribbean (Region C): Supplement to Biological Report 88 (26.12)*. Washington, DC.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. *Endangered Species List (Puerto Rico/Virgin Islands)*. Division of Endangered Species.

Vélez, I. 1950. *Plantas Indeseables en los Cultivos Tropicales. (Undesirable Plants in Tropical Cultures)*. University of Puerto Rico Press, Río Piedras, PR.

Wunderle, J. M. 1994. *Census Methods for Caribbean Land Birds*. General Technical Report SO-100. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA.

APÉNDICE A

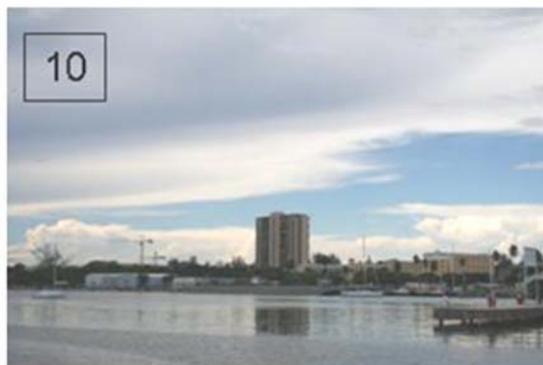
Documentación Fotográfica



Fotos 1-4. Habitat urbano en la isleta de San Juan.



Fotos 5-8. Habitat urbano en la isleta de San Juan.
La Foto 5 muestra la Villa Pesquera La Coal.



Fotos 9-12. Vista del Canal San Antonio.

APÉNDICE B

Copyright and Disclaimer

Copyright and Disclaimer

Copyright to this document is reserved to CSA Group and its contents are prepared for the Customer's use only. Projections of future events are uncertain and must be read in the full context of this document.

THIRD PARTY DISCLAIMER

This report was prepared by CSA Group for the account of AMEC E&E Caribe, LLP and Collier's TMT of Puerto Rico. The material reflects CSA Group's judgment in light of the information available to it at time of preparation. Any use which a third party makes of this report, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the responsibility of such third parties. CSA Group accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this report.

APPENDIX E

Estudio De Flora Y Fauna De Hábitats Bénticos Asociados A La Franja Costera
De San Juan (San Juan Waterfront), Puerto Rico

REPORTE FINAL



ESTUDIO DE FLORA Y FAUNA DE HÁBITATS BÉNTICOS ASOCIADOS A LA FRANJA COSTERA DE SAN JUAN (SAN JUAN WATERFRONT), PUERTO RICO



**Reefscaping, Inc.
P.O. Box 2639
Moca, Puerto Rico 00676**

27 de octubre de 2007

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. METODOS.....	6
A. LOCALIDADES DE MUESTREO	6
B. MAPA DE HÁBITAT BENTICO	6
C. ESTUDIO DE PILOTES	6
D. MONITOREO DE PECES	8
III. RESULTADOS.....	11
A. MAPA de HÁBITAT BÉNTICO	11
B. ESTUDIO EN PILOTES	19
1. Resultados Generales	19
2. Estudio de Pilotes en Zona A.....	21
3. Estudio de Pilotes en la Zona B	28
4. Estudio de Pilotes en la Zona C	36
5. Estudio de pilotes en la Zona D	42
6. Estudio de Pilotes en la Zona E.....	47
7. Estudio de Pilotes en la Zona F.....	53
8. Estudio de Pilotes en la Zona G	55
9. Estudios de Pilotes en la Zona H	62
10. Estudios de Pilotes en la Zona I.....	66
11. Estudio de Pilotes en la Zona J	69
C. ESTUDIOS DE PECES	72
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75

RESUMEN EJECUTIVO

◆ Las inspecciones fueron realizadas durante el 5 – 8 de octubre, 2007

◆ Las áreas inspeccionadas incluyen 10 zonas delimitadas de la siguiente manera:

- Zona A incluye el Muelle #6
- Zona B extiende del Muelle #7 a #8
- Zona C incluye el Muelle #8 a #9
- Zona D incluye la zona al sur de Muelle #7 a #10
- Zona E incluye el Muelle #9 a #10
- Zona Zona F incluye un área al sur de la Villa Pesquera La Coal
- Zona G incluye del Muelle #11 al #14
- Zona H incluye el Muelle #14
- Zona I incluye el área sur del Muelle de Frontera de la Marina
- La Zona J incluye el área este del Muelle de Frontera de la Marina

◆ Ciento treinta y dos estaciones fueron muestreadas dentro de zona de amortiguamiento de 30 metros desde la costa. Un cuadrante de 0.25 m² fue monitoreado visualmente para los componentes mayores en cada estación para determinar la clasificación del hábitat.

◆ Los pilotes fueron inspeccionados en la periferia de cada zona en 60 estaciones. En cada lugar se tomaron dos (2) réplicas de foto-cuadrantes de 0.09 m² en cada pilote (a 0.5 m y 3m de profundidad). En 82 de estos pilotes se realizó un análisis de cobertura béntica utilizando foto-cuadrantes. Veinticinco puntos aleatoriamente estratificados fueron sobrepuestos en cada imagen para identificar los componentes mayores de bentos. Esto permitió estimar el por ciento de cobertura de organismos adheridos por imagen (4 imágenes por punto de muestreo).

◆ Resultados:

- Todos los sitios que fueron estudiados para clasificarlos como hábitats bénticos (a excepción de la Zona F y un area en la Zona H) están compuestos de sedimentos finos no consolidados y por lo tanto fueron clasificados como fangales. Las otras dos areas (uno

en la Zona F y en otro en la Zona H) fueron compuestos de sedimentos gruesos no consolidados y fueron clasificados como hábitat de arena.

- Solo un área de la Zona H esta compuesto de yerbas marinas (aproximadamente 2.0 m² de *Halophila decipiens*). No se observaron otras yerbas marinas en los predios del estudio.
- El estudio demostró que los pilotes estan cubiertos principalmente por los siguientes organismos: algas, esponjas, anémonas, hidrozoarios, briozoarios, moluscos, anélidos, crustáceos, tunicados y sedimentos.
- No se observaron corales escleractinios y octocorales en las áreas inspeccionados.
- Se encontró que las especies de peces de arrecife no están asociadas estrictamente con ningún componente biótico en los pilotes y en el malecón, ya que las comunidades sésiles-bénticas en estas estructuras consisten de organismos encrustantes. Se espera que durante las actividades de construcción, los peces se trasladen a otras áreas de la bahía y/o canales donde estructuras artificiales existentes y fondos duros naturales puedan proveer un hábitat con valor similar.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta un informe final de estudios béticos, inspección de pilotes y monitoreo de peces como parte de los estudios ambientales de apoyo para la solicitud de permiso del San Juan Waterfront situado en sector de Puerto de Tierra en el municipio San Juan, Puerto Rico.

El propósito de este estudio fue producir un mapa georeferenciado de hábitats béticos y monitorear comunidades marinas asociadas con los principales hábitats béticos en y en los alrededores de los pilotes de los Muelles 6 al 14, incluyendo la villa pesquera La Coal, el área al sur y este del Muelle de la Marina, y dentro de una zona de amortiguamiento de 30 metros al sur del borde de los muelles. Se estima que el estudio monitorio un area aproximada de 71,108 m². Este estudio también proporciona una caracterización cuantitativa de invertebrados béticos sésiles y móviles, y los peces asociados con los pilotes y hábitats del fondo dentro del área de estudio. Esta evaluación cuantitativa permitirá una evaluación futura de los impacto(s) en potencia asociados con actividades de construcción del proyecto de San Juan Waterfront.

II. METODOS

A. LOCALIDADES DE MUESTREO

Las áreas examinadas incluyen 10 zonas delimitadas como siguen; Zona A que incluye el muelle #6, Zona B se extiende del muelle #7 al #8, la Zona C incluye los muelles #8 al #9, la Zona D incluye el sur del área de los muelles #7 al #10, la Zona E incluye los muelles #9 al #10, la Zona F incluye un área al sur de la Villa Pesquera La Coal, la Zona G incluye los muelles #11 al #14, la Zona H incluye el extremo del muelle #14, la zona I incluye el sur del área del muelle de la Marina de Guerra, y la Zona J incluye al este del muelle de la Marina de Guerra.

Refiérase a las figuras 1 y 2 para los detalles del area de estudio.

B. MAPA DE HÁBITAT BÉNTICO

Ciento treinta y dos estaciones fueron muestreadas dentro de un área de amortiguamiento de 30 metros de los muelles. En cada estación, los cuadrantes de 0.25 m² fueron monitoreados visualmente para determinar aquellos componentes importantes y así lograr la clasificación del hábitat.

C. ESTUDIO DE PILOTES

Los pilotes fueron examinados en la periferia de cada zona en 60 puntos de muestreo (cuadro 1). Se monitorearon dos pilotes por sitio utilizando réplicas de 0.09 m² de cada foto-cuadrantes (en profundidades de 0.5 m y de 3 m). En 82 de estos pilotes (de un total de 120), se realizó un análisis de cobertura béntica de las fotos recolectadas utilizando el programa *Coral Point Count with Excel Extension* (Kohler y Gill, 2006). Veinticinco sitios estratificados al azar fueron sobrepuestos en cada imagen para identificar componentes bénticos importantes. Esto permitió realizar el estimado de porciento de cobertura por imagen (4 imágenes por sitio de muestreo) de

aquellos organismos que producen desechos. Un estudio taxonómico general de la flora y de la fauna presente dentro del área de estudio, incluyendo otros componentes observados sobre los pilotes, fue realizado durante la durante el tiempo que duró el trabajo de campo en los predios del San Juan Waterfront y registrado en la lista de la especies. Los organismos marinos fueron identificados, con la ayudas de guías de identificación de campo (Humann, 89; 92; 93; Littler et al., 1989).

Tabla 1. Puntos de Referencia de las Estaciones de Pilotes.

Estación	Latitud	Longitud	Estación	Latitud	Longitud
029	18.46357685	-66.10947294	062	18.46393542	-66.10453533
030	18.46359855	-66.10927245	063	18.46412670	-66.10446350
031	18.46362739	-66.10903256	064	18.46423851	-66.10416787
032	18.46355924	-66.10882376	065	18.46346470	-66.10424750
033	18.46358070	-66.10867356	066	18.46327501	-66.10429737
034	18.46358288	-66.10840031	067	18.46309346	-66.10482358
035	18.46357106	-66.10817735	068	18.46231093	-66.10323538
036	18.46356679	-66.10800787	069	18.46259348	-66.10304092
037	18.46352178	-66.10780092	070	18.46293362	-66.10331669
038	18.46350392	-66.10758014	071	18.46277956	-66.10337351
039	18.46352245	-66.10737143	072	18.46219090	-66.10371499
040	18.46350552	-66.10716088	073	18.46193198	-66.10306808
041	18.46372395	-66.10678042	074	18.46173325	-66.10263406
042	18.46388337	-66.10665981	075	18.46145052	-66.10130268
043	18.46409024	-66.10655461	076	18.46142018	-66.10045427
044	18.46431127	-66.10644925	077	18.46143234	-66.10015495
045	18.46451839	-66.10634163	078	18.46147290	-66.09968598
046	18.46470321	-66.10617433	079	18.46144860	-66.09924023
047	18.46478376	-66.10603862	080	18.46144181	-66.09894401
048	18.46459039	-66.10550151	081	18.46147005	-66.09873472
049	18.46440196	-66.10563814	082	18.46144550	-66.09850531
050	18.46420415	-66.10577879	083	18.46142571	-66.09799535
051	18.46397214	-66.10585808	084	18.46146008	-66.09741281
052	18.46379151	-66.10598305	085	18.46145958	-66.09703889
053	18.46358665	-66.10609252	086	18.46136000	-66.09596425
054	18.46336562	-66.10622881	087	18.46142278	-66.09481492
055	18.46326982	-66.10627030	088	18.46144189	-66.09467092
056	18.46311928	-66.10582924	089	18.46132941	-66.09432148
057	18.46300864	-66.10548710	090	18.46114945	-66.09390431
058	18.46294527	-66.10527336	091	18.46105875	-66.09337918
059	18.46298601	-66.10515702	092	18.46101936	-66.09313795
060	18.46341717	-66.10478419	093	18.46058258	-66.09098028
061	18.46367349	-66.10467556	094	18.46054017	-66.09091030

D. MONITOREO DE PECES

La composición de las especies de peces y su densidad fue cuantificada dentro de las estaciones utilizando monitoreos con transectos de banda midiendo 10 x 3 metros (área de 30 m²). El monitoreo se realizó con un buzo nadando lentamente a lo largo del fondo soltando una cinta métrica y enumerando todas las especies no crípticas de peces en una banda de 1.5 metros a cada lado del transecto.

La profundidad de los transectos varió entre 4 a 8 metros dependiendo de la batimetría. Los transectos se establecieron entre los pilotes y el muro ya que los peces se agregaban alrededor de esas áreas. En todas las buceadas se compiló una lista de todas las especies observadas para obtener un récord de las especies presentes en el área proyectada. La pobre visibilidad (<0.5 m) en estaciones de fondos fangosos evitaba la utilización de transectos de banda para estos hábitats, por consiguiente las especies observadas fueron documentadas en una lista

Figura 1 Area de Estudio: Zona A a Zona G.



Figura 2 Área de Estudio: Zona G a Zona J.



III. RESULTADOS

A. MAPA de HÁBITAT BÉNTICO

Todos los lugares estudiados para la clasificación de hábitat béntico (excepto un punto en la Zona F y un punto en la Zona H) estuvieron compuestos de sedimentos finos no consolidados y por consiguiente clasificados como hábitat fangosos (Figura 3). Los otros dos puntos (uno en la Zona F y uno en la Zona H) estuvieron compuestos de sedimentos consolidados y fueron clasificados como hábitats arenosos (Figura 4). Un punto en la Zona H estuvo compuesto por un parche de la yerba marina *Halophila decipiens* de aproximadamente 2.0 m² (Figura 5). No se observaron otras yerbas marinas en el área (Figura 5). Con la información obtenida del evento de muestreo, se construyó un mapa béntico del fondo marino del área del SJWF, incluyendo una zona de amortiguamiento de 30 metros al sur del borde los pilotes (Figuras 6 a 11).



Figura 3. Foto representativa de fango en la mayoría del estudio béntico.

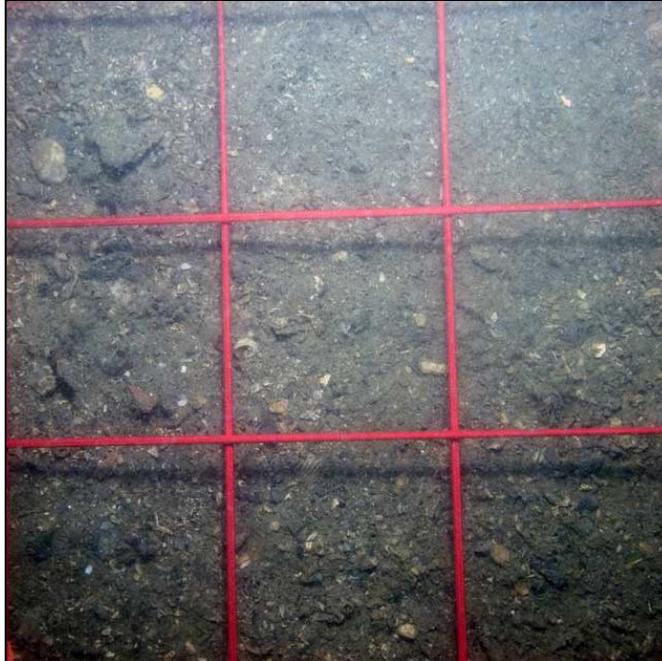


Figura 4. Foto representativa de arena en las zonas F y H.



Figura 5. Foto representativa de parches de yerbas marinas en la zona H.



Figura 6. Mapa de los hábitats bénticos en la zona A.



Figura 7. Mapa de los hábitats bénticos en las zonas B, C and E.



Figura 8. Mapa de los hábitats bénticos en las zonas D, F y G.



Figura 9. Mapa de los hábitats bénticos en la zona G



Figura 10. Mapa de los hábitats bénticos en zonas H e I.



Figura 11. Mapa de los hábitats bénticos en la zona J.

B. ESTUDIO EN PILOTES

1. Resultados Generales

Las listas de organismos no crípticos, identificados durante nuestro estudio taxonómico de las comunidades marinas asociadas a los pilotes, se muestran en la Tabla 2. Los mayores componentes existentes fueron fango, algas, bryozoarios and ascidios (Figura 12). El fango estuvo presente en todos los pilotes formando una capa fina sobre los organismos colonizando el sustrato. La media de cobertura del fango en los pilotes fue de 29 %. Las algas fueron segundas en cobertura de sustrato con el 22 % y constituyeron un ensablaje mixto de algas carnosas, filamentosas y calcáreas. Los bryozoarios tuvieron una cobertura media en el sustrato de 14 %, y constituyeron un ensablaje mixto de bryozoarios en algas y bryozoarios de abanico. La cobertura media de ascidios fue de 12 % y se constituyó de ascidios coloniales y simples (i.e. *Phallusia nigra*). Otros invertebrados comunes observados en los hábitats de los pilotes incluyeron: gusanos poliquetos, *Sabellastarte magnifica*, y el gusano de fuego, *Hermodice carunculata*.

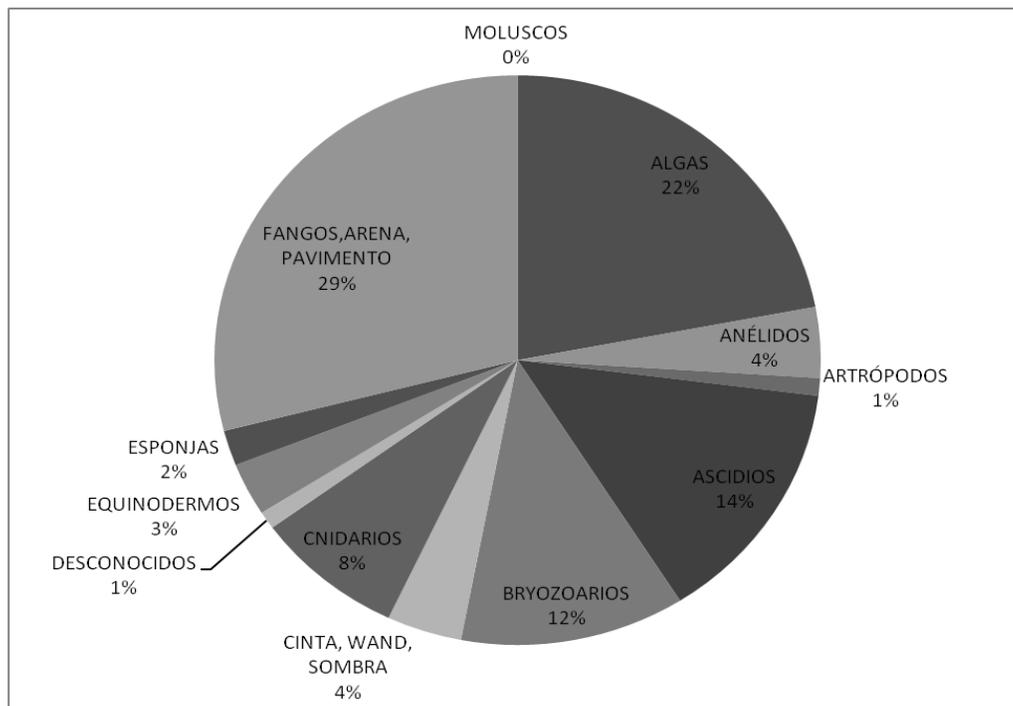


Figura 12. Porciento general de la distribución por categorías

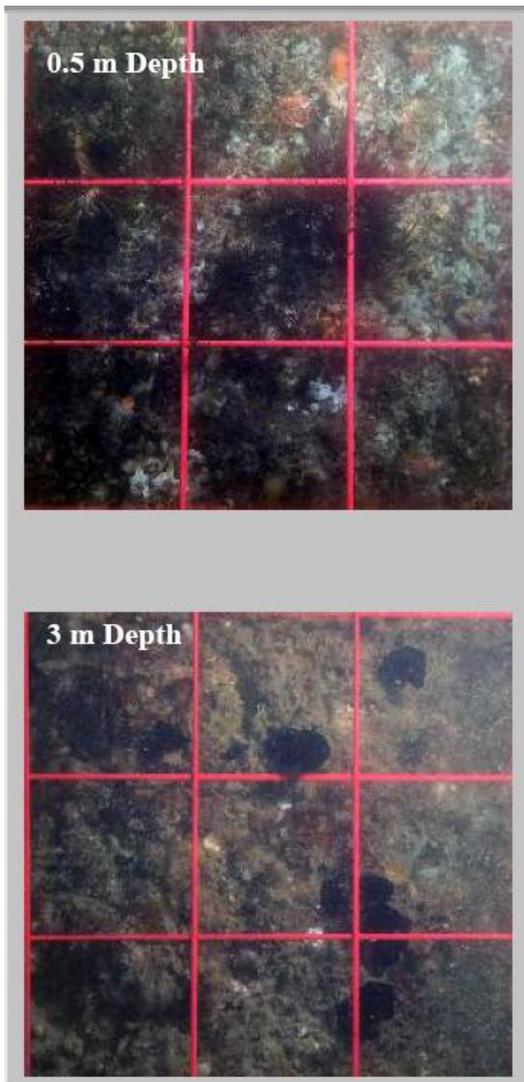
Tabla 2. Lista de organismos no crípticos identificados durante el estudio taxonómico de las comunidades marinas asociadas a los pilotes.

FILO	CLASE/ORDEN	TAXA
ALGAS		
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Bryopsis pennata</i>
	Orden Cladophorales	<i>Ventricaria ventricosa</i>
	Orden Bryopsidales	<i>Caulerpa mexicana</i>
Rhodophyta	Orden Gigartinales	<i>Gracilaria mammillaris</i>
	Orden Gigartinales	<i>Peysonnelia sp.</i>
	Orden Gigartinales	<i>Hypnea spinella</i>
	Orden Corallinales	<i>Neogoniolithon accretum</i>
INVERTEBRADOS		
Porifera	Class Calcarea	Esponja calcárea blanca
	Class Desmospongiae	Esponja azul
Cnidaria	Order Actiniaria	<i>Aiptasia tagetes</i>
	Order Hidroidea	<i>Halocordyle disticha</i>
	Order Actiniaria	<i>Chrysaora quinquecirrha</i>
Annelida	Class Polychaeta	<i>Hermodice carunaulata</i>
	Class Polychaeta	<i>Sabellastarte magnifica</i>
	Class Polychaeta	<i>Anamobaea sp.</i>
	Class Polychaeta	<i>Eupolymnia crassicornis</i>
Arthropoda	Class Crustacea	<i>Petrolisthes armatus</i>
	Class Crustacea	<i>Stenorhynchus seticornis</i>
	Class Crustacea	<i>Mithrax verrucosus</i>
	Class Crustacea	<i>Stenopus hispidus</i>
	Class Crustacea	<i>Panulirus argus</i>
	Class Crustacea	<i>Callinectes sp.</i>
	Class Crustacea	<i>Balanus spp.</i>
	Class Crustacea	<i>Canda simplex</i>
Ectoprocta	Class Bryozoans	<i>Schizoporella violacea</i>
	Class Bryozoans	<i>Bugula minima</i>
	Class Bryozoans	<i>Zoobotrium verticulatum</i>
	Class Bryozoans	<i>Bugula nerita</i>
	Class Bryozoans	<i>Caulibugula dendrograpta</i>
Molusca	Class Bivalvia	<i>Isognomon radiatus</i>
Equinodermata	Class Crinoidea	<i>Davidaster rubiginosa</i>
Cordata	Class Ascidiacea	<i>Distaplia corolla</i>
	Class Ascidiacea	<i>Phallusia nigra</i>
	Class Ascidiacea	<i>Polyandrocarpa tumida</i>
	Class Ascidiacea	<i>Didemnum conchyliatum</i>
	Class Ascidiacea	<i>Styela canopus</i>

2. Estudio de Pilotes en Zona A

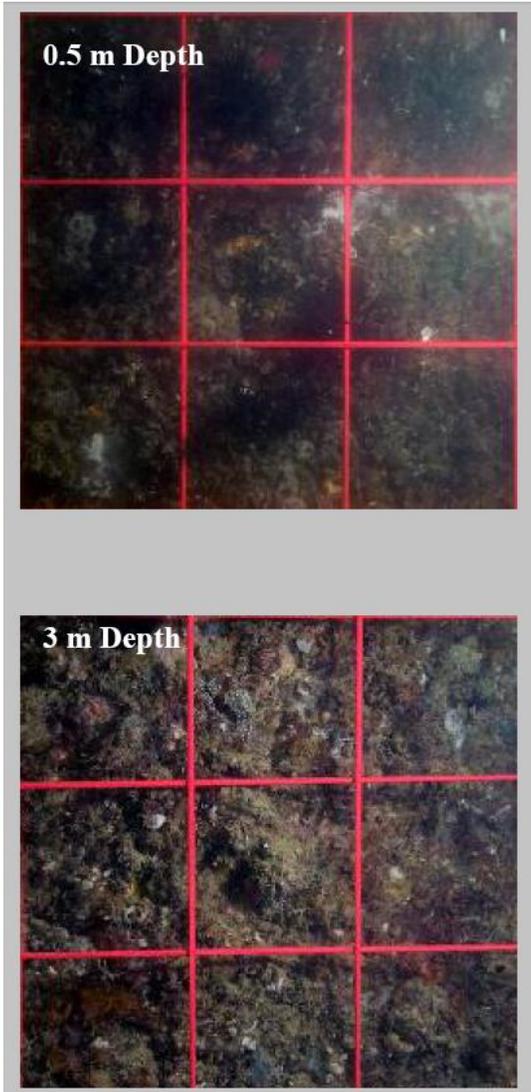
Tabla 3. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre las estaciones de sub muestreo de la Zona A.

CATEGORIAS (% cobertura de transectos)	A-029	A-31	A-033	A-035	A-037	A-040	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS								
Anémonas	0	0	2.33	1.19	6.06	2.08	1.94	2.25
Corales	0	0	0	0	0	0	0	0
Gorgonios	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrocorales	0	0	0	0	0	0	0	0
BRYOZOARIOS								
Bryozoarios de abanico	2	1.09	1.19	3.26	1.33	2.18	1.84	0.83
Otros bryozoarios	0	2.08	0	0	0	1.14	0.54	0.88
Bryozoarios en algas	4.09	12.64	10.13	17.42	14.71	14.45	12.24	4.67
ESPONJAS								
<i>Cliona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
E esponja	0	0	0	4.35	0	0	0.72	1.77
MOLUSCOS								
Bivalvos	0	0	0	1.19	0	0	0.2	0.49
Quitones	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGAS								
Algas calcáreas	2	1.09	0	0	0	1.04	0.69	0.83
Algas carnosas	9	2.08	0	0	0	0	1.85	3.6
<i>Schizothrix</i>	15.08	13.68	12.9	10.7	20.81	10.04	13.87	3.88
Algas filamentosas	18.84	13.63	14.99	4.55	11.21	5.3	11.42	5.61
ANÉLIDOS								
Gusano de pluma	0	0	0	1.09	2.85	1.14	0.85	1.12
Gusano de fuego	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTRÓPODOS								
Balocas	0	0	0	0	0	0	0	0
Cangrejos & Camarones	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUINODERMOS								
Estrellas quebradizas	0	0	0	0	0	0	0	0
Crinoideos	0	0	0	0	0	0	0	0
ASCIDIOS								
Ascidioides coloniales	0	0	0	3.26	0	0	0.54	1.33
Ascidioides compuestos	10.35	12.68	8.23	11.59	13.45	15	11.89	2.39
Ascidioides simples	3	0	0	0	0	1.19	0.7	1.22
FANGOS ARENA PAVIMENTO								
Fango	32.51	39.95	45.52	40.2	29.57	44.35	38.68	6.39
DESCONOCIDOS								
Desconocido	3.14	1.09	4.71	1.19	0	2.08	2.04	1.68
SOMBRA y CINTA								
Sombra	4.5	0	11.77	5.6	6.28	6.83	5.83	3.8
Cinta	1.09	5.3	4.83	4.55	4.62	4.55	4.16	1.53
DIVERSIDAD								
Indice Shannon-Weaver	1.12	1.24	1.05	1.31	1.31	1.04	1.18	0.13



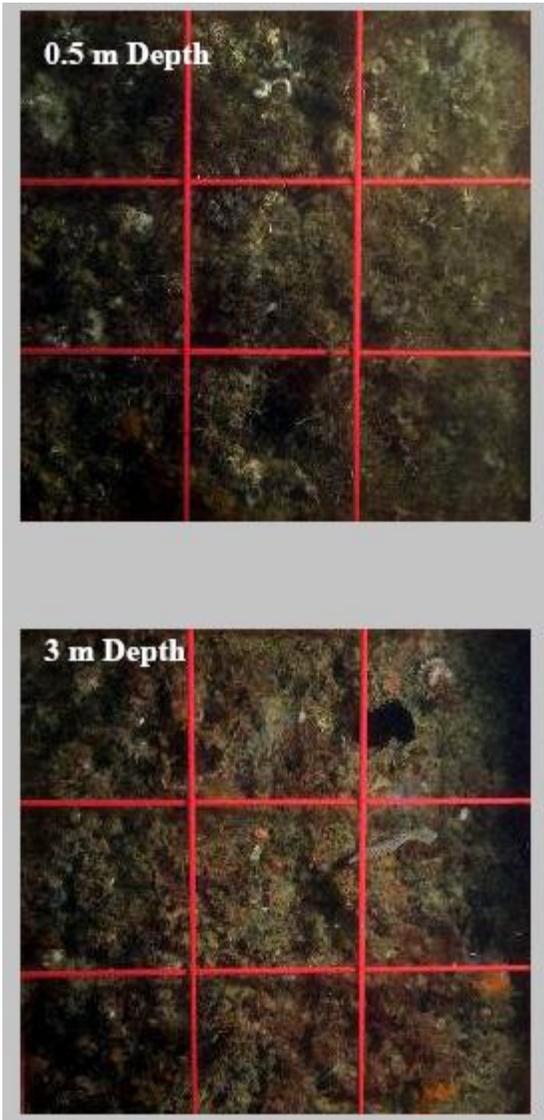
CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #029)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	0.00	0.00
BRYOZOARIOS	6.09	5.12
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	44.92	10.76
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	13.35	10.16
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	32.51	21.90
DESCONOCIDOS	3.14	2.11
CINTA y SOMBRA	5.00	6.00

Figura 13. Ejemplo de dos fotocuartantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-029 en la Zona A.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #031)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	0.00	0.00
BRYOZOARIOS	15.81	2.23
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	30.48	13.21
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	12.68	7.75
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	39.95	18.33
DESCONOCIDOS	1.09	2.17
CINTA y SOMBRA	5.00	2.00

Figura 14. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-031 en la Zona A



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #033)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	2.33	2.69
BRYOZOARIOS	11.32	9.39
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	27.89	21.61
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	8.23	6.93
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	45.52	40.02
DESCONOCIDOS	4.71	3.72
CINTA y SOMBRA	14.00	5.16

Figura 15. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-033 en la Zona A.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #035)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	1.19	2.38
BRYOZOARIOS	20.68	15.48
ESPONJAS	4.35	8.70
MOLUSCOS	1.19	2.38
ALGAS	15.26	6.92
ANÉLIDOS	1.09	2.17
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	14.86	17.41
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	40.20	13.79
DESCONOCIDOS	1.19	2.38
CINTA y SOMBRA	9.00	5.03

Figura 16. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-035 en la Zona A

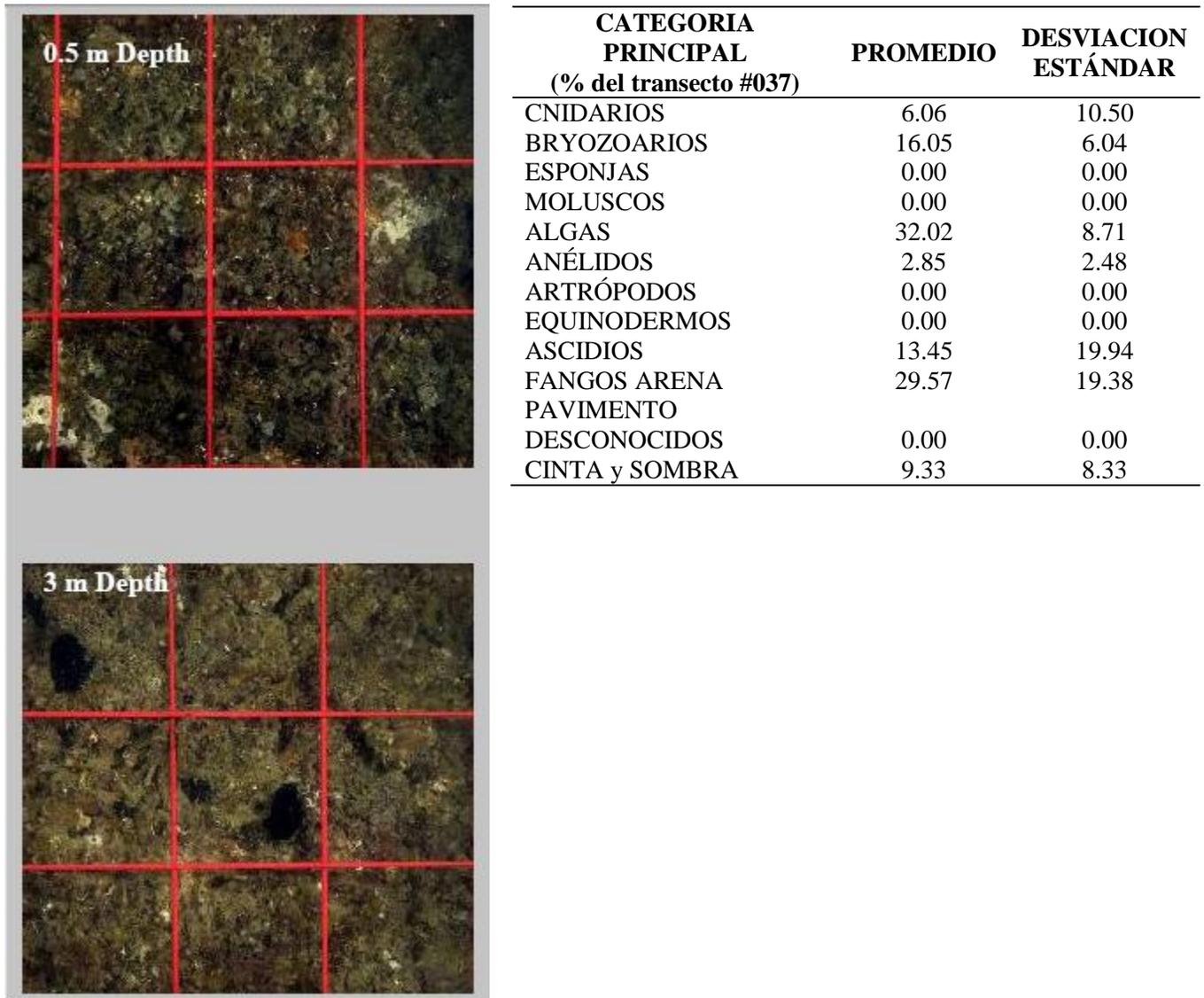
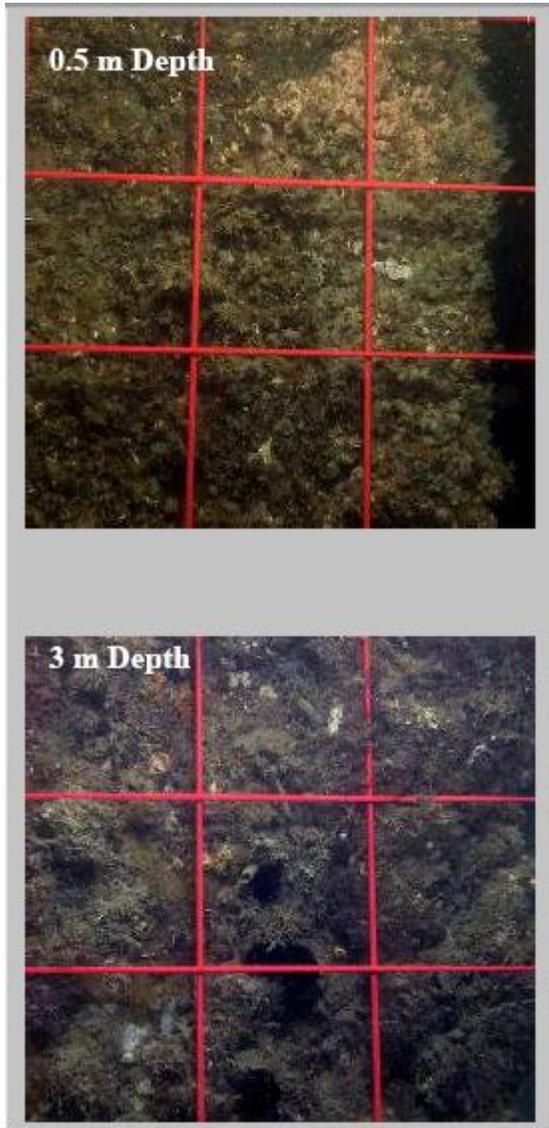


Figura 17. Ejemplo de dos fotocuantros de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-037 en la Zona A



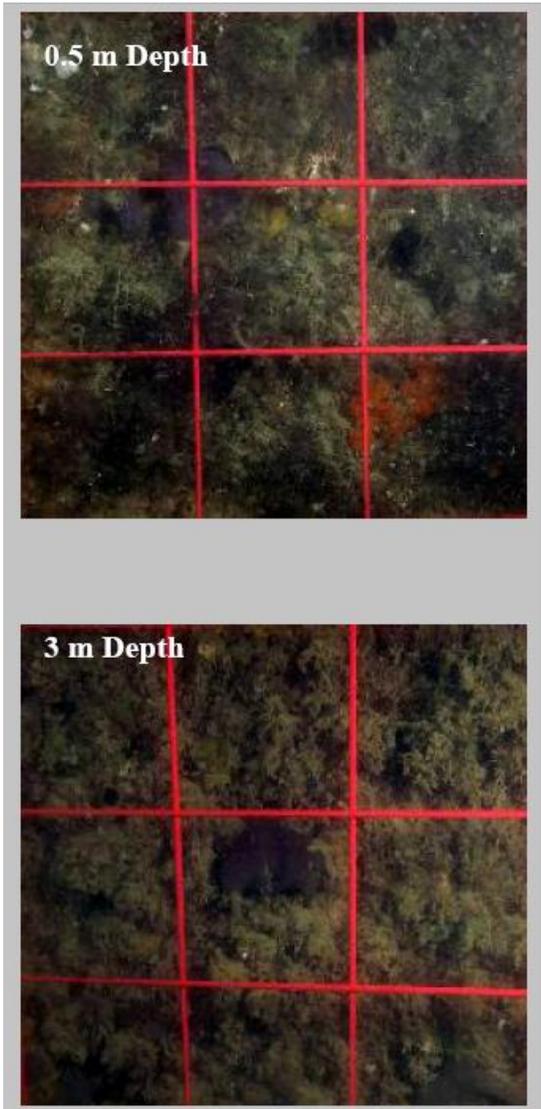
CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #037)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	2.08	4.17
BRYOZOARIOS	17.77	14.18
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	16.38	19.14
ANÉLIDOS	1.14	2.27
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	16.19	13.82
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	44.35	36.78
DESCONOCIDOS	2.08	4.17
CINTA y SOMBRA	10.00	5.16

Figura 18. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo A-040 en la Zona A

3. Estudio de Pilotes en la Zona B

Tabla 4. Por ciento de cobertura de los organismos en los pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona B.

SUBCATEGORIAS (% por transecto)	B-042	B-044	B-047	B-048	B-050	B-052	B-054	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTANDAR
CNIDARIOS									
Anémonas	1.32	0.00	1.45	1.19	0.00	2.63	4.40	1.57	1.54
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS									
Bryozoarios de abanico	5.43	1.45	0.00	3.00	2.04	0.00	1.09	1.86	1.91
Otros bryozoarios	2.36	0.00	0.00	2.78	0.00	3.95	0.00	1.30	1.69
Bryozoarios en algas	28.60	29.94	13.52	12.23	22.08	24.57	18.42	21.34	6.96
ESPONJAS									
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Espanja	0.00	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	1.64
MOLUSCOS									
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS									
Algas calcáreas	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00	1.14	0.45	0.82
Algas carnosas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.21	0.56
<i>Schizothrix</i>	7.47	3.04	0.00	7.85	6.21	2.09	11.61	5.47	3.98
Algas filamentosas	8.07	10.97	34.63	18.47	2.00	2.63	2.56	11.33	11.86
ANÉLIDOS									
Gusano de abanico	2.17	4.49	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.24	1.74
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ARTRÓPODOS									
Ballocas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	0.31	0.82
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS									
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASCIDIOS									
Ascidios coloniales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios compuestos	8.30	17.03	20.36	10.77	37.43	15.59	30.11	19.94	10.46
Ascidios simples	0.00	0.00	0.00	2.43	1.09	0.00	0.00	0.50	0.94
FANGOS ARENA PAVIMENTO									
Fango	36.28	33.08	25.69	38.28	27.11	44.60	27.04	33.16	7.03
DESCONOCIDOS									
Desconocido	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.95	0.00	0.71	1.48
SOMBRA y CINTA									
Sombra	3.49	12.80	10.76	7.59	3.32	7.44	13.27	8.38	4.09
Cinta	9.79	4.78	3.04	7.94	4.66	4.81	5.12	5.73	2.31
DIVERSIDAD									
Indice Shannon-Weaver	0.95	1.26	1.04	1.14	1.06	1.13	1.36	1.13	0.14



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #042)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	1.32	2.63
BRYOZOARIOS	36.40	32.31
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	15.54	5.04
ANÉLIDOS	2.17	4.35
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	8.30	7.37
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	36.28	40.42
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	11.00	8.87

Figura 19. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-042 en la Zona B

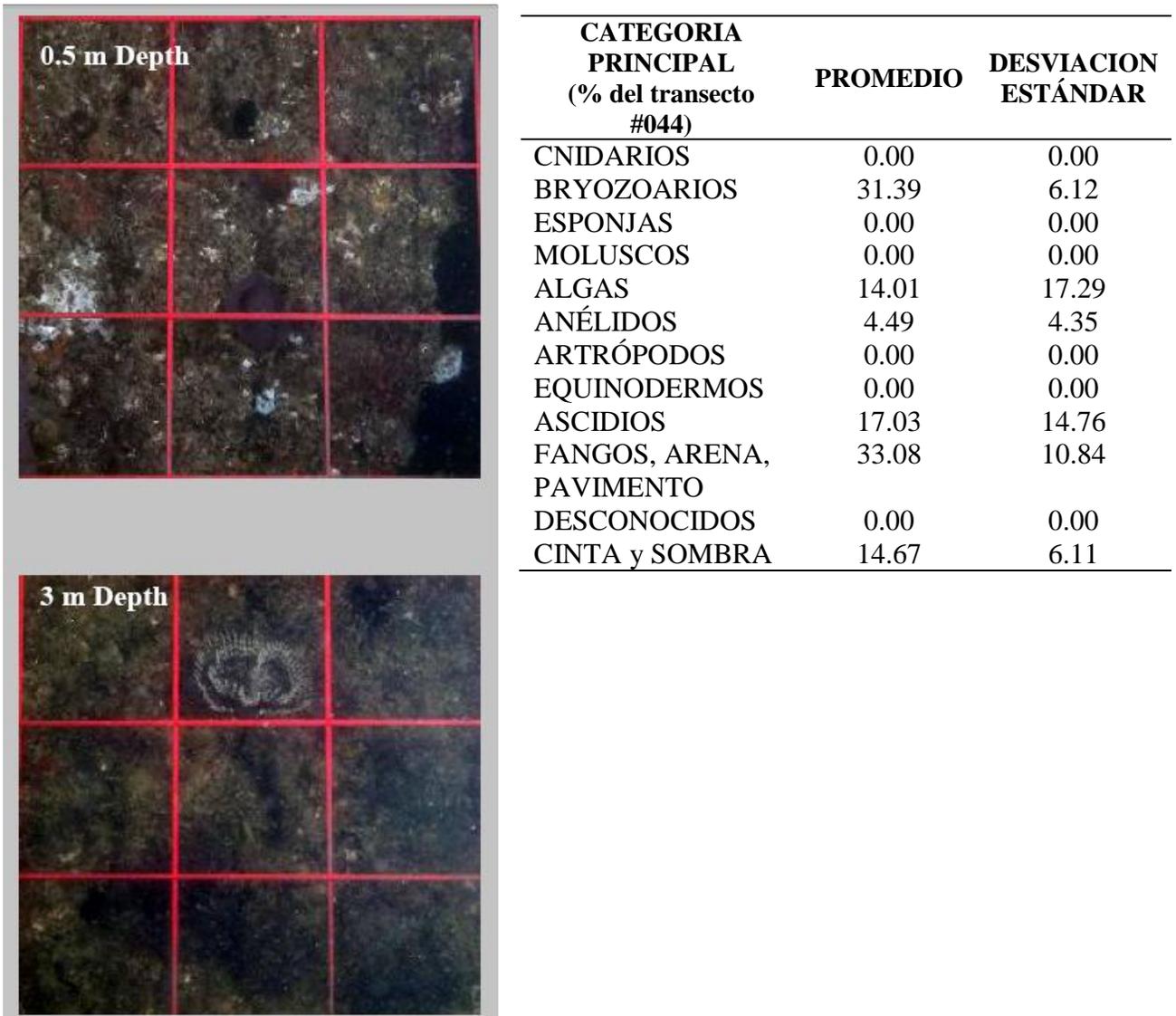
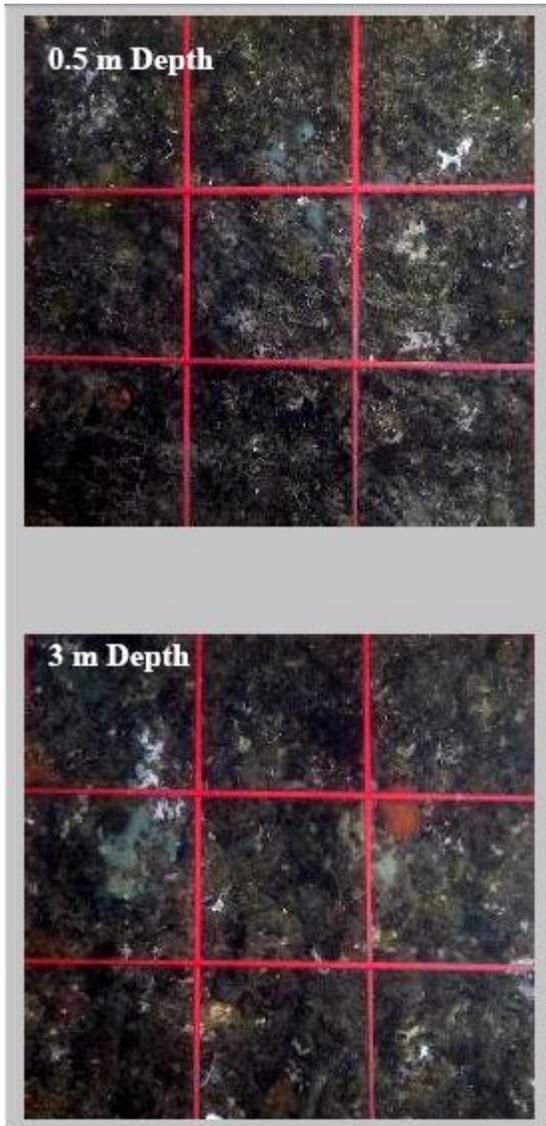


Figura 20. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-044 en la Zona B



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #047)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	1.45	2.51
BRYOZOARIOS	13.52	8.62
ESPONJAS	4.35	7.53
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	34.63	12.60
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	20.36	28.07
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	25.69	40.79
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	12.00	4.00

Figura 21. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-047 en la Zona B.

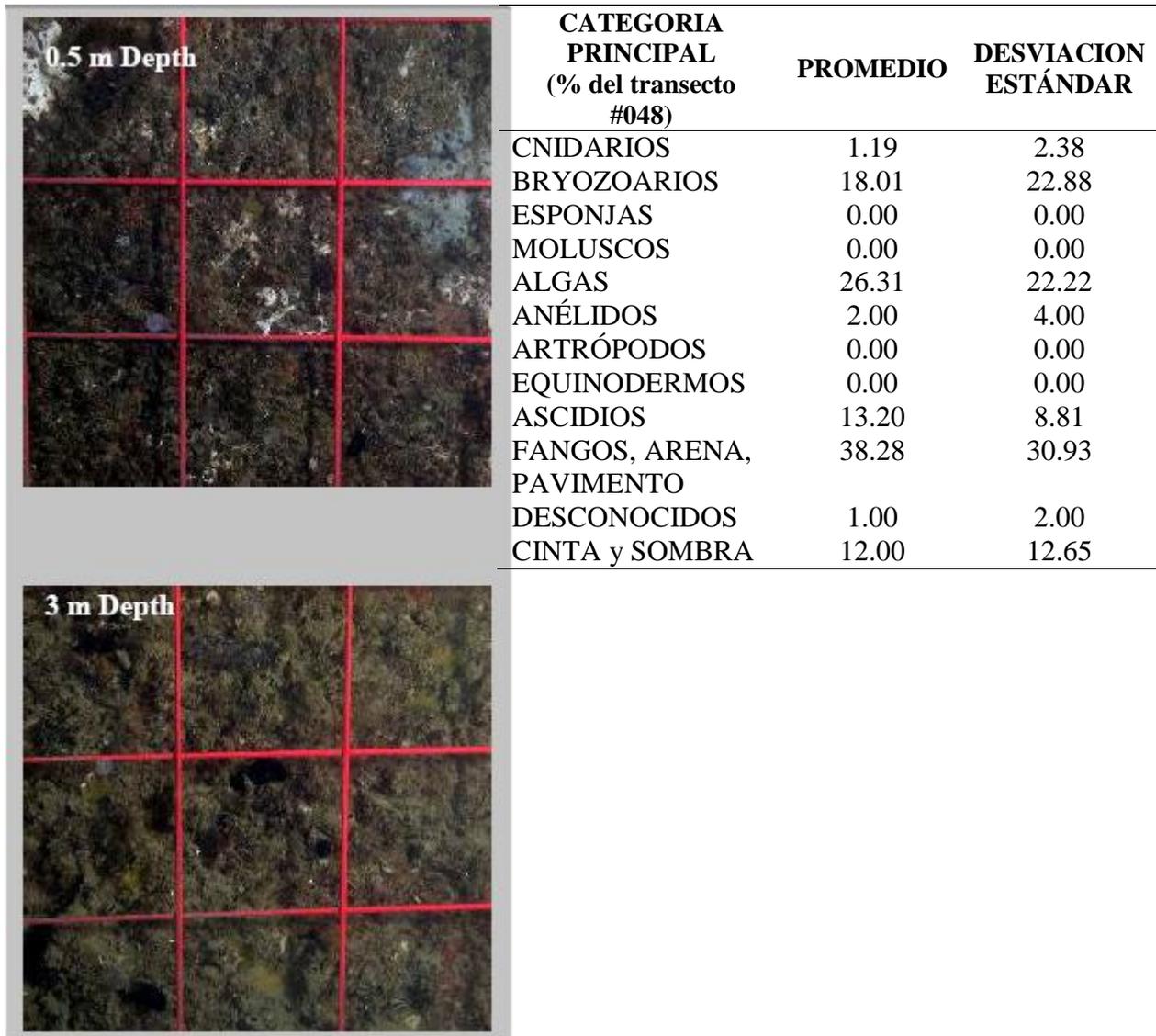


Figura 22. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-048 en la Zona B.

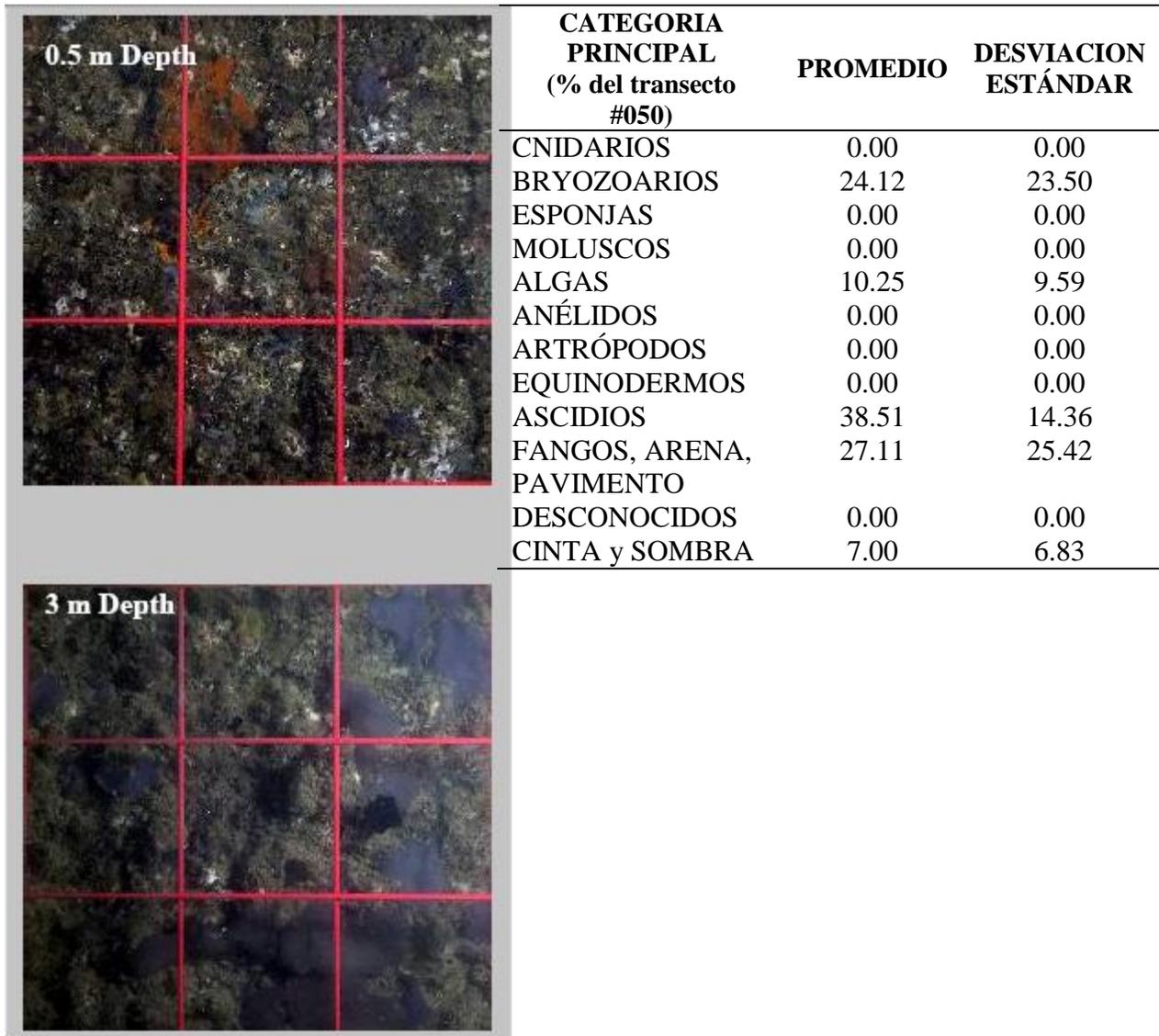


Figura 23. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-050 en la Zona B.

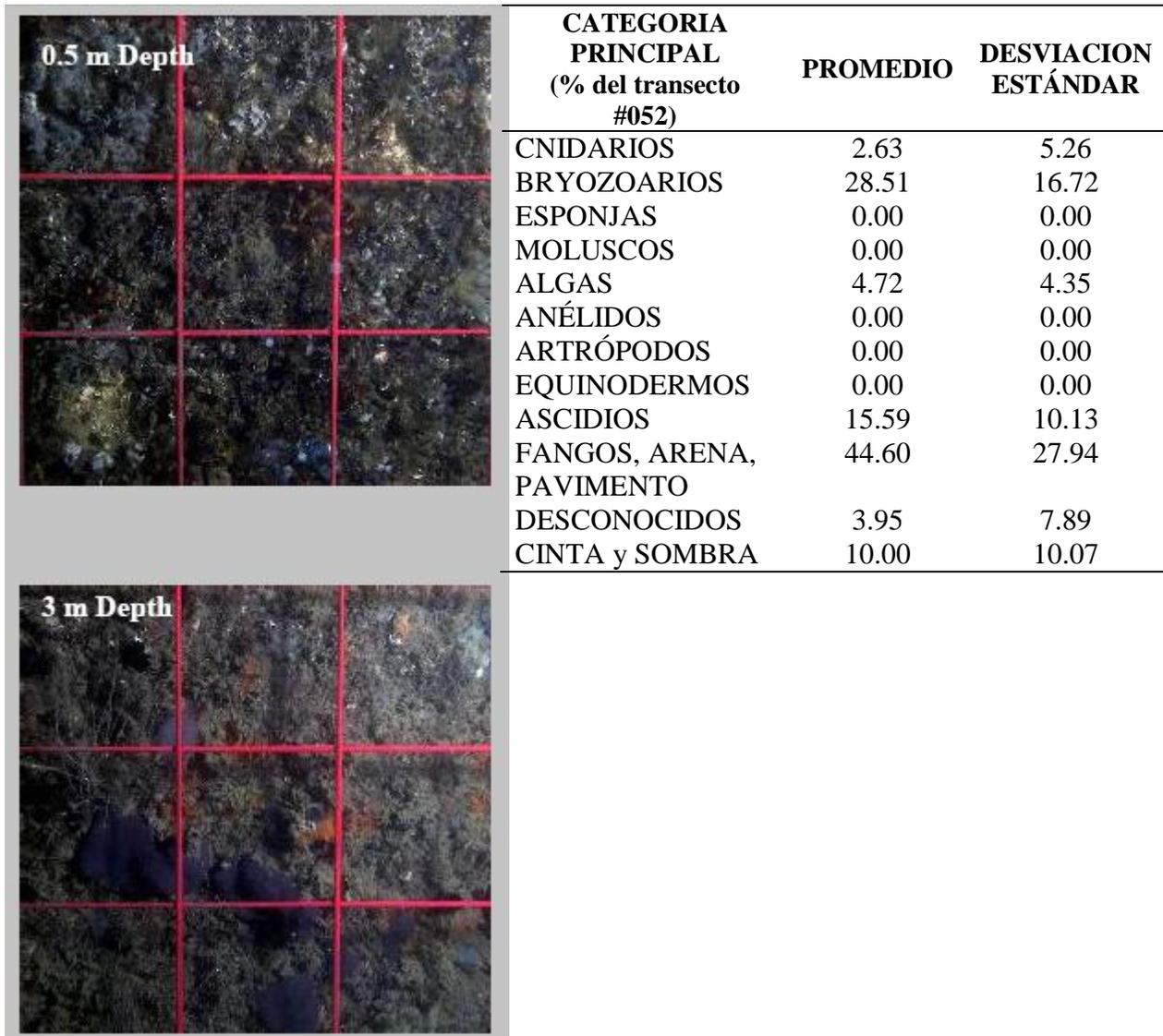
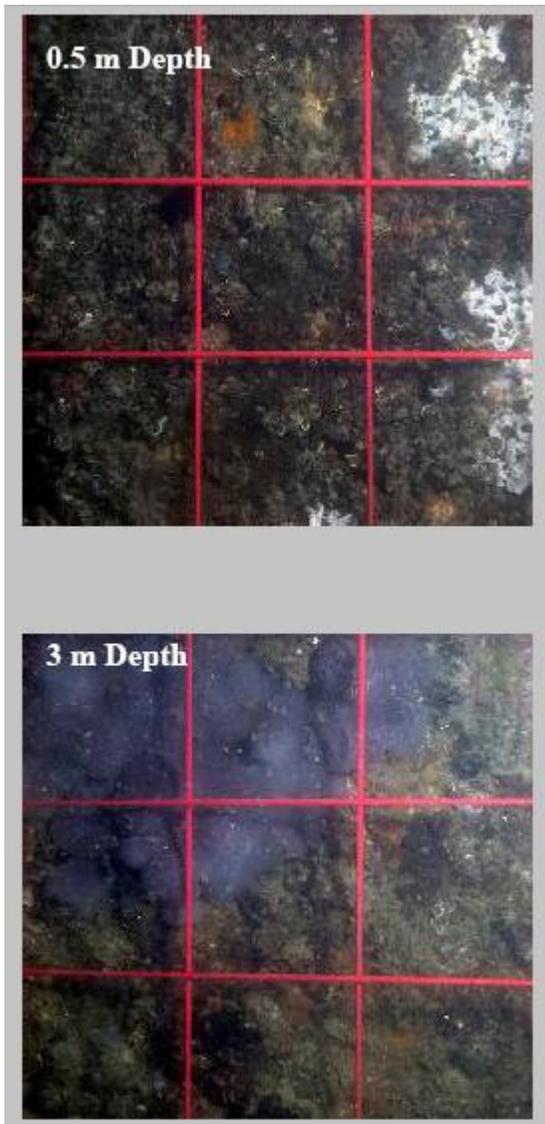


Figura 24. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-052 en la Zona B.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #054)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	4.40	6.15
BRYOZOARIOS	19.50	11.51
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	16.77	16.64
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	2.17	4.35
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	30.11	14.18
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	27.04	11.33
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	14.00	12.44

Figura 25. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo B-054 en la Zona B.

4. Estudio de Pilotes en la Zona C

Tabla 5. Porcentaje de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona C.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	C-060	C-061	C-064	C-065	C-066	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS							
Anémonas	0.00	0.00	1.19	24.13	11.46	7.36	10.54
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS							
Bryozoarios de abanico	4.40	9.94	2.17	7.04	2.17	5.15	3.35
Otros bryozoarios	1.09	0.00	0.00	2.09	1.04	0.84	0.88
Bryozoarios en algas	17.75	21.81	27.59	8.17	4.21	15.91	9.64
ESPONJAS							
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E esponja	3.36	3.31	0.00	0.00	0.00	1.33	1.83
MOLUSCOS							
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS							
Algas calcáreas	0.00	3.31	1.19	0.00	0.00	0.90	1.44
Algas carnosas	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.48	1.06
<i>Schizothrix</i>	8.85	5.44	20.08	10.29	8.38	10.61	5.58
Algas filamentosas	4.45	0.00	2.38	0.00	0.00	1.37	2.01
ANÉLIDOS							
Gusanos de abanico	2.22	8.75	1.19	0.00	0.00	2.43	3.65
Gusano de fuego	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.22	0.49
ARTRÓPODOS							
Ballocas	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.22	0.49
Cangrejo & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS							
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASCIDIOS							
Ascidios coloniales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios compuestos	21.07	19.22	2.38	17.52	4.17	12.87	8.87
Ascidios simples	0.00	2.22	1.09	1.00	3.13	1.49	1.21
FANGOS ARENA PAVIMENTO							
Fango	35.68	22.67	35.97	27.72	63.32	37.07	15.71
DESCONOCIDOS							
Desconocido	1.14	1.14	2.38	2.04	2.13	1.76	0.59
SOMBRA y CINTA							
Sombra	3.31	3.36	3.47	2.17	1.04	2.67	1.05
Cinta	6.72	6.67	7.82	1.04	4.26	5.30	2.71
DIVERSIDAD							
Shannon-Weaver Index	1.29	1.44	1.16	1.31	1.09	1.26	0.14

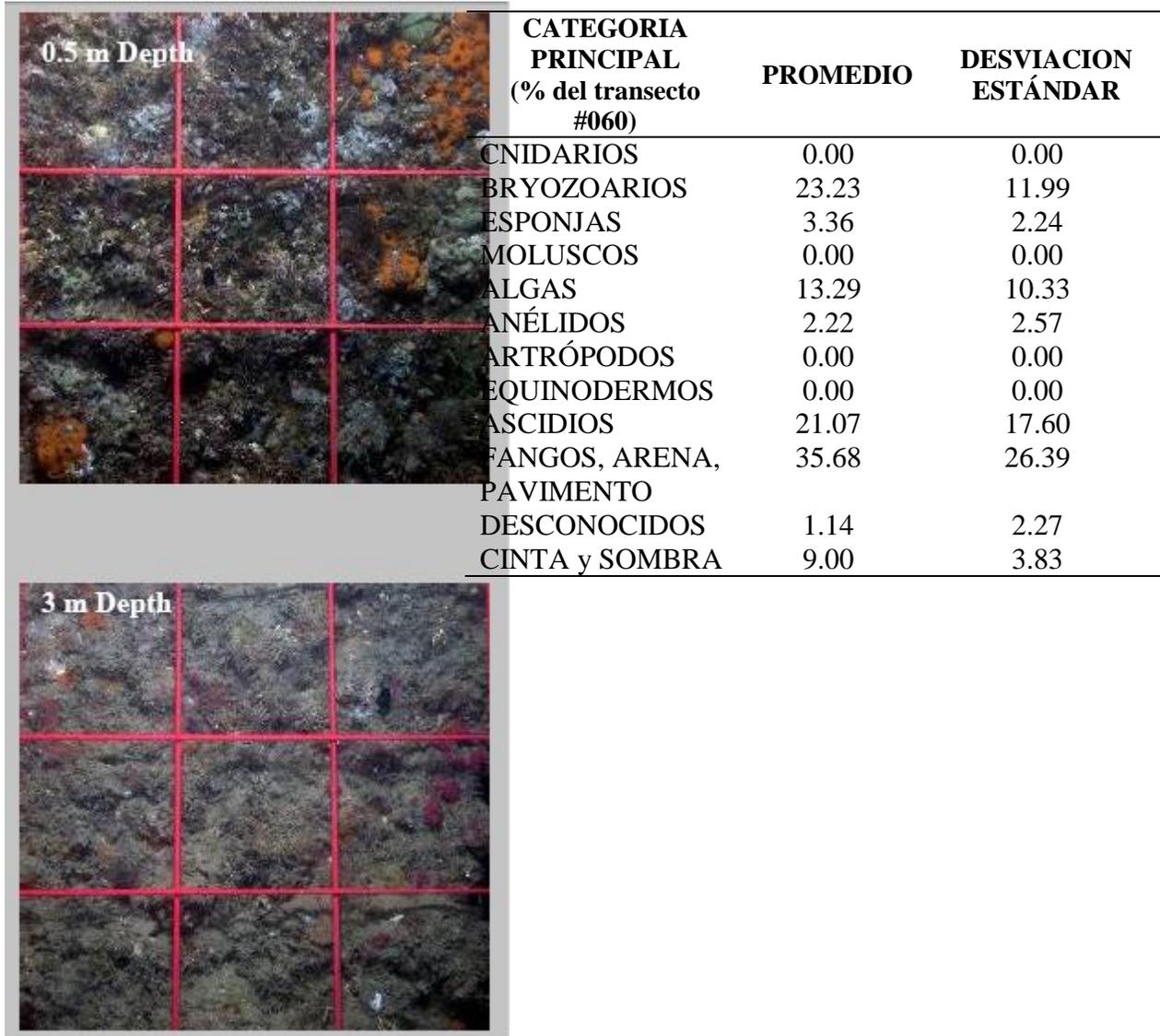


Figura 26. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo C-060 en la Zona C.

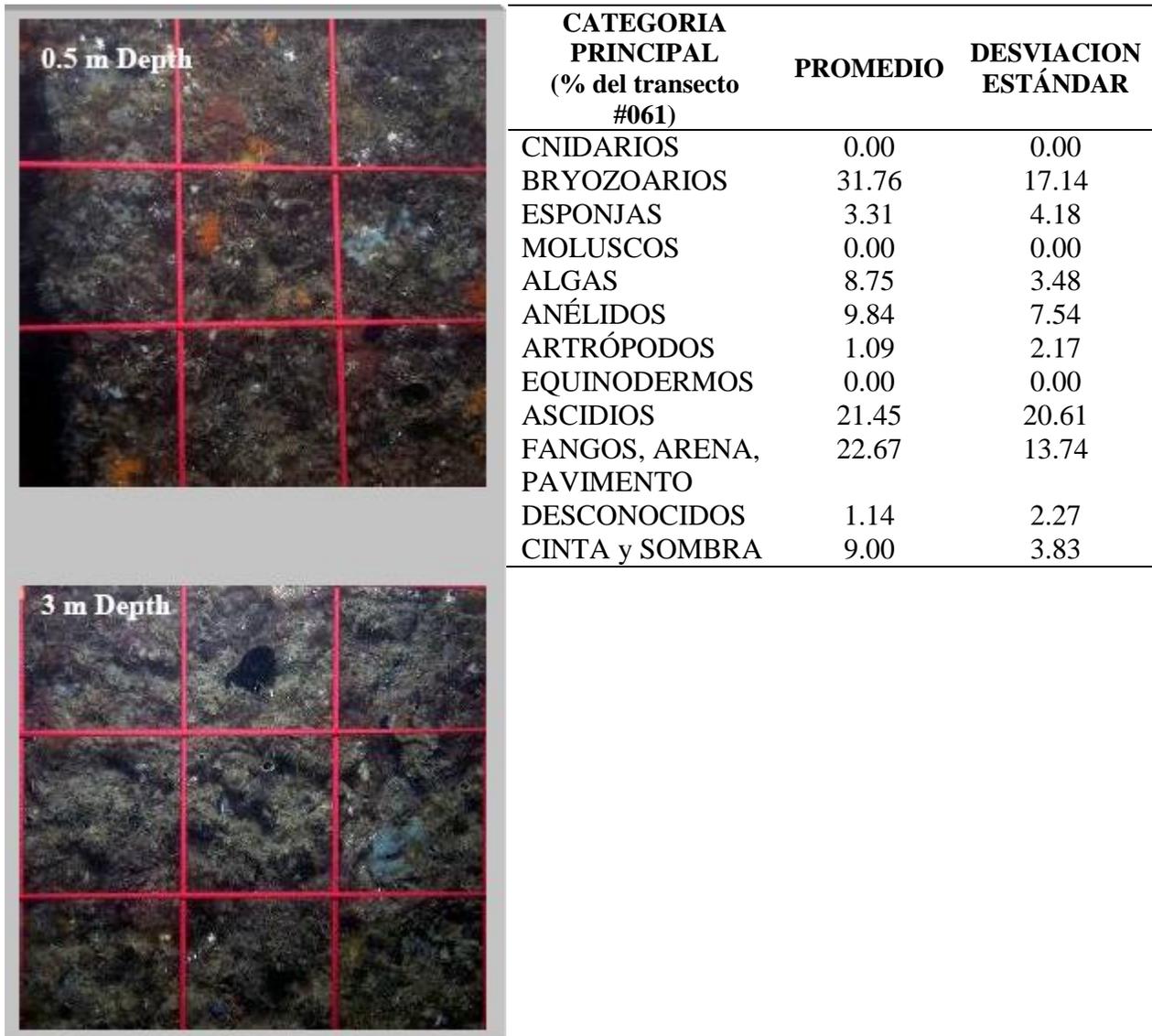
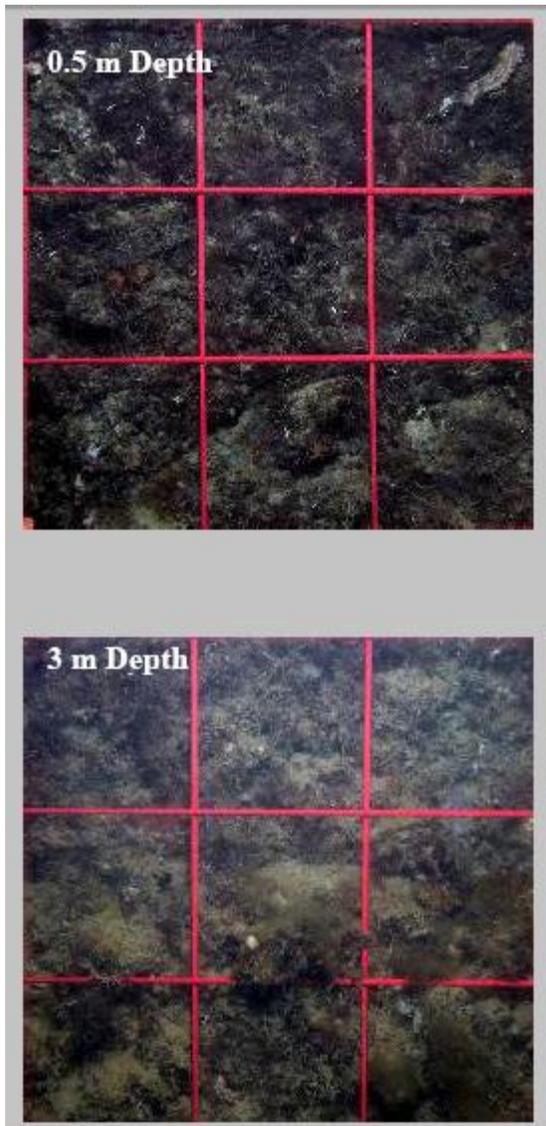


Figura 27. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo C-061 en la Zona C.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #064)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	1.19	2.38
BRYOZOARIOS	29.76	16.03
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	26.04	14.96
ANÉLIDOS	1.19	2.38
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	3.47	4.53
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	35.97	24.77
DESCONOCIDOS	2.38	4.76
CINTA y SOMBRA	10.00	4.00

Figura 28. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo C-064 en la Zona C.

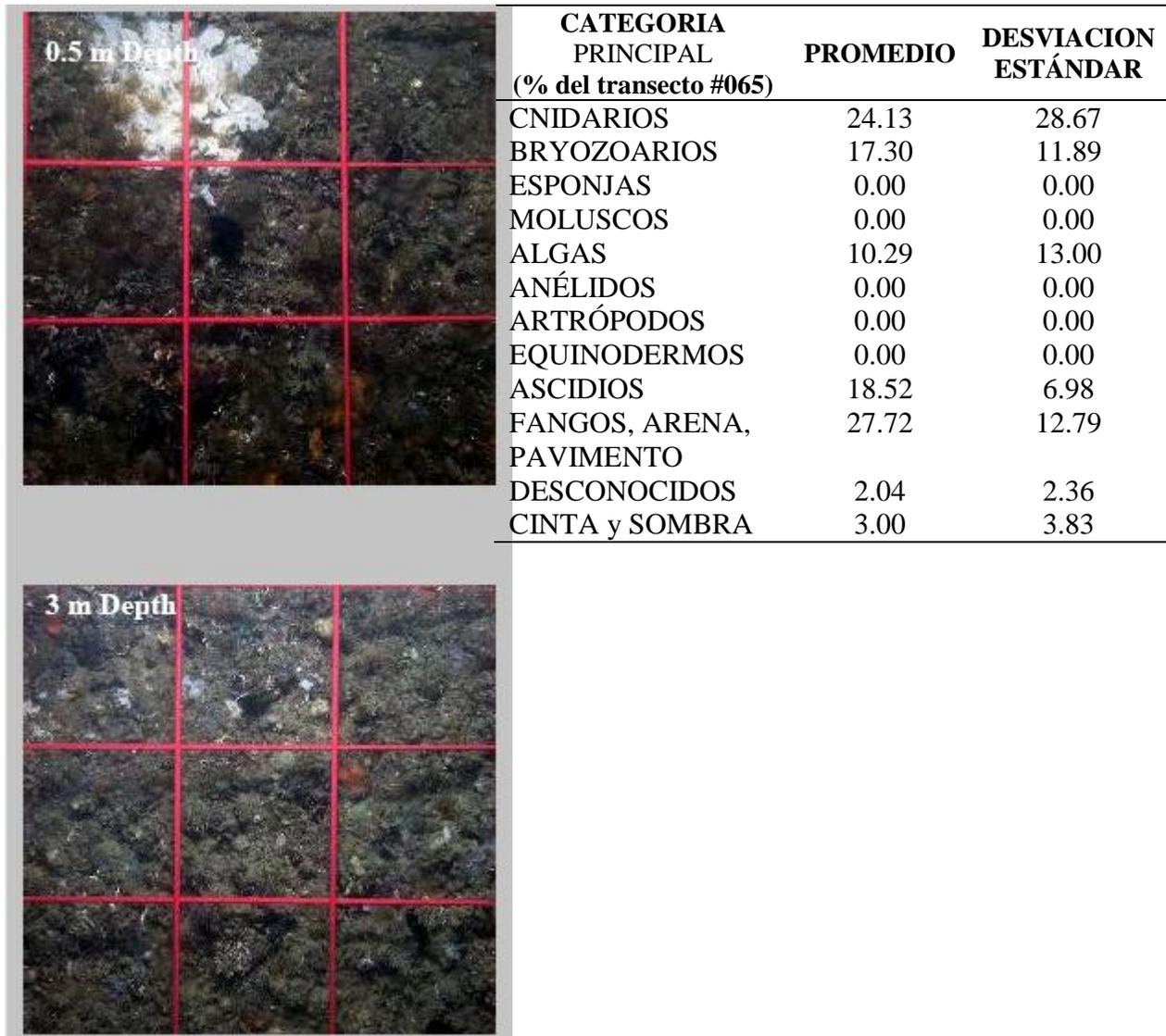


Figura 29. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo C-065 en la Zona C.

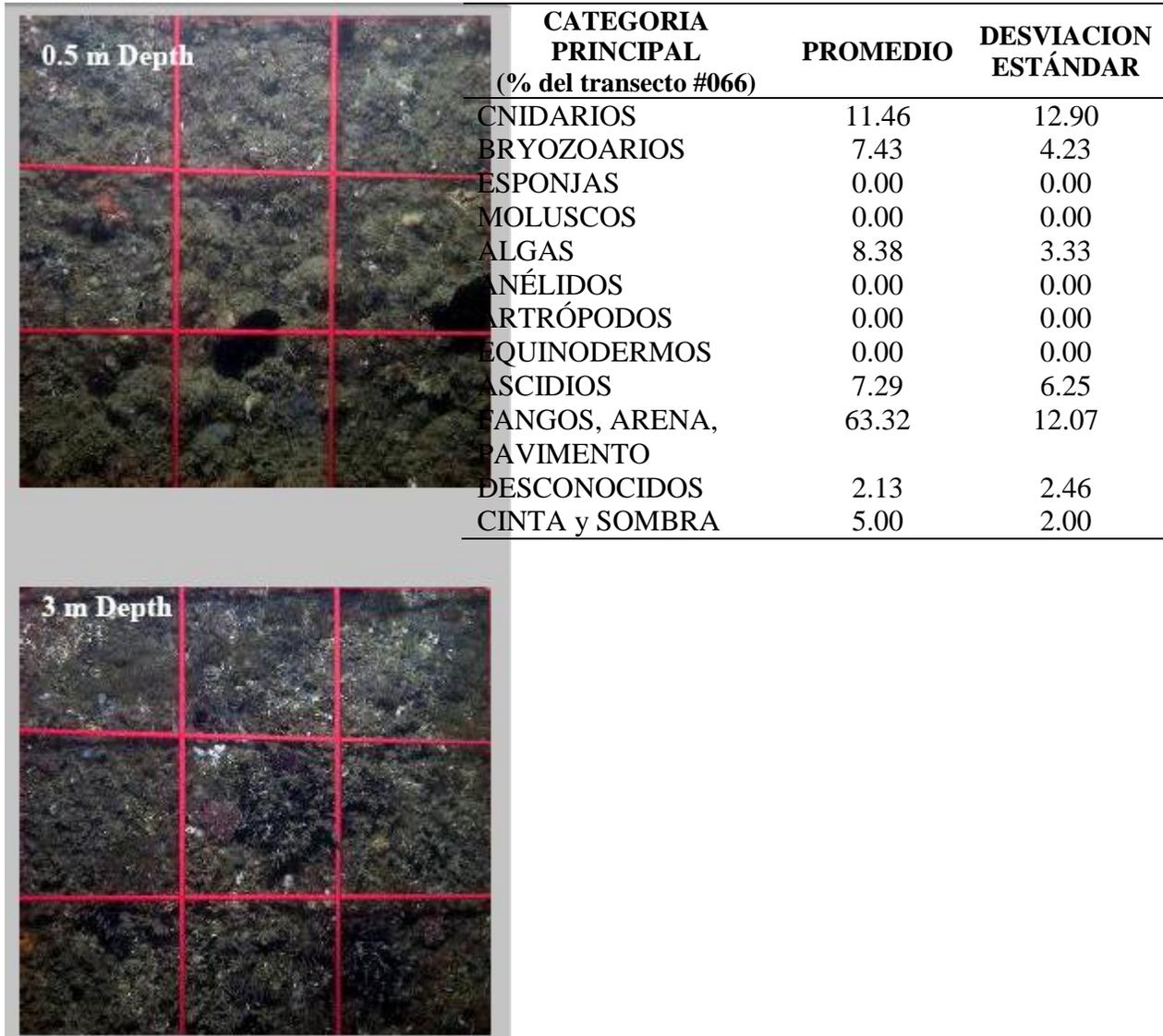


Figura 30. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo C-066 en la Zona C.

5. Estudio de pilotes en la Zona D

Tabla 6. Porcentaje de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona D.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	D-068	D-69	D-070	D-071	PROMEDIO GENERAL	DESVIACIÓN ESTANDAR
CNIDARIOS						
Anémonas	7.56	1.04	0.00	7.56	4.04	4.09
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS						
Bryozoarios de abanico	8.70	0.00	4.17	3.31	4.04	3.58
Otros bryozoarios	3.13	5.17	0.00	8.33	4.16	3.50
Bryozoarios en algas	24.41	29.04	18.75	15.56	21.94	5.98
ESPONJAS						
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Espanja	1.09	1.04	0.00	1.09	0.80	0.54
MOLUSCOS						
Bivalvos	0.00	2.08	0.00	0.00	0.52	1.04
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS						
Algas calcáreas	1.09	0.00	2.08	1.00	1.04	0.85
Algas carnosas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Schizothrix</i>	7.38	4.08	16.12	10.95	9.64	5.16
Algas filamentosas	1.09	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54
ANÉLIDOS						
Gusano de abanico	4.30	1.00	2.08	2.08	2.37	1.39
Gusano de fuego	0.00	0.00	2.08	2.08	1.04	1.20
ARTRÓPODOS						
Ballocas	2.17	0.00	0.00	0.00	0.54	1.09
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS						
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASCIDIOS						
Ascidios coloniales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios compuestos	7.52	8.21	4.17	8.53	7.10	2.00
Ascidios simples	3.17	3.04	1.04	0.00	1.81	1.55
FANGOS ARENA PAVIMENTO						
Fango	26.31	43.21	49.50	39.49	39.63	9.79
DESCONOCIDOS						
Desconocido	2.08	2.08	0.00	0.00	1.04	1.20
SOMBRA y CINTA						
Sombra	4.30	3.13	1.04	0.00	2.12	1.95
Cinta	2.13	0.00	4.26	6.62	3.25	2.84
DIVERSIDAD						
Shannon-Weaver Index	1.47	1.18	1.00	1.23	1.22	0.19

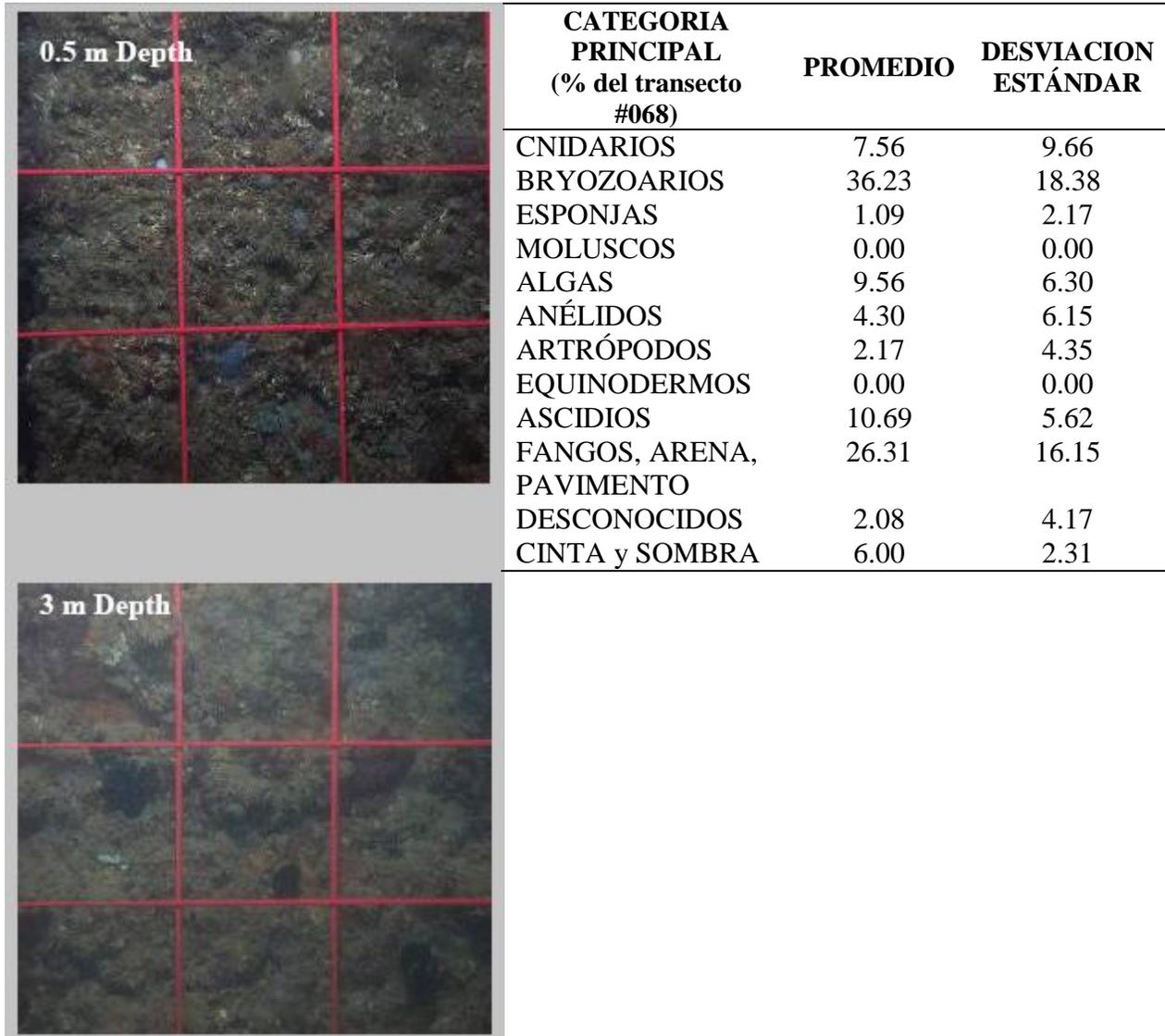


Figura 31. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo D-068 en Zona D.

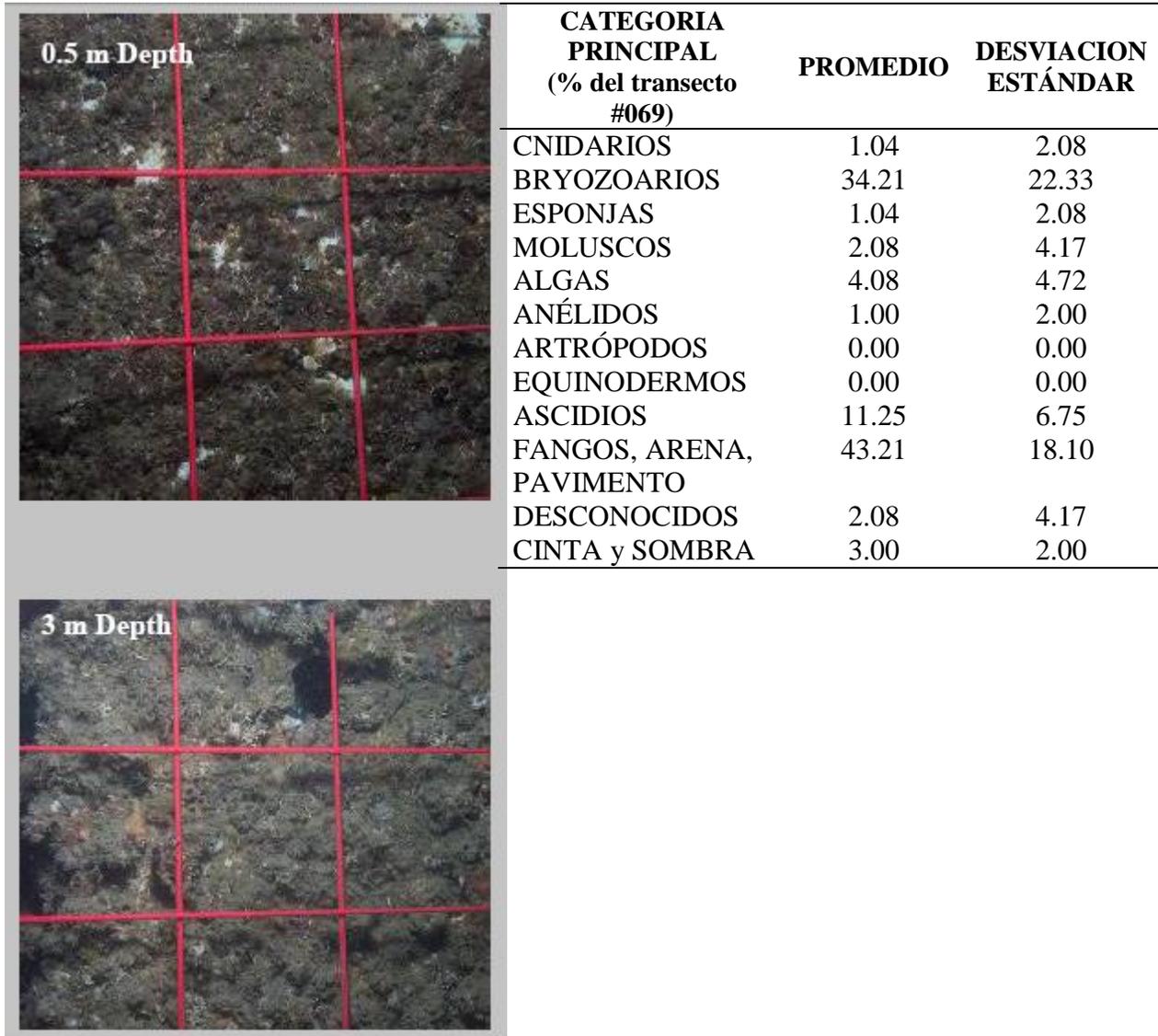


Figura 32. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo D-069 en la Zona D.

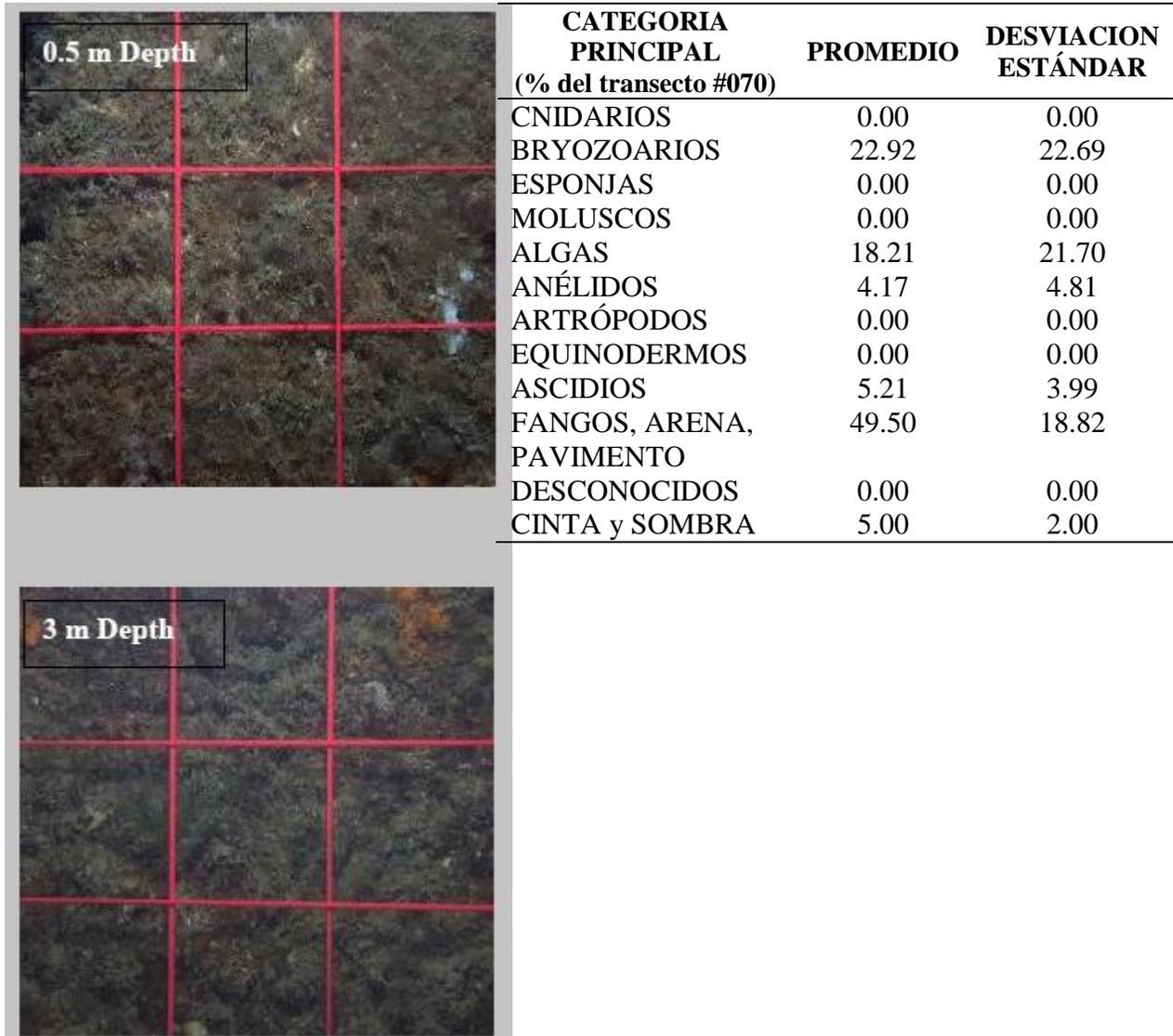


Figura 33. Ejemplo de dos fotocuartantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo D-070 en la Zona D.

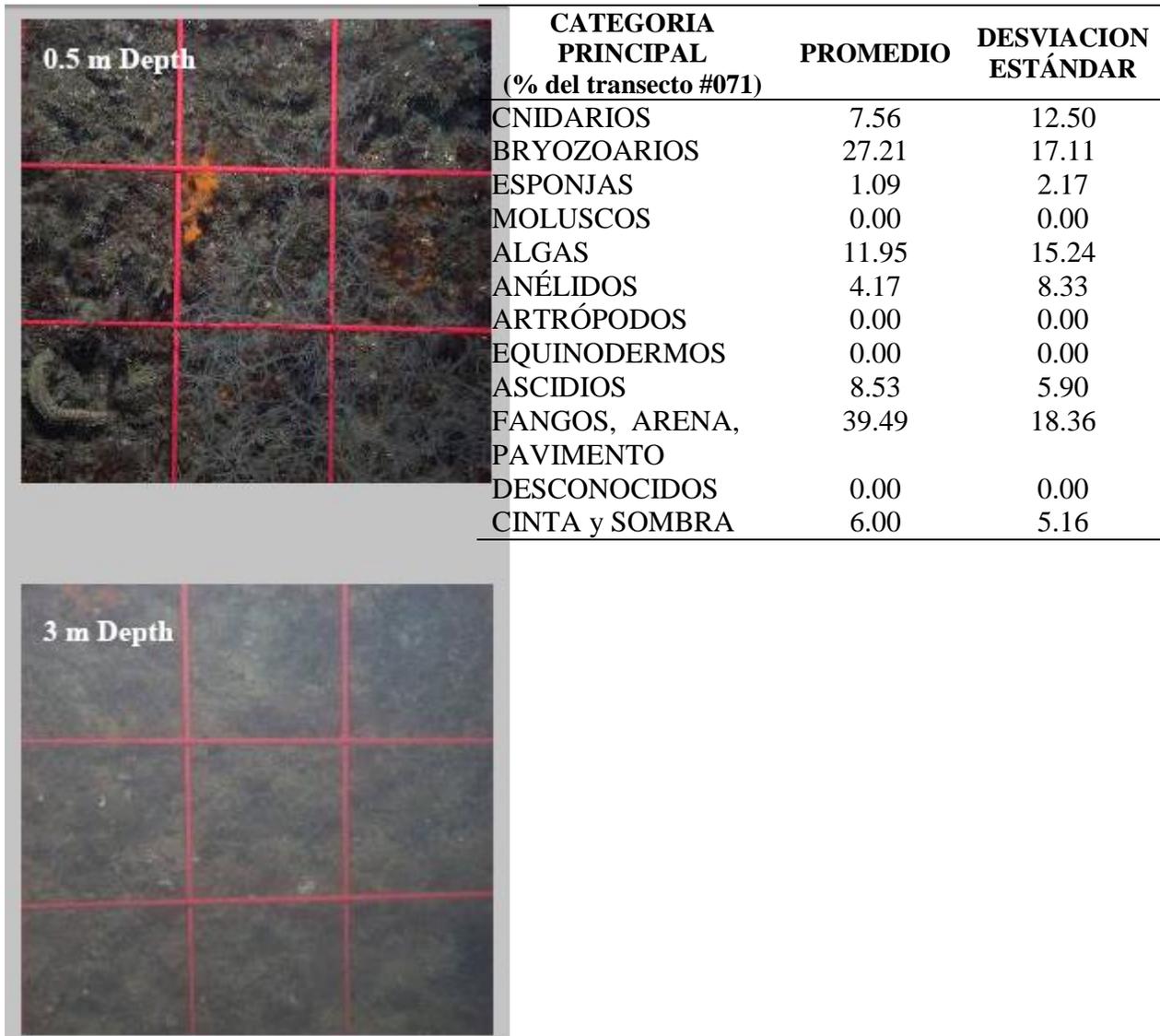


Figura 34. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo D-071 en la Zona D.

6. Estudio de Pilotes en la Zona E

Tabla 7. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona E.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	E-055	E-056	E-058	E-072	E-073	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS							
Anémonas	7.00	8.00	19.52	0.00	3.00	7.50	7.44
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	1.00	1.09	1.00	15.76	8.00	5.37	6.55
BRYOZOARIOS							
Bryozoarios de abanico	0.00	2.22	7.35	0.00	3.00	2.51	3.01
Otros bryozoarios	4.00	2.22	0.00	0.00	4.00	2.04	2.00
Bryozoarios en algas	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.89
ESPONJAS							
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Esponja	12.00	14.27	6.26	0.00	4.00	7.31	5.83
MOLUSCOS							
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS							
Algas calcáreas	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.89
Algas carnosas	6.00	7.26	2.00	0.00	0.00	3.05	3.40
<i>Schizothrix</i>	7.00	10.45	12.35	0.00	0.00	5.96	5.77
Algas filamentosas	9.00	5.58	10.52	0.00	4.00	5.82	4.17
ANÉLIDOS							
Gusano de abanico	4.00	2.27	0.00	0.00	2.00	1.65	1.69
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.20	0.45
ARTRÓPODOS							
Ballocas	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.80	0.84
Cangrejos & Camarones	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.45
EQUINODERMOS							
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.60	0.89
ASCIDIOS							
Ascidios coloniales	19.00	9.00	11.00	0.00	22.00	12.20	8.70
Ascidios compuestos	14.00	17.35	28.00	0.00	26.00	17.07	11.18
Ascidios simples	1.00	2.22	0.00	0.00	4.00	1.44	1.70
FANGOS ARENA PAVIMENTO							
Fango	9.00	11.92	0.00	0.00	17.00	7.58	7.49
DESCONOCIDOS							
Desconocido	1.00	2.14	0.00	0.00	0.00	0.63	0.95
SOMBRA y CINTA							
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD							
Shannon-Weaver Index	1.54	1.50	1.20	1.09	1.29	1.32	0.19

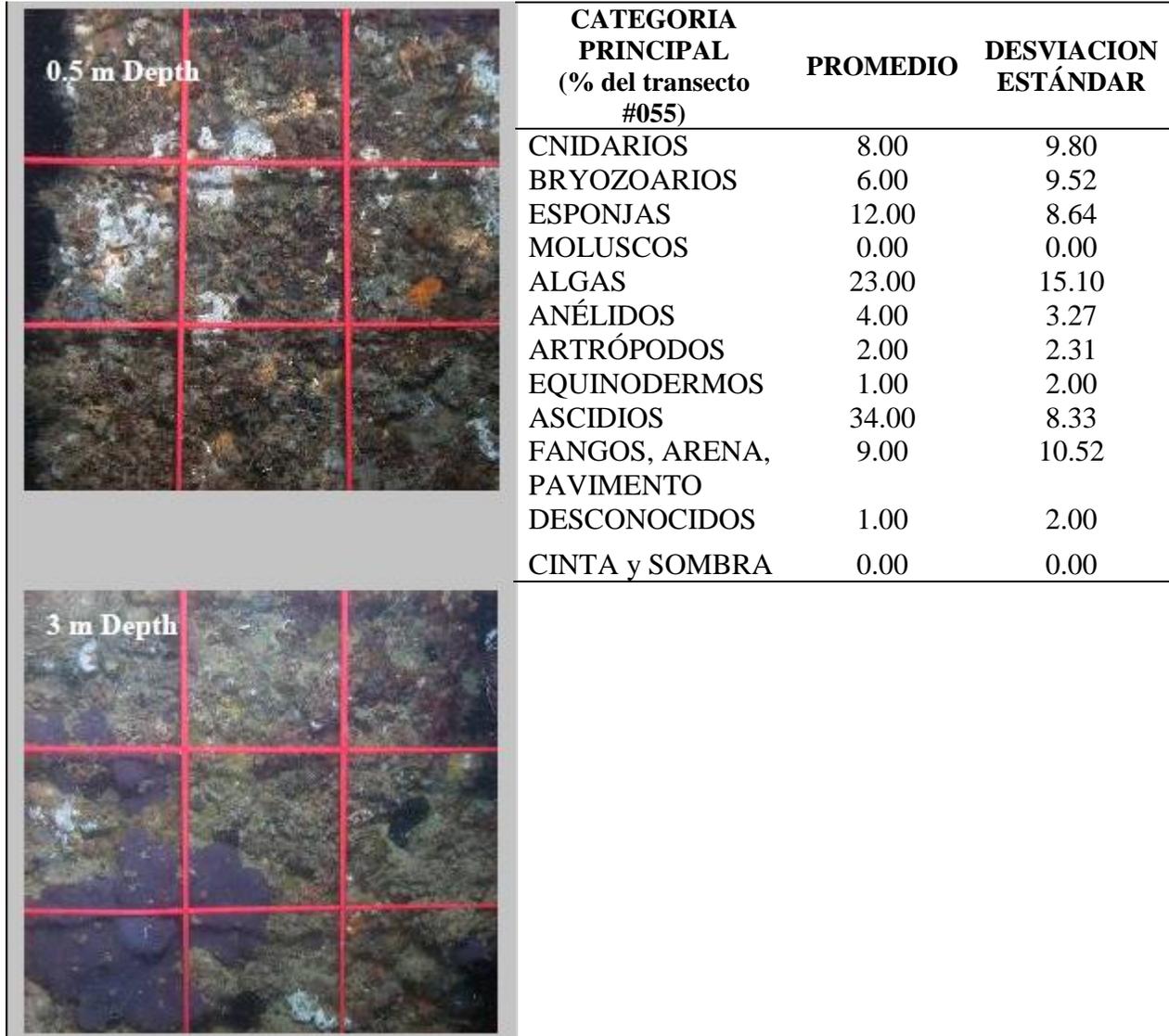
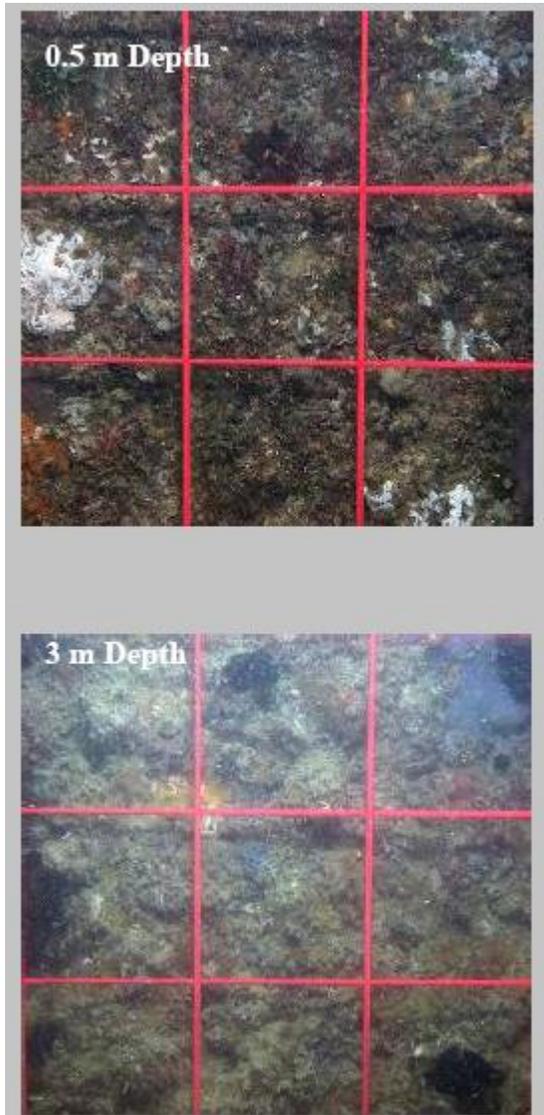


Figura 35. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo E-055 en la Zona E.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #056)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	9.09	12.76
BRYOZOARIOS	5.45	4.30
ESPONJAS	14.27	12.27
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	25.29	10.40
ANÉLIDOS	2.27	4.55
ARTRÓPODOS	1.00	2.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	28.58	11.63
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	11.92	18.25
DESCONOCIDOS	2.14	2.48
CINTA y SOMBRA	0.00	0.00

Figura 36. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo E-056 en la Zona E.

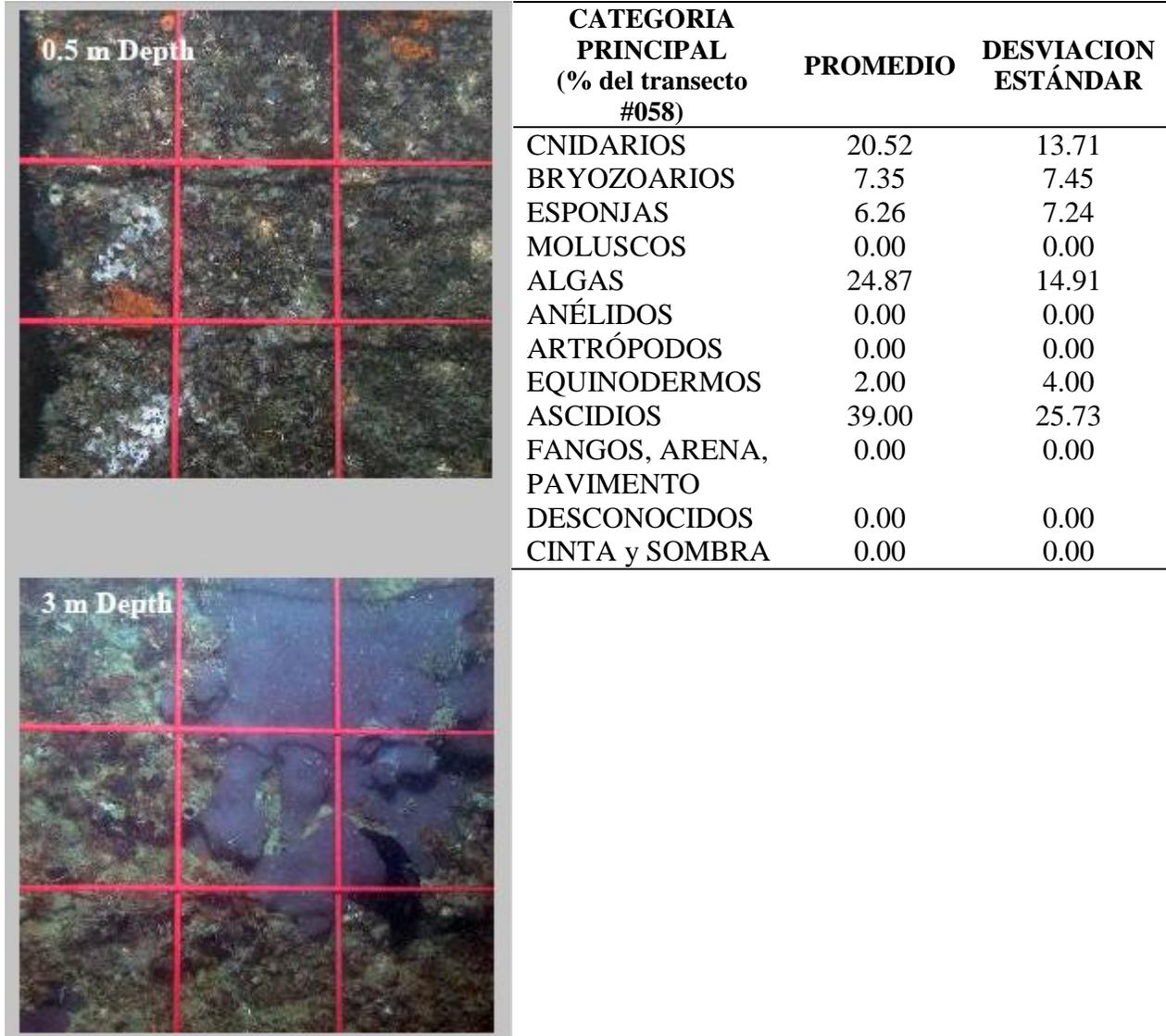


Figura 37. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo E-058 en la Zona E.

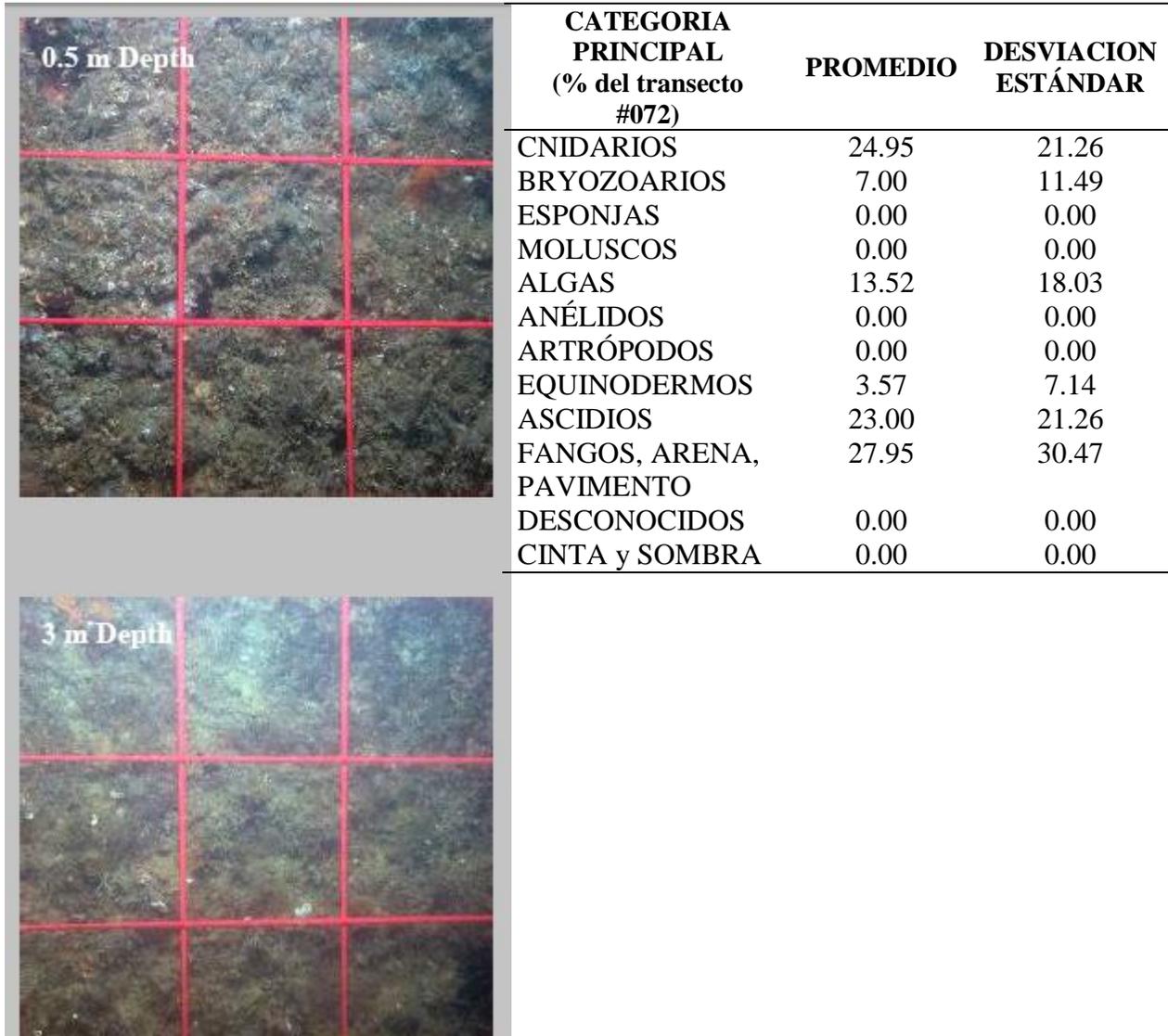
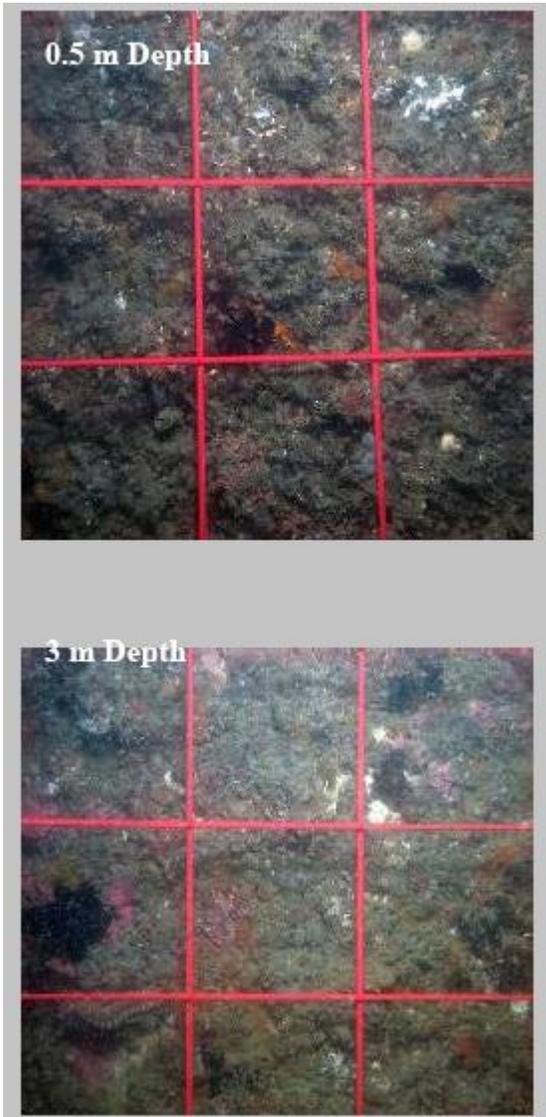


Figura 38. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo E-072 en la Zona E.



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #073)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	11.00	8.87
BRYOZOARIOS	7.00	3.83
ESPONJAS	4.00	5.66
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	4.00	4.62
ANÉLIDOS	3.00	3.83
ARTRÓPODOS	2.00	4.00
EQUINODERMOS	0.00	0.00
ASCIDIOS	52.00	6.53
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	17.00	14.00
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	0.00	0.00

Figura 39. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo E-073 en la Zona E.

7. Estudio de Pilotes en la Zona F

Table 8. Porcentaje de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona F.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	F-074a	F-074b	F-074c	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
CNIDARIOS					
Anémonas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS					
Bryozoarios de abanico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros bryozoarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bryozoarios en algas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPONJAS					
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Esponja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLUSCOS					
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS					
Algas calcáreas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Algas carnosas	11.11	20.00	0.00	15.56	6.29
<i>Schizothrix</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Algas filamentosas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ANÉLIDOS					
Gusano de abanico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ARTRÓPODOS					
Ballocas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cangrejos y Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS					
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASCIDIOS					
Ascidios coloniales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios compuestos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios simples	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO					
Fango	88.89	80.00	100.00	84.44	6.29
DESCONOCIDOS					
Desconocido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SOMBRA y CINTA					
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD					
Shannon-Weaver Index	0.35	0.50	0.00	0.28	0.26

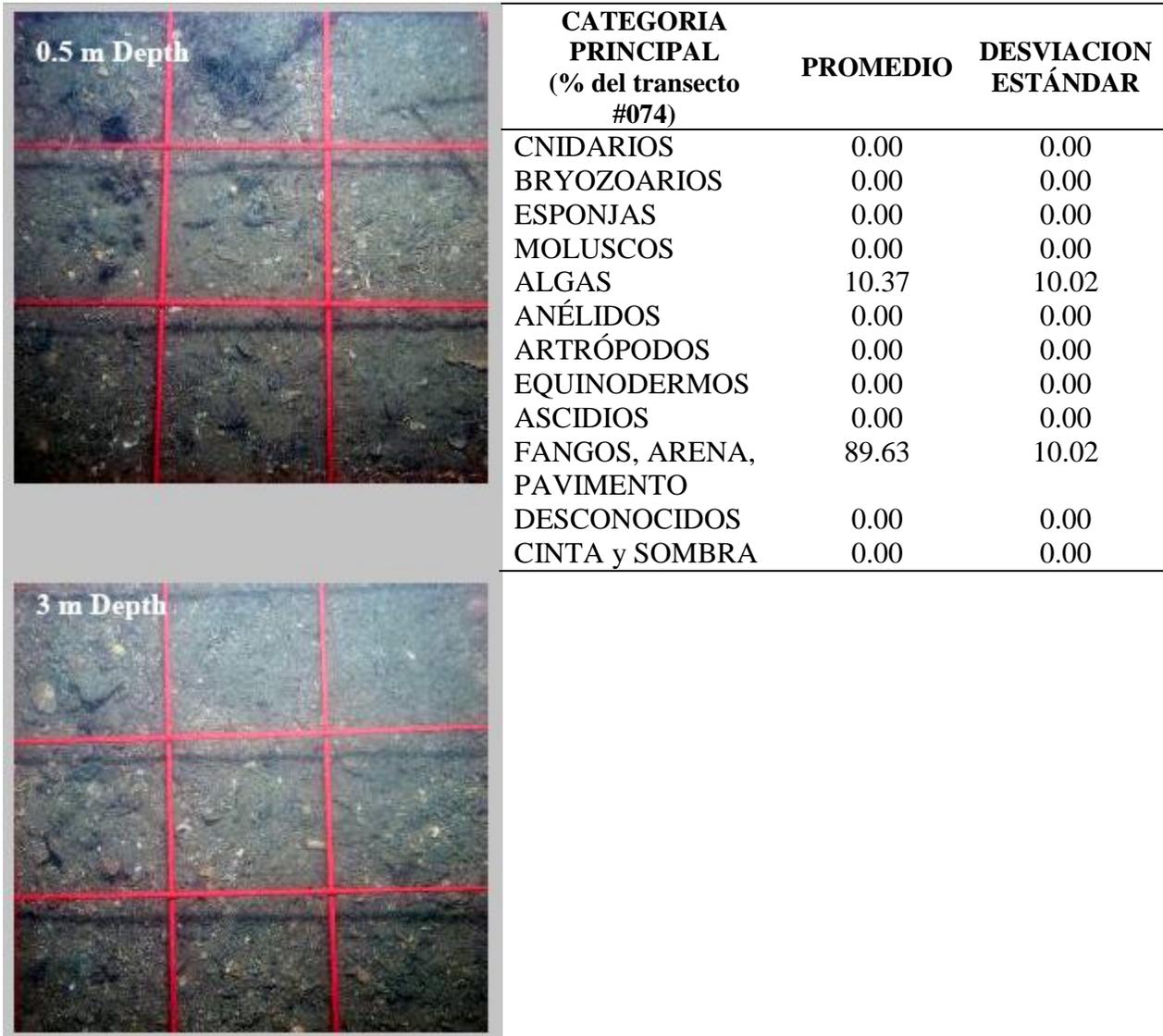
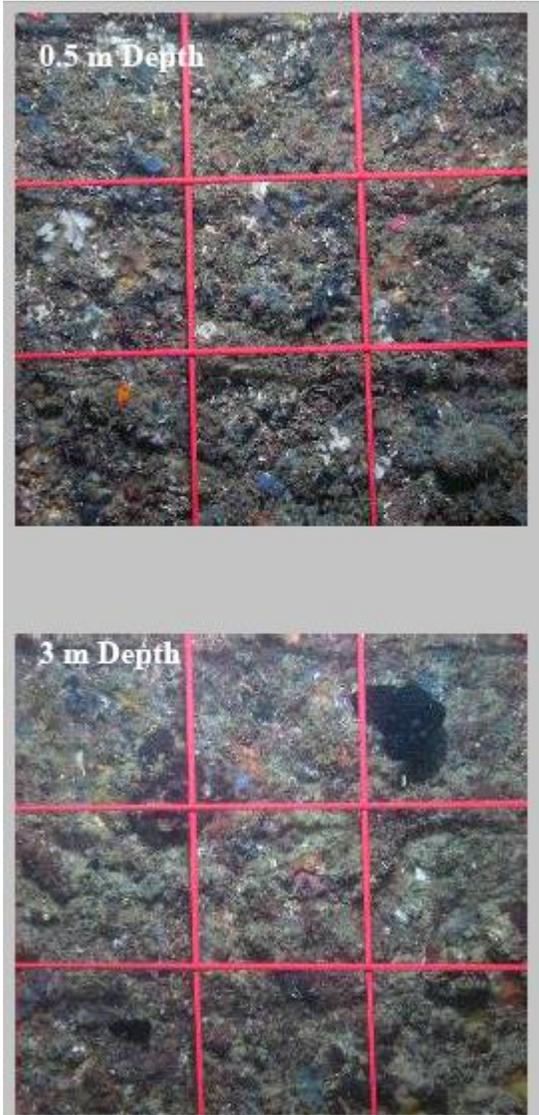


Figura 40. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo F-074 en la Zona F.

8. Estudio de Pilotes en la Zona G

Tabla 9. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona G.

SUBCATEGORIAS (%del transecto)	G-075	G-078	G-080	G-083	G-086	G-087	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS								
Anémonas	6.40	20.00	14.38	0.00	8.00	15.00	10.63	7.19
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.33	0.82
BRYOZOARIOS								
Bryozoarios de abanico	0.00	9.00	4.04	1.00	1.04	0.00	2.51	3.51
Otros bryozoarios	3.41	3.00	0.00	2.00	1.00	3.00	2.07	1.34
Bryozoarios en algas	0.00	0.00	0.00	2.00	4.35	0.00	1.06	1.80
ESPONJAS								
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E esponja	8.35	2.00	7.35	12.00	0.00	0.00	4.95	4.99
MOLUSCOS								
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS								
Algas calcáreas	0.80	3.00	0.00	0.00	12.77	6.00	3.76	4.98
Algas carnosas	0.00	0.00	0.00	0.00	16.65	28.00	7.44	12.07
<i>Schizothrix</i>	5.22	2.00	2.00	4.00	4.17	11.00	4.73	3.33
Algas filamentosas	5.60	13.00	11.56	13.00	11.17	12.00	11.05	2.77
ANÉLIDOS								
Gusano de abanico	0.00	6.00	1.00	21.00	24.65	4.00	9.44	10.65
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.18	0.44
ARTRÓPODOS								
Ballocas	2.47	0.00	0.00	3.00	5.00	0.00	1.74	2.09
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS								
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	1.60	4.00	5.00	0.00	0.00	1.00	1.93	2.10
ASCIDIOS								
Ascidios coloniales	2.40	2.00	3.00	1.00	1.00	5.00	2.40	1.50
Ascidios compuestos	21.01	26.00	43.50	28.00	6.00	9.00	22.25	13.71
Ascidios simples	1.67	7.00	3.00	8.00	0.00	0.00	3.28	3.47
FANGOS ARENA								
PAVIMENTO								
Fango	41.08	3.00	5.17	1.00	3.13	6.00	9.90	15.38
DESCONOCIDOS								
Desconocido	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.33	0.82
SOMBRA y CINTA								
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD								
Shannon-Weaver Index	0.99	1.29	1.21	1.33	1.18	1.01	1.17	0.14



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #075)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	6.40	12.20
BRYOZOARIOS	3.41	5.66
ESPONJAS	8.35	9.95
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	11.62	12.39
ANÉLIDOS	0.00	0.00
ARTRÓPODOS	2.47	2.26
EQUINODERMOS	1.60	3.58
ASCIDIOS	25.08	30.16
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	41.08	43.94
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	0.00	0.00

Figura 41. Ejemplo de dos fotocadranes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-075 en la Zona G.

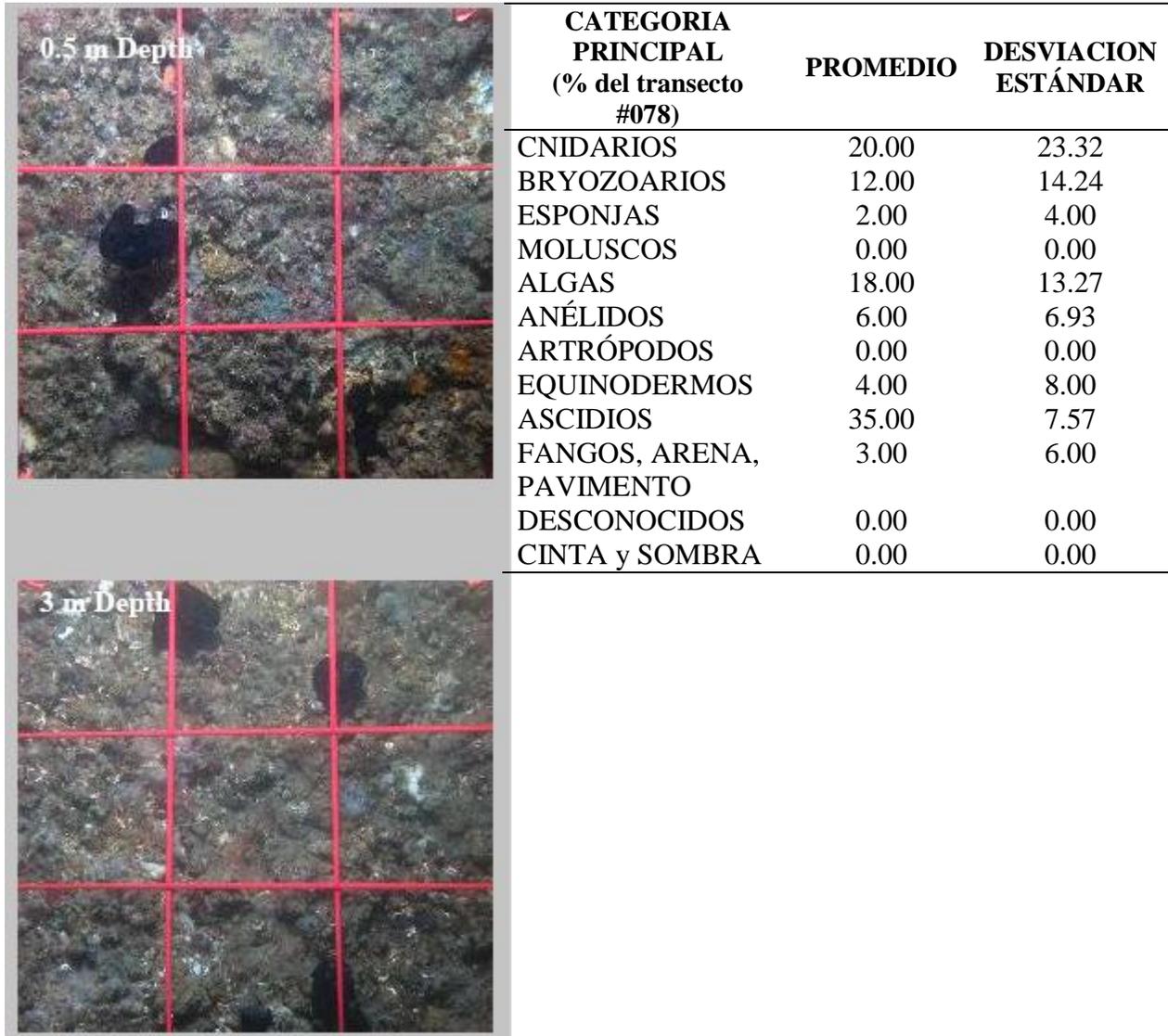


Figura 42. Ejemplo de dos fotocadranes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-078 en la Zona G.

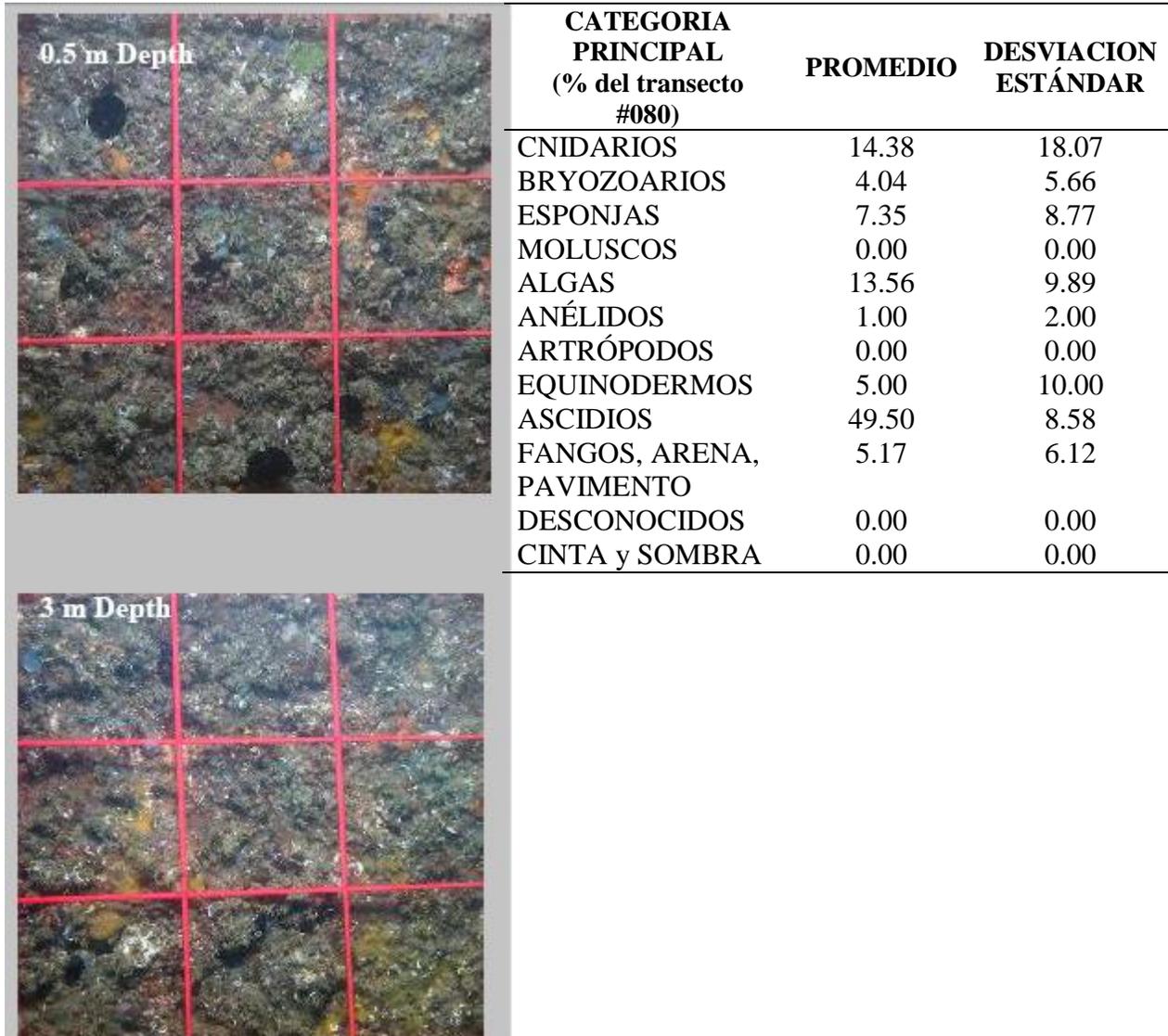


Figura 43. Ejemplo de dos fotocuartantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-080 en la Zona G.

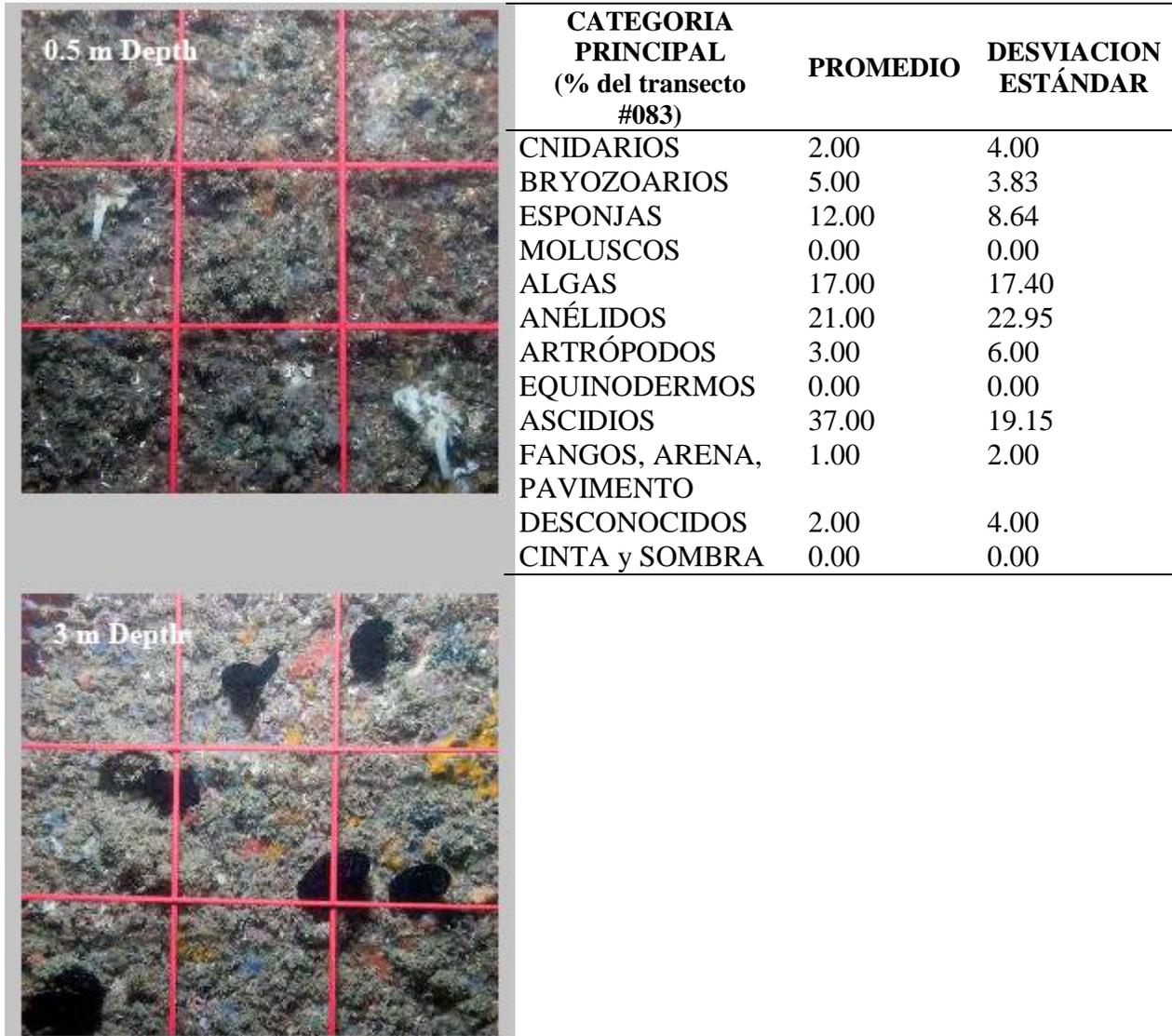


Figura 44. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-083 en la Zona G.

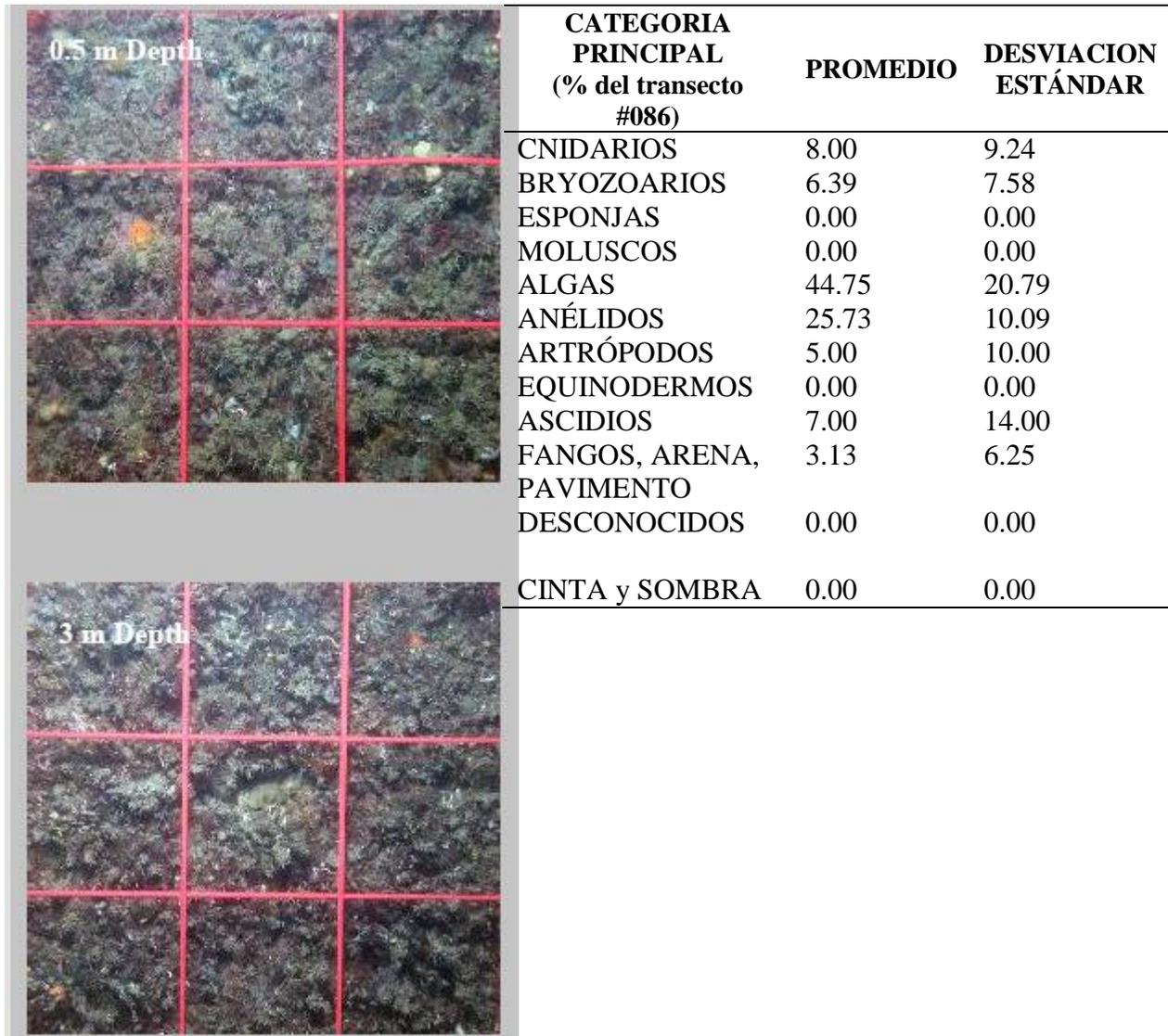


Figura 45. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-086 en la Zona G.

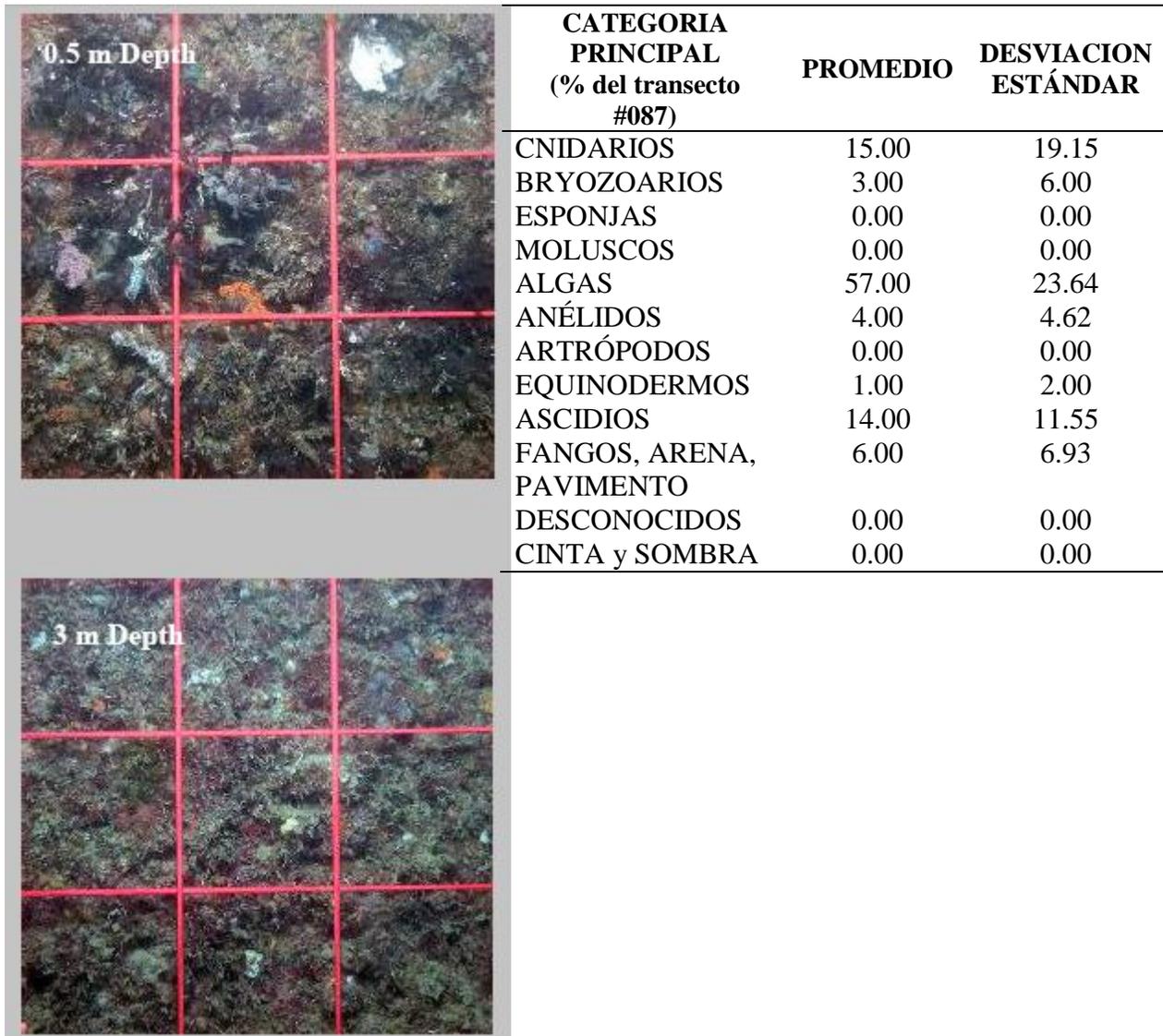


Figura 46. Ejemplo de dos fotocuantros de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo G-087 en la Zona G.

9. Estudios de Pilotes en la Zona H

Table 10. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona H.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	H-088	H-089	H-90	DESVIACIÓN ESTANDAR	PROMEDIO GENERAL
CNIDARIOS					
Anémonas	4.00	14.00	7.41	8.47	5.08
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	6.00	0.00	2.00	3.46
BRYOZOARIOS					
Bryozoarios de abanico	2.40	4.00	1.60	2.67	1.22
Otros bryozoarios	3.20	6.00	2.40	3.87	1.89
Bryozoarios en algas	18.40	2.00	2.61	7.67	9.30
ESPONJAS					
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Esponja	0.00	4.00	2.40	2.13	2.01
MOLUSCOS					
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS					
Algas calcáreas	2.40	8.00	2.47	4.29	3.21
Algas carnosas	29.60	18.00	20.00	22.53	6.20
<i>Schizothrix</i>	10.80	2.00	4.21	5.67	4.58
Algas filamentosas	4.00	4.00	0.80	2.93	1.85
ANÉLIDOS					
Gusano de abanico	0.80	2.00	4.21	2.34	1.73
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.87	0.29	0.50
ARTRÓPODOS					
Ballocas	0.00	0.00	0.87	0.29	0.50
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS					
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	2.40	0.00	4.94	2.45	2.47
ASCIDIOS					
Ascidios coloniales	0.80	0.00	0.00	0.27	0.46
Ascidios compuestos	0.80	6.00	6.47	4.42	3.15
Ascidios simples	0.80	0.00	0.00	0.27	0.46
FANGOS ARENA PAVIMENTO					
Fango	19.60	24.00	37.88	27.16	9.54
DESCONOCIDOS					
Desconocido	0.00	0.00	0.87	0.29	0.50
SOMBRA y CINTA					
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD					
Shannon-Weaver Index	1.03	1.27	1.08	1.13	0.12



CATEGORIA PRINCIPAL (% del transecto #088)	PROMEDIO	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS	4.00	5.66
BRYOZOARIOS	24.00	18.55
ESPONJAS	0.00	0.00
MOLUSCOS	0.00	0.00
ALGAS	46.80	14.39
ANÉLIDOS	0.80	1.79
ARTRÓPODOS	0.00	0.00
EQUINODERMOS	2.40	5.37
ASCIDIOS	2.40	3.58
FANGOS, ARENA, PAVIMENTO	19.60	21.56
DESCONOCIDOS	0.00	0.00
CINTA y SOMBRA	0.00	0.00

Figura 47. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo H-088 en la Zona H.

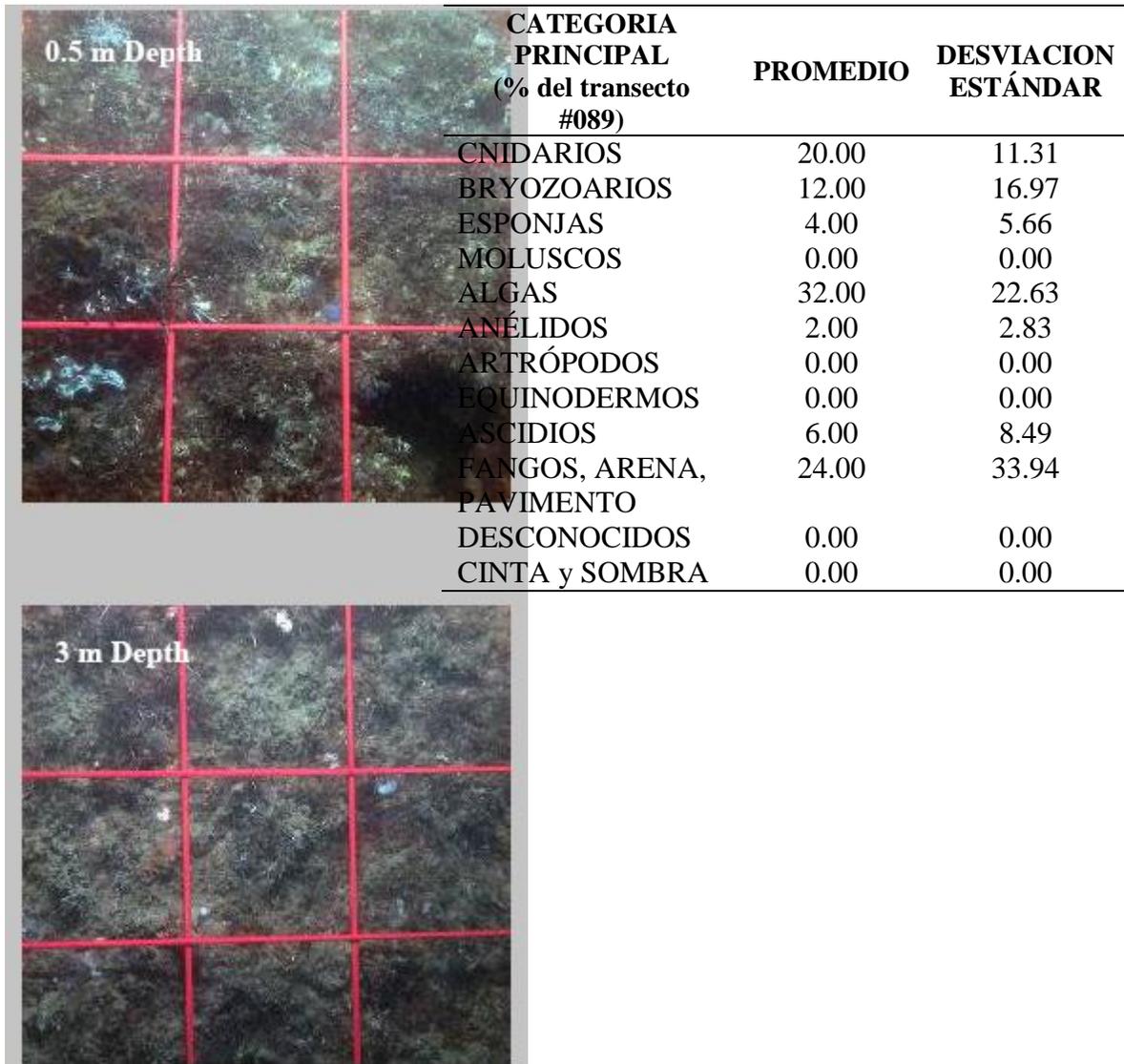


Figura 48. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo H-089 en la Zona H.

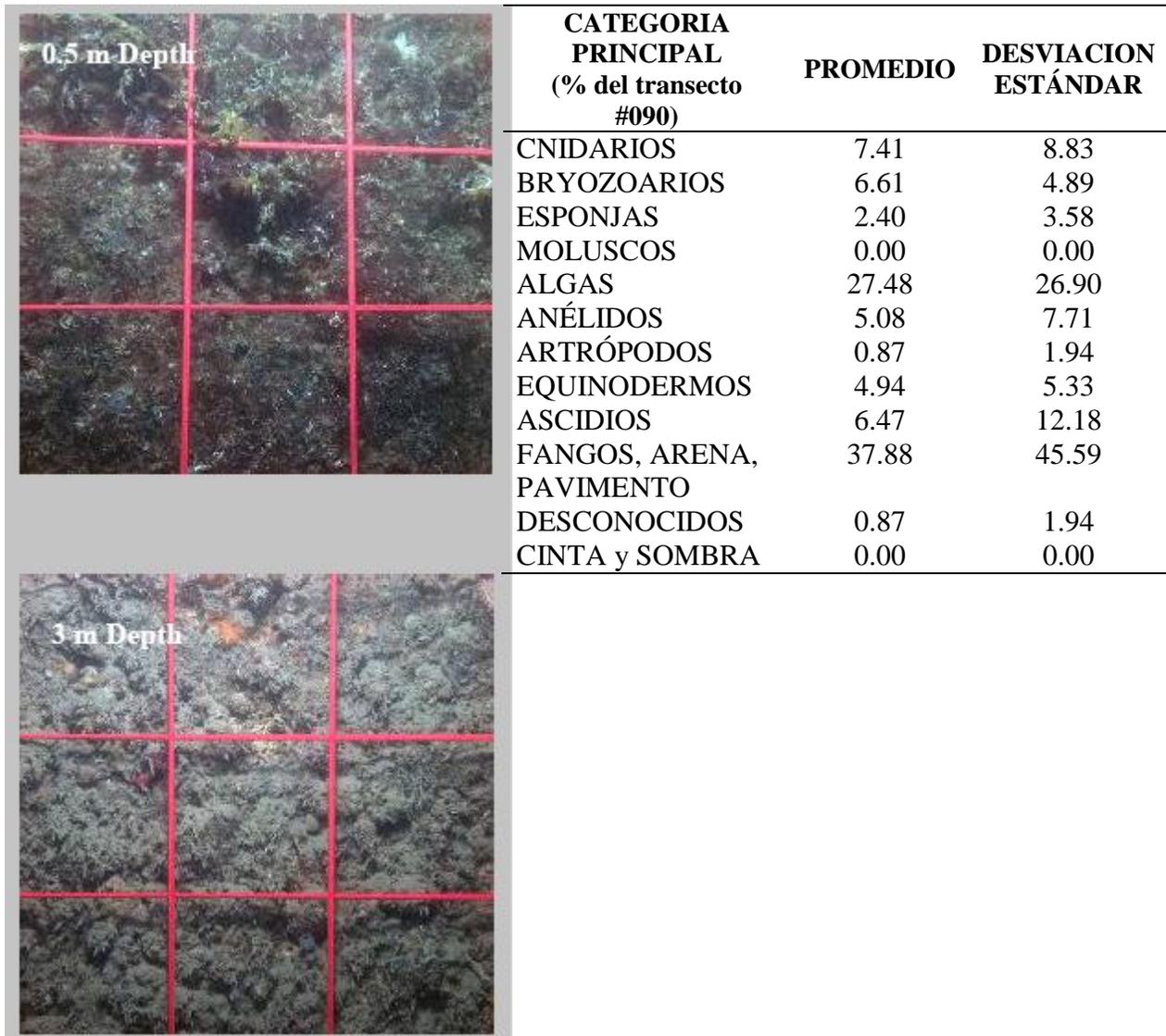


Figura 49. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo H-090 en la Zona H.

10. Estudios de Pilotes en la Zona I

Tabla 11. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona I.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	I-091	I-092	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTANDAR
CNIDARIOS				
Anémonas	20.00	31.67	25.83	8.25
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS				
Bryozoarios de abanico	5.00	0.00	2.50	3.54
Otros bryozoarios	0.00	4.17	2.08	2.95
Bryozoarios en algas	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPONJAS				
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
Esponja	2.00	1.67	1.83	0.24
MOLUSCOS				
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS				
Algas calcareas	11.00	24.89	17.94	9.82
Algas carnosas	3.00	3.33	3.17	0.24
<i>Schizothrix</i>	2.00	0.00	1.00	1.41
Algas filamentosas	6.00	4.00	5.00	1.41
ANÉLIDOS				
Gusano de abanico	2.00	0.00	1.00	1.41
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00
ARTRÓPODOS				
Ballocas	2.00	0.00	1.00	1.41
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS				
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	26.00	3.00	14.50	16.26
ASCIDIOS				
Ascidios coloniales	2.00	1.00	1.50	0.71
Ascidios compuestos	11.00	17.44	14.22	4.56
Ascidios simples	0.00	4.67	2.33	3.30
FANGOS ARENA PAVIMENTO				
Fango	8.00	4.17	6.08	2.71
DESCONOCIDOS				
Desconocido	0.00	0.00	0.00	0.00
SOMBRA y CINTA				
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD				
Shannon-Weaver Index	1.44	1.27	1.35	0.12

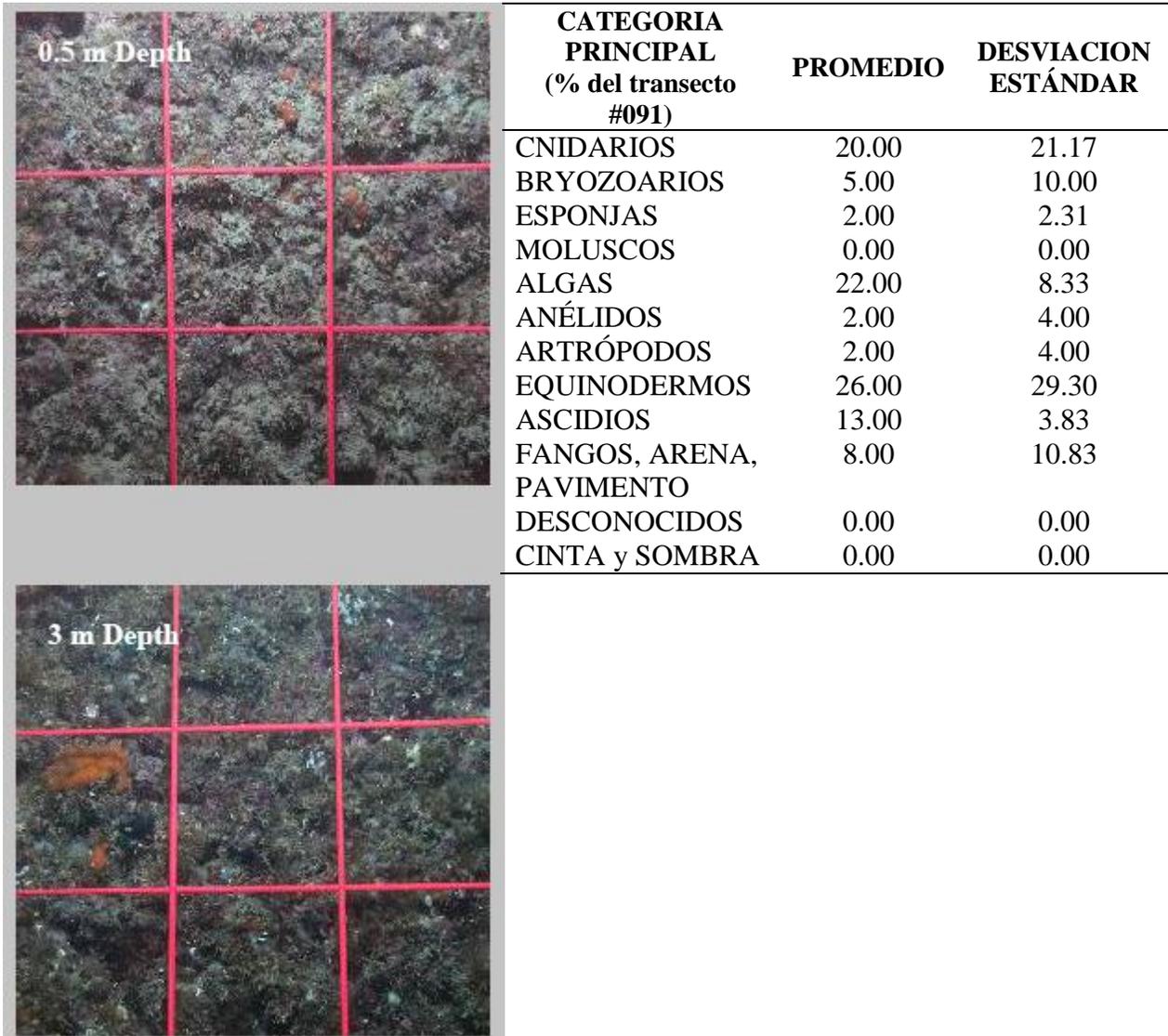


Figura 50. Ejemplo de dos fotocuartantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo I-091 en la Zona I.

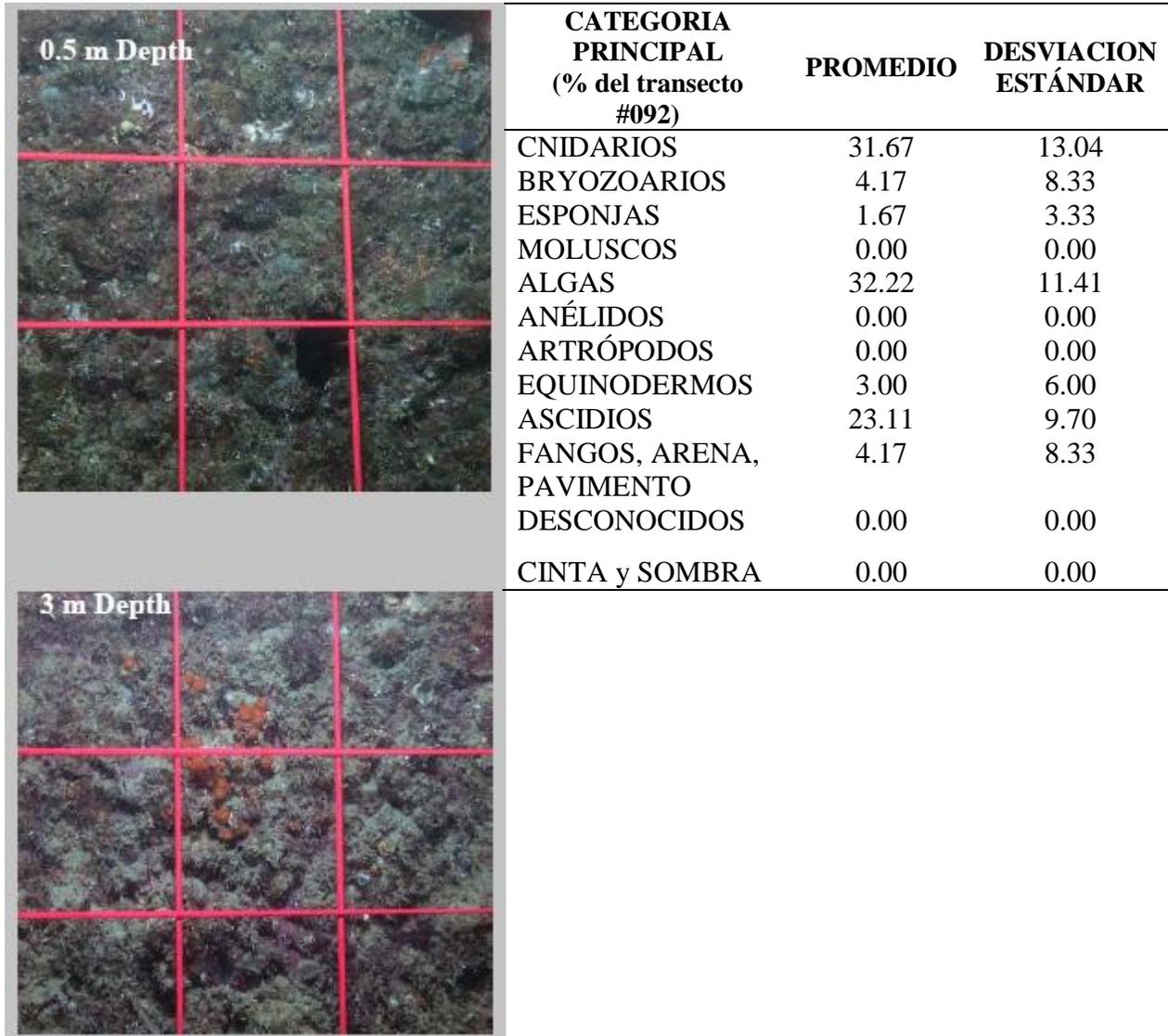


Figura 51. Ejemplo de dos fotocuadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo I-092 en la Zona I.

11. Estudio de Pilotes en la Zona J

Tabla 12. Porciento de cobertura general de organismos en pilotes entre la estación de submuestreo en la Zona J.

SUBCATEGORIAS (% del transecto)	J-093	J-094	PROMEDIO GENERAL	DESVIACION ESTÁNDAR
CNIDARIOS				
Anémonas	0.00	10.00	5.00	7.07
Corales	0.00	0.00	0.00	0.00
Gorgonios	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrocorales	0.00	0.00	0.00	0.00
BRYOZOARIOS				
Bryozoarios de abanico	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros bryozoarios	6.00	2.00	4.00	2.83
Bryozoarios en algas	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPONJAS				
<i>Cliona</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
Esponja	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLUSCOS				
Bivalvos	0.00	0.00	0.00	0.00
Quitones	0.00	0.00	0.00	0.00
ALGAS				
Algas calcáreas	2.00	0.00	1.00	1.41
Algas carnosas	6.00	0.00	3.00	4.24
<i>Schizothrix</i>	27.89	6.00	16.94	15.48
Algas filamentosas	25.00	2.00	13.50	16.26
ANÉLIDOS				
Gusano de abanico	12.00	16.00	14.00	2.83
Gusano de fuego	0.00	0.00	0.00	0.00
ARTRÓPODOS				
Ballocas	0.00	0.00	0.00	0.00
Cangrejos & Camarones	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUINODERMOS				
Estrellas quebradizas	0.00	0.00	0.00	0.00
Crinoideos	6.00	20.00	13.00	9.90
ASCIDIOS				
Ascidios coloniales	0.00	0.00	0.00	0.00
Ascidios compuestos	0.00	14.00	7.00	9.90
Ascidios simples	2.00	0.00	1.00	1.41
FANGOS ARENA PAVIMENTO				
Fango	13.11	30.00	21.56	11.94
DESCONOCIDOS				
Desconocido	0.00	0.00	0.00	0.00
SOMBRA y CINTA				
Sombra	0.00	0.00	0.00	0.00
Cinta	0.00	0.00	0.00	0.00
DIVERSIDAD				
Shannon-Weaver Index	1.00	1.34	1.17	0.24

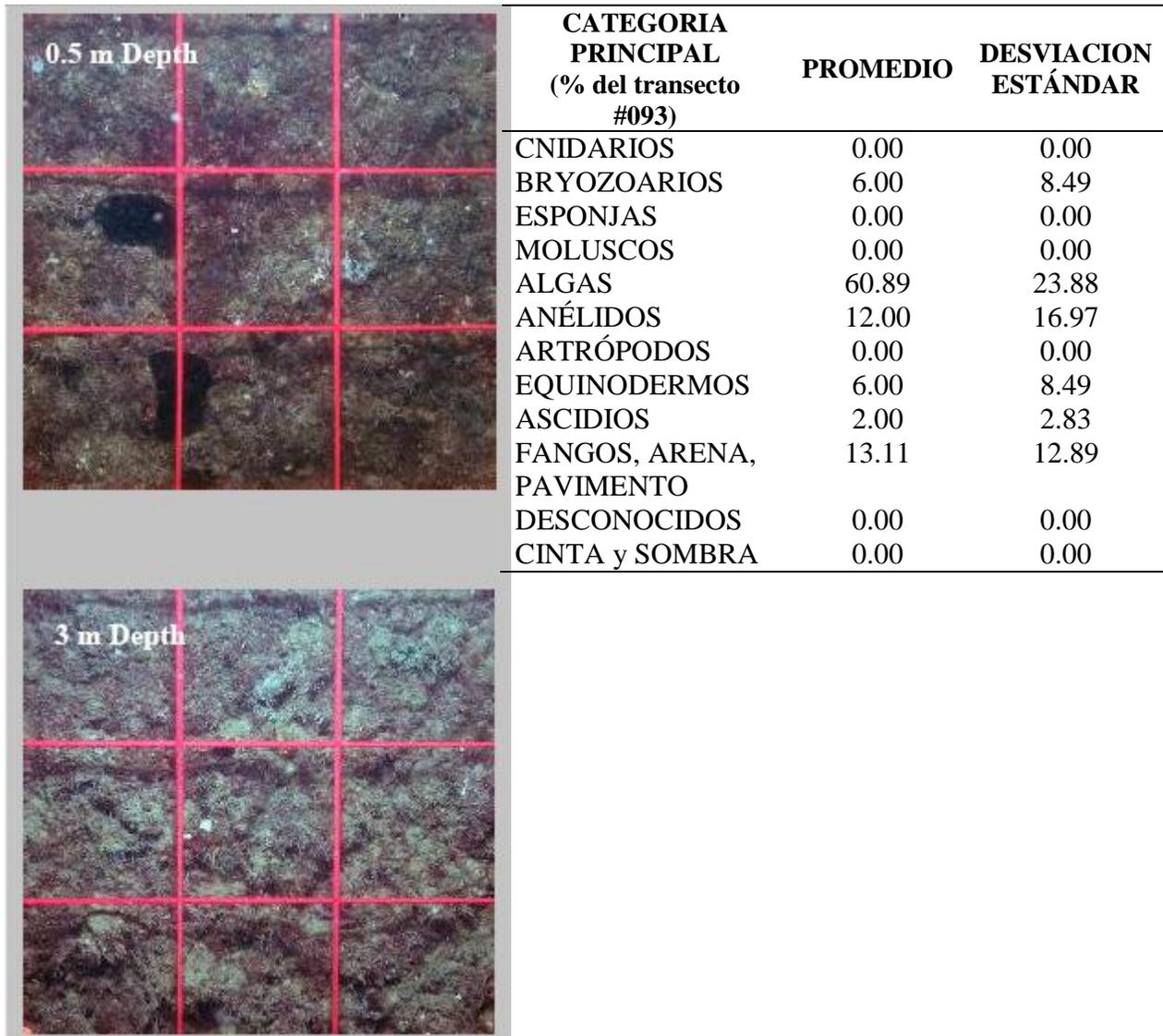


Figura 52. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo J-093 en la Zona J.

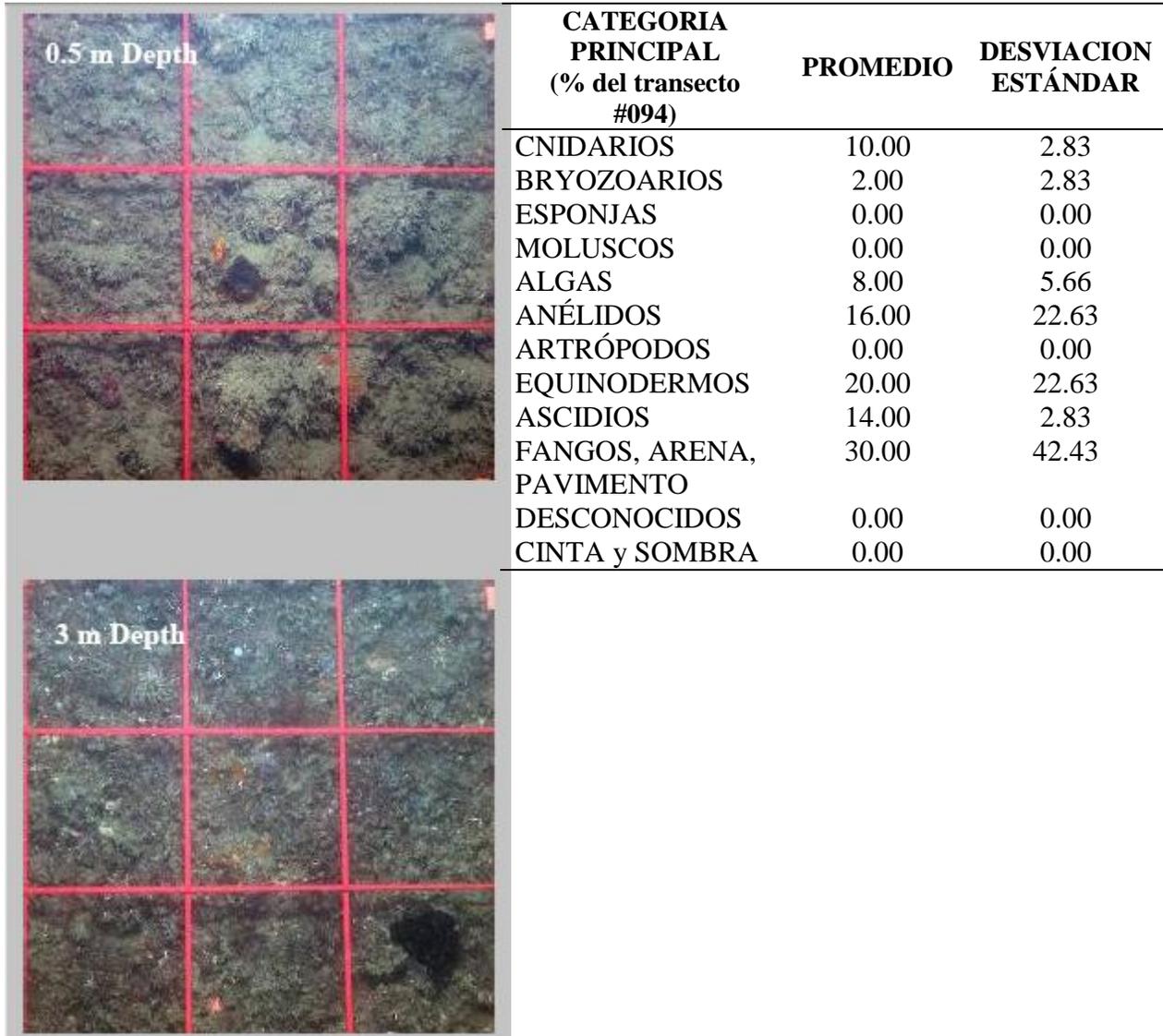


Figura 53. Ejemplo de dos fotocadrantes de un total de 4 y resultados de la estación de muestreo J-094 en la Zona J.

C. ESTUDIOS DE PECES

Un total de 34 transectos para estudiar peces fueron realizados entre diez zonas designadas entre los muelles 6 y 14. La mayor densidad por especies para todos los transectos fluctuó entre 4.3 a 0.1 (# individuos/30m²) (Tabla 13). La composición de peces entre los pilotes (Figura 54) y el malecón en todas las zonas estuvo dominada por especies comunes de arrecifes de coral los cuales generalmente se encuentran en hábitats de fondos duros. Estos peces incluyen a los roncós, cirujanos y pargos. Otros peces predominantes incluyeron peces pelágicos como jureles, y especies asociadas a sedimentos no consolidados (mojarra). Las especies arrecifales fueron generalmente asociadas a la estructura provista por los pilotes y huecos en las paredes del malecón. Un total de 42 especies de peces fueron observadas en todas las buceadas (Tabla 14). Además los estudios en estaciones con fondos fangosos no revelaron observaciones de peces.



Figura 54. Ejemplos de especies de peces asociadas a pilotes.

Tabla 13. Densidad y frecuencia de ocurrencia de especies de peces entre los transectos.

<i>Especies</i>	Densidad promedio (# Individuos/ 30 m ²)								Frecuencia de Ocurrencia
	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Zona G	Zonas H,I,J	Todas las Zonas	
<i>Abudefduf saxatilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.1	1
<i>Acanthurus chirurgus</i>	1.0	1.4	1.3	2.0	2.0	1.0	0.7	1.2	16
<i>Acanthurus coeruleus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
<i>Anisostremus virgatus</i>	7.5	3.9	5.3	6.0	4.3	2.4	2.0	4.3	30
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	0.2	0.4	1.3	0.0	0.7	0.9	0.0	0.5	9
<i>Caranx bartholomaei</i>	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.4	4
<i>Caranx latus</i>	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1
<i>Caranx ruber</i>	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1
<i>Chaetodon capistratus</i>	0.0	1.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.4	6
<i>Epinephelus cruentatus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	2
<i>Eusinothumus gula</i>	0.2	1.4	0.0	5.0	0.0	0.5	3.0	1.0	9
<i>Haemulon aurolineatum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.4	1.7	0.5	3
<i>Haemulon flavolineatum</i>	0.0	1.3	1.0	1.0	0.0	0.1	0.3	0.5	8
<i>Halichoeres bivittatus</i>	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3
<i>Holocentrus rufus</i>	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	3
<i>Lutjanus analis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1
<i>Lutjanus apodus</i>	0.8	1.0	1.5	0.5	1.3	0.3	0.7	0.8	15
<i>Lutjanus griseus</i>	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	2.3	1.3	0.7	11
<i>Lutjanus jocu</i>	0.0	0.3	1.0	0.0	1.0	0.3	1.0	0.4	10
<i>Lutjanus synagris</i>	0.0	0.3	0.8	1.0	0.0	0.6	0.7	0.4	8
<i>Ocyurus chrysurus</i>	0.3	1.1	0.0	0.5	0.3	0.4	0.3	0.5	13
<i>Odontoscion dentex</i>	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	0.5	0.6	0.0	2.0	2.0	0.5	0.0	0.6	12
<i>Scarus iserti</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.1	2
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	3
<i>Sparisoma viridie</i>	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	4
<i>Sphyraena barracuda</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1
<i>Stegastes adustus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
<i>Stegastes leucostictus</i>	0.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	4
<i>Stegastes planifrons</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1

Tabla 14. Lista de todas las especies observadas durante las buceadas de estudio.

Familia	Nombre Común	Nombre Científico
Acanthuridae	Cirujanos	<i>Acanthurus chirurgus</i>
Acanthuridae	Cirujanos	<i>Acanthurus coeruleus</i>
Blennidae	Blenio	<i>Malacoctenus</i> sp.
Blenniidae	Blenio boquicolorado	<i>Ophioblennius atlanticus</i>
Carangidae	Jurel amarillo	<i>Caranx bartholomaei</i>
Carangidae	Jurel ojón	<i>Caranx latus</i>
Carangidae	Cojinúa	<i>Caranx ruber</i>
Chaetodontidae	Mariposa	<i>Chaetodon capistratus</i>
Clupeidae	Anchoveta	<i>Jenkinsia</i> sp.
Gerridae	Blanquilla	<i>Eusinostomus gula</i>
Gerridae	Mojarra	<i>Gerres cinereus</i>
Haemulidae	Pluma	<i>Anisostremus virgnicus</i>
Haemulidae	Tomate	<i>Haemulon aurolineatum</i>
Haemulidae	Ronco	<i>Haemulon flavolineatum</i>
Holocentridae	Gallito	<i>Holocentrus rufus</i>
Labridae	Peje perro colorado	<i>Bodianus rufus</i>
Labridae	Doncella rayada	<i>Halichoeres bivittatus</i>
Labridae	Doncella cabeciamarilla	<i>Halichoeres garnoti</i>
Labridae	Doncella cabeciazul	<i>Thalosoma bifasciatum</i>
Lutjanidae	Sama	<i>Lutjanus analis</i>
Lutjanidae	Capitán	<i>Lutjanus apodus</i>
Lutjanidae	Pargo gris	<i>Lutjanus griseus</i>
Lutjanidae	Peje perro	<i>Lutjanus jocu</i>
Lutjanidae	Arrayao	<i>Lutjanus synagris</i>
Lutjanidae	Colirubia	<i>Ocyurus chrisurus</i>
Megalopidae	Sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>
Mullidae	Salmonete	<i>Mulloidichthys martinicus</i>
Pomacentridae	Sargento	<i>Abudefduf saxatilis</i>
Pomacentridae	Pez ángel	<i>Pomacanthus arcuatus</i>
Pomacentridae	Damisela	<i>Stegastes adustus</i>
Pomacentridae	Damisela	<i>Stegastes leucostictus</i>
Pomacentridae	Damisela	<i>Stegastes planifrons</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Scarus iserti</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Sparisoma viridie</i>
Sciaenidae	Corvino	<i>Odontoscion dentex</i>
Serranidae	Cherna	<i>Epinephelus cruentatus</i>
Serranidae	Harlequín	<i>Serranus tigrinus</i>
Sparidae	Chopa	<i>Archosargus rhomboidalis</i>
Sphyraenidae	Barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>
Sygnathidae	Caballo de mar	<i>Hippocampus</i> sp.
Tetraodontidae	Tamboril	<i>Canthigaster rostrata</i>

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, todos los lugares examinados para la clasificación como hábitat béntico (a excepción de un punto en la Zona F y otro en la Zona H) están conformados de sedimentos finos no consolidados, por lo tanto se clasificaron como hábitat de cienos (Tabla 15). Este tipo de substrato no proporciona la estructura física para ser un hábitat importante para organismos relacionados a arrecifes. Los corales y los octocorales escleractinios no fueron observados en las áreas muestreadas. Otros dos puntos (uno en la Zona F y uno en la Zona H) fueron compuestos de sedimentos gruesos no consolidados y clasificados como hábitat arenoso. Un punto en la Zona H está compuesto de un parche de yerba marina (*Halophila decipiens*) de aproximadamente 2.0 m². En otras áreas de muestreo no se observaron otras especies de yerbas marinas. Si el proyecto anticipa impactos directos sobre estas yerbas marinas y ya que estos parches de yerbas son tan pequeños, se recomienda que sean transplantados para su protección a otro lugar apropiado cerca del estuario de la Bahía de San Juan, como la laguna de Condado.

Los pilotes y el malecón están cubiertos principalmente por los siguientes componentes: algas, esponjas, anémonas, hydrozoarios, bryozoarios, moluscos, anélidos, crustáceos, tunicados y sedimentos. Puesto que las comunidades sésiles-bénticas identificadas en estas estructuras consisten en organismos típicos de estas estructuras, y se espera que la alteración de los muelles no afecte la abundancia de las comunidades asociadas (por ejemplo las comunidades de peces). También, las estructuras propuestas proporcionarán el mismo valor de hábitat y eventualmente serán pobladas por las mismas comunidades que las cubren actualmente. Los corales y octocorales escleractinios no fueron observados en los pilotes durante el tiempo de muestreo.

Las especies de peces de arrecife no están asociadas estrictamente a ningún componente biótico específico de los pilotes y del malecón ya que las comunidades sésiles bénticas en estas estructuras consisten de organismos típicos de este tipo de estructuras. Durante las actividades de construcción, los peces se relocalizarán en otras áreas de la bahía y canales donde estructuras artificiales y naturales existentes proporcionen valor similar de hábitat. El fondo fangoso proporciona la estructura física para servir como hábitat para los peces de arrecife, aunque aquellos que se alimentan de infauna del sedimento tal como los roncós (*Haemulidae*) puedan migrar al fango para su alimentación. El tipo de fondo fangoso es extenso a través de la bahía y de los canales, así que de este hábitat no será limitado durante las actividades de construcción.

Los impactos a la composición de peces debido a actividades de construcción serán temporero hasta que las estructuras propuestas provean un nuevo hábitat. Un caballo de mar (Figura 55) fue observado fuera de los transectos (en los puntos B-048 de los pilotes). Los caballos de mar o están clasificados como deficientes de datos o vulnerables dentro de la lista roja de la Unión Internacional de Conservacion de la Naturaleza (International Union for the Conservation of Nature, IUCN, por sus siglas en inglés). Además el Reglamento para Regir Las Especies Vulnerables y en Peligro de Extincion del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico las clasifica como una especie vulnerable. Debido a que solo se observó un individuo de *Hippocampus* durante los estudios de campo, se entiende q ue el área no aparenta ser un hábitat importante para estas especies. Una alternativa para minimizar los impactos a estas y otras especies antes de la construcción, es relocalizando los individuos a otras áreas apropiadas como la Laguna Condado u otros lugares recomendades por las agencias reguladoras.

Tabla15. Distribución general de hábitats bénticos por area y % del total.

Hábitat Béntico	Area (m2)	% del total
Fango	69,287	97.439
Arena	1,819	2.558
Yerbas marinas	2	0.003
Total	71,108	100



Figura 55. Caballo de mar (*Hippocampus* sp.) observado en pilotes en los puntos B-048.

V. REFERENCIAS

Humann, P. 1989. Reef Fish Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA

Humann, P. 1992. Reef Creature Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA

Humann, P. 1993. Reef Coral Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA

Kohler, K.E. and S.M. Gill, 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Computers and Geosciences, Vol. 32, No. 9, pp. 1259-1269

Littler, D.S., M.M. Littler, K.E. Bucher, & J.N. Norris. 1989. *Marine Plants of the Caribbean. A Field Guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 263 pp.

APPENDIX F

Estudio de Hábitat de Bénticos de Flora y Fauna Asociados
con la Laguna Condado San Juan, Puerto Rico

REPORTE FINAL



Estudio de Hábitat de Bénticos de Flora y Fauna Asociados con la Laguna Condado San Juan,
Puerto Rico



HJR Reefscaping
Box 1126
Hormigueros, Puerto Rico 00660

Marzo 18, 2008

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABLAS	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. MÉTODOS.....	6
A. ÁREA DE ESTUDIO	6
B. MAPA DE HÁBITATS BÉNTICOS.....	7
C. CARACTERIZACION DE HIERBAS MARINAS	8
D. ESTUDIO TAXONÓMICO DE FLORA Y FAUNA	9
E. MONITOREO DE PECES.....	9
F. MUESTREO DE SEDIMENTOS	9
III. RESULTADOS.....	11
A. MAPA DE HÁBITAT BÉNTICO	11
B. CARACTERIZACION DE HIERBAS MARINAS	13
C. EVALUACION TAXONOMICA DE FLORA Y FAUNA	16
D. MONITOREO DE PECES	25
E. MUESTREO DE SEDIMENTO	28
IV. CONCLUSIÓN.....	30
V. BIBLIOGRAFIA	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio: Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico	7
Figura 2. Modelo de las 273 estaciones de muestreo para el estudio de bénticos de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	8
Figura 3. Mapa de hábitat béntico en el fondo de la Laguna Condado. Fecha de estudio: febrero 2008.....	12
Figura 4. Localidad de las áreas de muestreo para los cuadrantes de las hierbas marinas.	14
Figura 5. Distribución de densidad promedio de tallos de hierba de Tortuga, <i>Thalassia testudinum</i> , observadas en las estaciones al norte (estación-n) y sur (estación-s) de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico. Las diferentes letras significan la diferencia entre ($p < 0.05$, Tukey-Kramer Test). Una línea encima de cada barra representa una desviación estándar.....	15
Figura 6. Fotos representativas de parches de hierbas marinas en (A) Estación sur (i.e. estaciones 160-161) y (B) Estación norte (i.e. estaciones 97-104).....	15
Figura 7. Raíces de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) con organismos asociados.....	18
Figura 8. Localización de raíces de mangle rojo sumergidas en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico	18
Figura 9. Enrocados (A) y gaviones (B) encontrados a lo largo de la costa sur de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	19
Figura 10. Algas (A) and bivalvos (B) creciendo sobre un substrato artificial.	19
Figura 11. <i>Siderastrea radians</i> creciendo en una roca artificial en la costa sur de la Laguna Condado San Juan, Puerto Rico.....	20
Figura 12. <i>Siderastrea radians</i> creciendo sobre botellas de cerveza en la costa norte de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	20
Figura 13. Foto representativa mostrando al erizo verde <i>Lytechinus variegatus</i> sobre hierba marina.	22
Figura 14. Macro-alga <i>Caulerpa mexicana</i> y <i>Dictyota menstrualis</i>	23
Figura 15. Foto representativa del hábitat de sedimento en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	24
Figura 16. Transectos de corales y erizos de mar en la Laguna Condado, San Juan Puerto Rico.....	25
Figura 17. (A) Tamboril y (B) roncós en la costa sureste en la Laguna Condado, San....	26
Figura 18. Estaciones de muestreo de sedimentos en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Área de cobertura superficial de los hábitats de bénticos asociados con la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico: Febrero 2008	13
Tabla 2. Localización y densidades de tallos de hierba de tortuga <i>Thalassia testudinum</i> .14	
Tabla 3. Lista de organismos no crípticos en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico	16
Tabla 4. Posición en el campo y densidad del erizo verde <i>Lytechinus variegatus</i> observadas en hierbas marinas transeptos de 20 m ² (10 m de largo x 2 m de ancho).	21
Tabla 5. Densidad de especies de peces de todos los habitats estudiados en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.....	26
Tabla 6. Lista de todas las especies observadas durante las buceadas en la Laguna del Condado, San Juan, Puerto Rico.....	27
Tabla 7. Pesos de muestras de diferentes estaciones en la Laguna del Condado, San Juan, Puerto Rico.....	28
Tabla 8. Porcentaje relativo en las muestras de sedimento.....	28

I. INTRODUCCIÓN

Este documento representa un reporte final de los hábitat de bénticos, flora y fauna marina asociada como parte del área de colocación propuesta del material de dragado en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico. De febrero 8 al 15 de 2008, biólogos marinos de HJR Reefscaping llevaron a cabo una inspección de bénticos en la Laguna del Condado. En total se inspeccionaron 273 puntos de muestreo para desarrollar un mapa georeferenciado de los hábitats de bénticos en la laguna. La distribución espacial de hierbas marinas fue proyectada y la abundancia fue descrita usando el por ciento de cobertura y la densidad de tallos. Las comunidades marinas asociadas de peces, invertebrados, hierbas marinas y algas fueron descritas usando foto cuadrantes y muestreos de transectos.

La Laguna Condado es parte del estuario de la Bahía de San Juan y está conectada al Océano Atlántico al norte y a la Bahía de San Juan al oeste. El área de la Laguna Condado es aproximadamente 363,606 m² (90 acres) y tiene una profundidad promedio de 4 metros y su máxima profundidad es de 11 metros (NOAA 2000, PEBS 2001). Tiene un perímetro de 2.70 kilómetros y su salinidad fluctúa de 36 ‰ a 47 ‰ (Ellis & Gómez 1978).

Los hábitats bénticos de la Laguna Condado consisten de sedimentos sueltos no consolidados, vegetación acuática sumergida, costas pedregosas, mangles rojos aislados y estructuras artificiales (cemento). El sedimento fino y turbidez alta caracterizan la parte este de la laguna mientras el área oeste contiene sedimento grueso y aguas relativamente claras. La vegetación acuática sumergida consiste de yerbas marinas y parches de alga que predominan en profundidades llanas en las regiones norte, este y suroeste de la laguna.

Esta evaluación cuantitativa permitirá una evaluación de los posibles impactos asociados con el área de colocación propuesta del material de dragado en la Laguna Condado.

II. MÉTODOS

A. *ÁREA DE ESTUDIO*

Este estudio cubre la Laguna Condado, San Juan, localizada en la costa noreste de Puerto Rico (Figura 1). El área total estudiada fue de 268,222 m² (66.3 acres) e incluye todas las áreas bénticas desde la costa a la profundidad máxima de la laguna (10 metros). El área de estudio fue centralizado al área propuesta para colocar el material de dragado en las regiones este y central de la laguna, pero también incluye áreas adyacentes al oeste (Figura 1). Se consultaron las fuentes de datos existentes incluyendo mapas de hábitat bénticos de la NOAA, imágenes aéreas/satélite, y estudios previos para evaluar las comunidades bénticas existentes en el área de estudio. Los mapas de hábitats disponibles no proveyeron información detallada sobre las comunidades bénticas por que el área de estudio está clasificado mayormente como desconocida (Kendall et al. 2001). Las fotos aéreas y de satélite examinadas identifican las áreas de yerbas marinas poco profundas en la parte oeste de la laguna pero la alta turbidez no permitió su uso en las áreas al este y las áreas profundas de la laguna. Previos estudios reportan el tipo general de hábitat a ser fango y vegetación acuática sumergida (Rivera 2005).

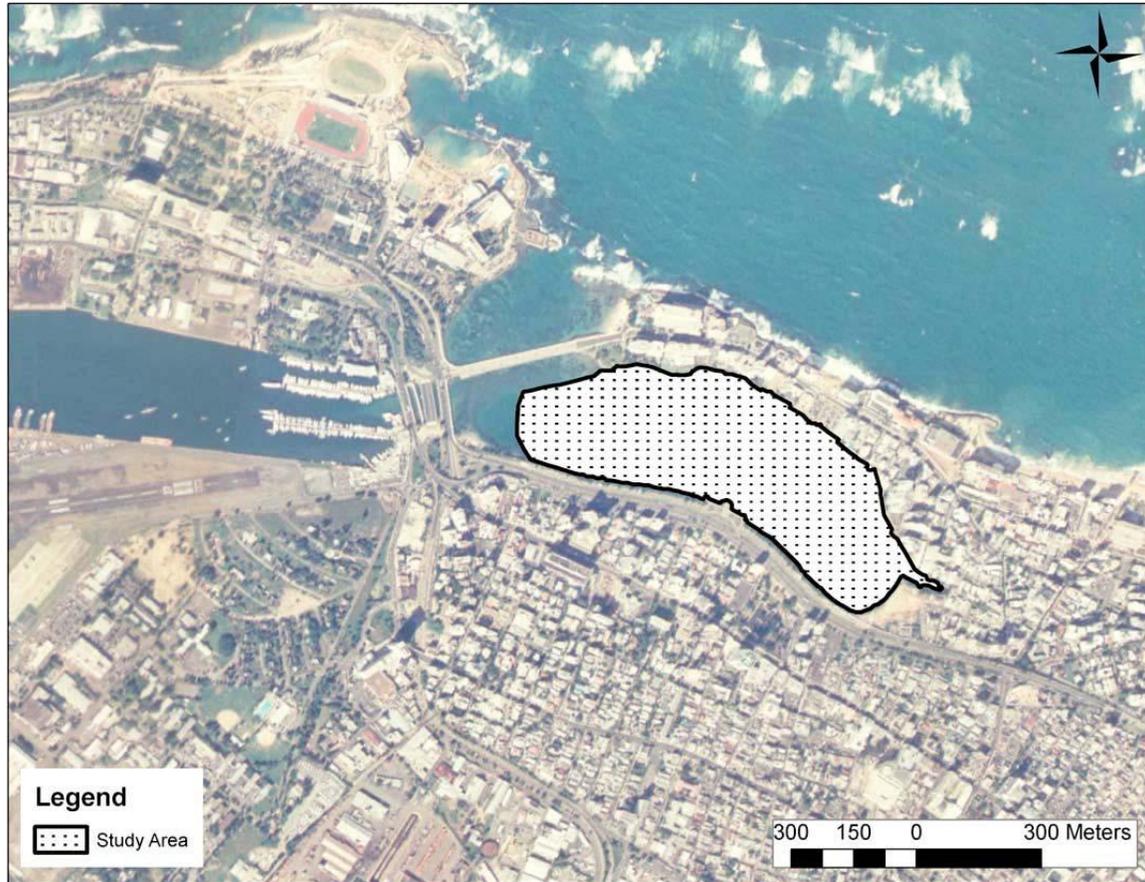


Figura 1. Área de Estudio: Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico

B. MAPA DE HÁBITATS BÉNTICOS

Las comunidades bénticas fueron caracterizadas usando un cuadrículado de 273 estaciones de muestreo a 30 metros de separación entre ellas derivados de un SIG cubriendo el área entera de estudio en la laguna (Figura 2). En cada estación de muestreo, se analizó un punto de estudio en el cual un cuadrante de 1 m² fue utilizado para calcular el porcentaje de cobertura de los componentes mayores de bénticos incluyendo cobertura de yerbas marinas, cobertura combinada de algas y yerbas marinas, cobertura de algas y cobertura de sedimentos. Esta información fue utilizada para crear un banco de datos integrado con la información espacial para producir una representación geográfica de las categorías de hábitats bénticos usando ArcMap 9.1 con un programa de análisis espacial extendido.

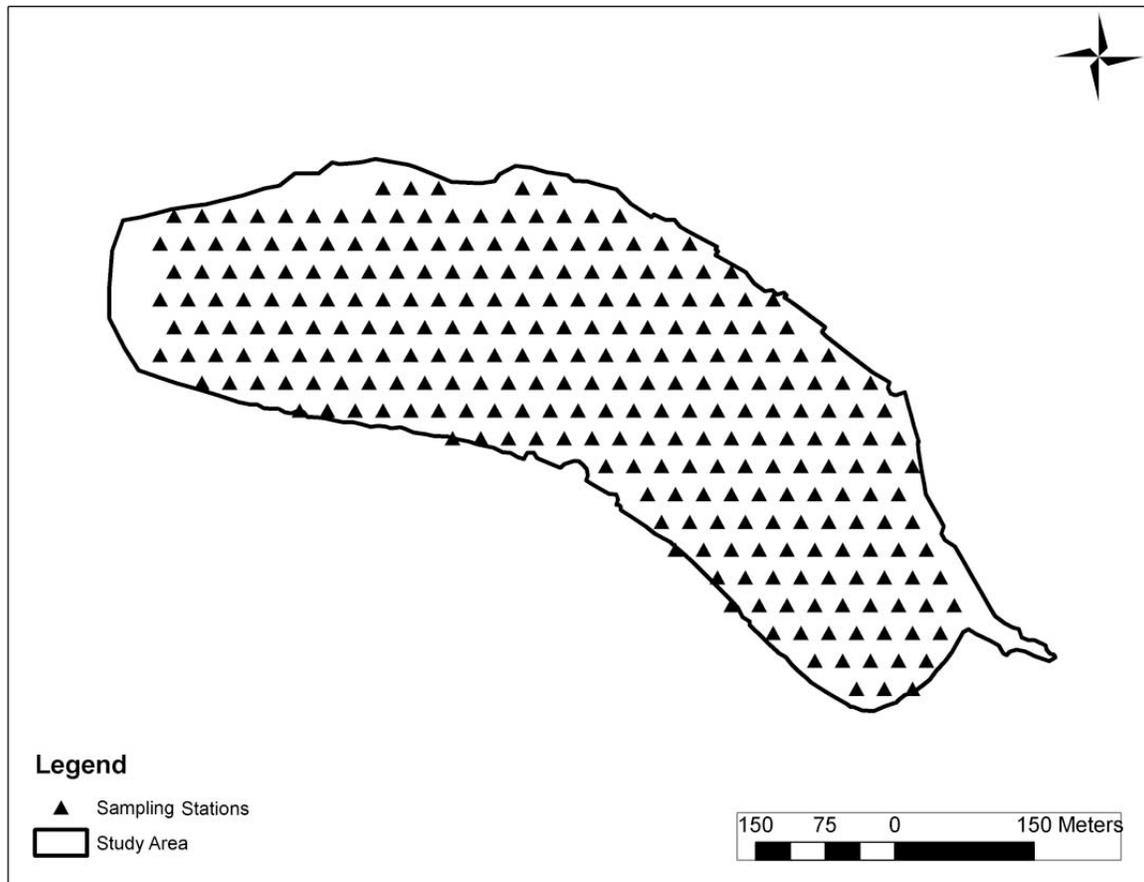


Figura 2. Modelo de las 273 estaciones de muestreo para el estudio de bénticos de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

C. CARACTERIZACION DE HIERBAS MARINAS

Todas las áreas encontradas de hierbas marinas en el campo fueron trazadas por buzos utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en ingles) de mano (Garmin 76 map) con una boya superficial. Esto se hizo nadando por las orillas del parcho y grabando la trayectoria continua. Las trayectorias fueron utilizadas para crear polígonos en Sistema de Información Geográfica para delimitar las áreas para el mapa de hábitat. Después de identificar los lugares con yerbas marinas se seleccionaron al azar 13 puntos para determinar la densidad de tallos de la hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*). En cada punto se muestrearon tres cuadrantes replicados de 0.25 m² por buzos contando el número de tallos en cada cuadrante.

D. ESTUDIO TAXONÓMICO DE FLORA Y FAUNA

Un estudio taxonómico general de la fauna invertebrada presente dentro del área de estudio, incluyendo los componentes observados a través de las estaciones de muestreo, fue llevado a cabo durante el transcurso de los trabajos de campo en la Laguna del Condado, y fueron recopiladas en una lista de especies. Organismos marinos fueron identificados, con la ayuda de guías de identificación (Humann 1989, 1992 y 1993, Littler et al. 1989) durante todas las buceadas para la caracterización del hábitat de bénticos como parte de la evaluación cuantitativa de organismos sésiles y biota pelágica en la laguna. La comunidad béntica presente en cada estación de muestreo fue documentada utilizando imágenes digitales con una cámara Sealife® de 6 mega píxeles. Las densidades del erizo verde (*Lytechinus variegatus*) fueron muestreadas a lo largo de transectos de 10 x 2 metros ya que esta especie es un componente altamente visible en la hierba marina.

E. MONITOREO DE PECES

La composición y densidad de los peces fue cuantificada visualmente utilizando transectos de 10 x 2 metros (área de 20 m²). Un buzo nadó lentamente por el fondo con una cinta de medir y enumeró todas las especies no crípticas de peces en una banda de un metro en cada lado del transecto. La profundidad del transecto varió entre 0.5 y 3 metros dependiendo de la batometría. En el estudio de peces los transectos fueron ubicados por la costa de la laguna ya que la mayoría de los peces se encontraron agrupados alrededor de estructuras asociadas a los mangles, rocas y hierbas marinas en estas áreas. En todas las buceadas, se recopiló una lista fue de todas las especies observadas para obtener un récord de las especies presentes en el área del proyecto.

F. MUESTREO DE SEDIMENTOS

Muestras de sedimento fueron colectadas para caracterizar su composición a través del área de estudio. Buzos colectaron siete muestras de mano de aproximadamente 250 ml en estaciones representativas de los diferentes tipos de hábitats. Las muestras se cernieron en el laboratorio utilizando coladores de 63µm, 250µm y 2mm. Estos

coladores permite la cuantificación de la cantidad relativa de los tamaños de grano siguientes:

- A. Fango = $<63\mu\text{m}$
- B. Arena bien fina = $63\mu\text{m} - 250\mu\text{m}$
- C. Arena mediana bien gruesa = $250\mu\text{m} - 2\text{mm}$
- D. Gravilla = $>2\text{mm}$

Una vez cernidos se permitió que el sedimento se asentara. Al asentarse, fueron cuidadosamente decantados. Es importante remover el agua manualmente con pipetas y decantados antes de secarlos en el horno, el cual también remueve cualquier residuo de sal en la muestra, la cual puede retener humedad y crear un error en el peso de la muestra. Después, las muestras fueron colocadas en el horno a 60°C hasta estar completamente secas. Las muestras de sedimentos fueron almacenadas en caso que se necesiten para futuros análisis.

III. RESULTADOS

A. MAPA DE HÁBITAT BÉNTICO

Un mapa de hábitat béntico fue producido con la información de los 273 puntos de muestreo (Figura 3). Sedimento fino sin vegetación fue el hábitat béntico dominante presente en la Laguna Condado, seguido por algas, hierbas marinas, hierbas marinas y algas mixtas, y estructuras artificiales (Tabla 1). El sedimento está compuesto mayormente de fango y es encontrado en las regiones profundas de la laguna y en la parte llana al este donde la penetración de la luz limita ocurrencia de vegetación acuática sumergida. Las hierbas marinas están confinadas al hábitat de agua llana a lo largo de las regiones norte y oeste de la Laguna Condado y ocupan un área total de 38,699 m², el cual es 14% del total del área de estudio. Se encontró que la hierba marina dominante fue la hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*) seguida por la hierba *Halophilla decipiens* y la hierba de bajío (*Halodule wrightii*). La hierba de manatí (*Syringodium filiforme*) no fue vista en la laguna. A lo largo de la costa norte el hábitat de hierbas marinas está compuesto de una zona de aproximadamente un metro de ancho, dominada por *Halodule wrightii* y *Halophilla decipiens*. Al aumentar la profundidad predomina la *Thalassia testudinum* hasta que gradualmente encontramos dos especies de hierbas marinas (*Halophilla decipiens* y *Thalassia testudinum*) y algas en un tipo de hábitat mixto. El tipo de hábitat de macroalgas consiste primordialmente de *Dictyota* sp. y *Caulerpa* spp. creciendo sobre el sedimento fino. Entremedio de los hábitat de hierbas marinas y algas hay una zona mixta que consiste de hierbas marinas (*Thalassia testudinum* y *Halophilla decipiens*) y macro-algas (*Dictyota* sp. y *Caulerpa* spp.). Parches dispersos son encontrados a través de la región sur de la laguna donde la costa está compuesta mayormente de estructuras artificiales como rompeolas, gaviones y sedimento fino.

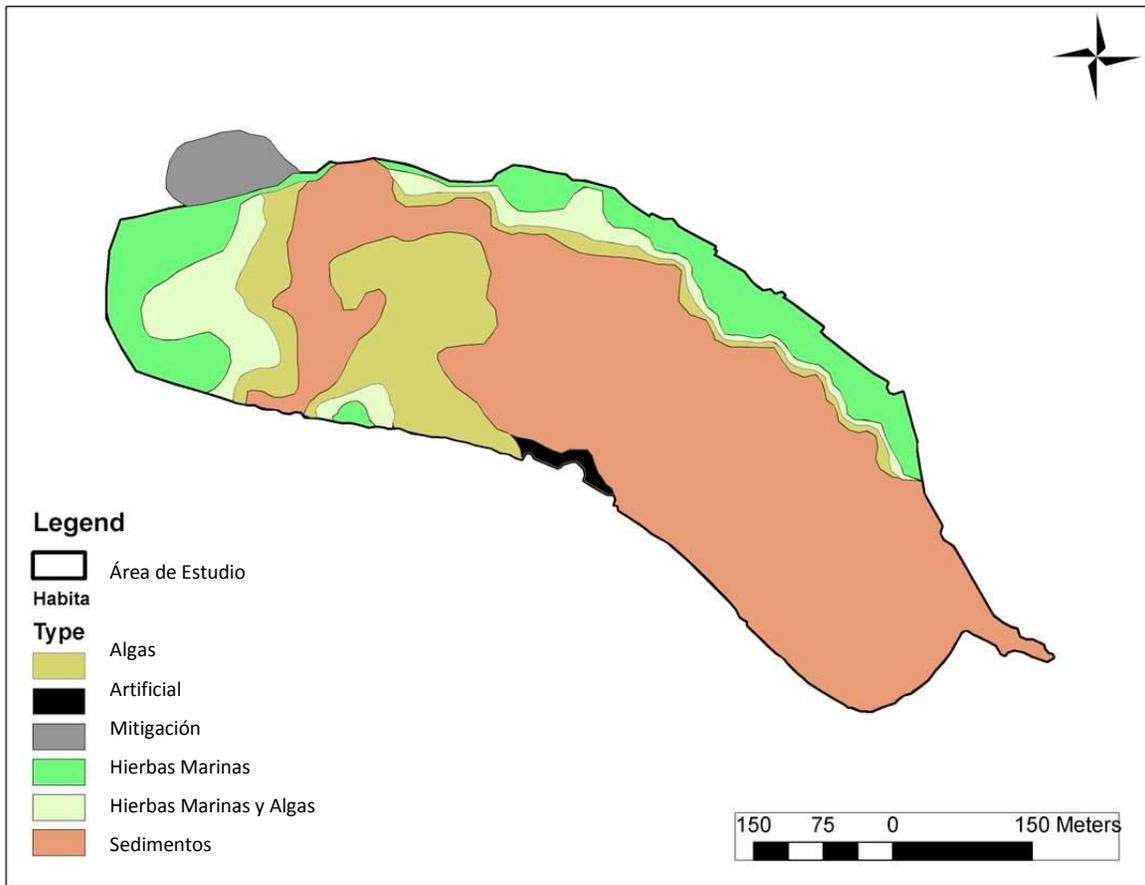


Figura 3. Mapa de hábitat béntico en el fondo de la Laguna Condado. Fecha de estudio: febrero 2008

Tabla 1. Área de cobertura superficial de los hábitats de bénticos asociados con la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico: Febrero 2008

Categoría de Hábitat	Área de Béntico (m²)	Porcentaje (%)
Sedimentos	160,933	60.00
Algas	43,130	16.08
Hierbas Marinas	38,699	14.44
Hierbas Marinas y Algas	23,671	8.82
Estructuras Artificiales	1,789	0.66
Total	268,222	

B. CARACTERIZACION DE HIERBAS MARINAS

Una evaluación cuantitativa de la densidad de tallos fue llevada a cabo usando cuadrantes de 0.25 m². Los lugares de muestro son trazado sobre el mapa de hábitat béntico general (Figura 4). La densidad promedio de los tallos de las hierbas marinas observadas en diferentes áreas de la Laguna Condado se muestra en la Tabla 2. La densidad global de la *Thalassia testudinum* fue de 172.75 ± 100.48 (S.E.) tallos/m². Por lo general, el área norte de la laguna tiene densidades de hierbas marinas significativamente altas (ANOVA, $p < 0.05$)(199.99 tallos/m²) que el área sur (36.50 tallos/m²) (Figura 6). Dentro de las áreas de hierbas marinas al norte hay diferencias significativas ($p < 0.05$, Turkey-Kramer Test) fueron observadas (Figura 5). La sección media del área norte de la laguna demostró densidades menores de tallos (estaciones 99, 100, 101, 103).

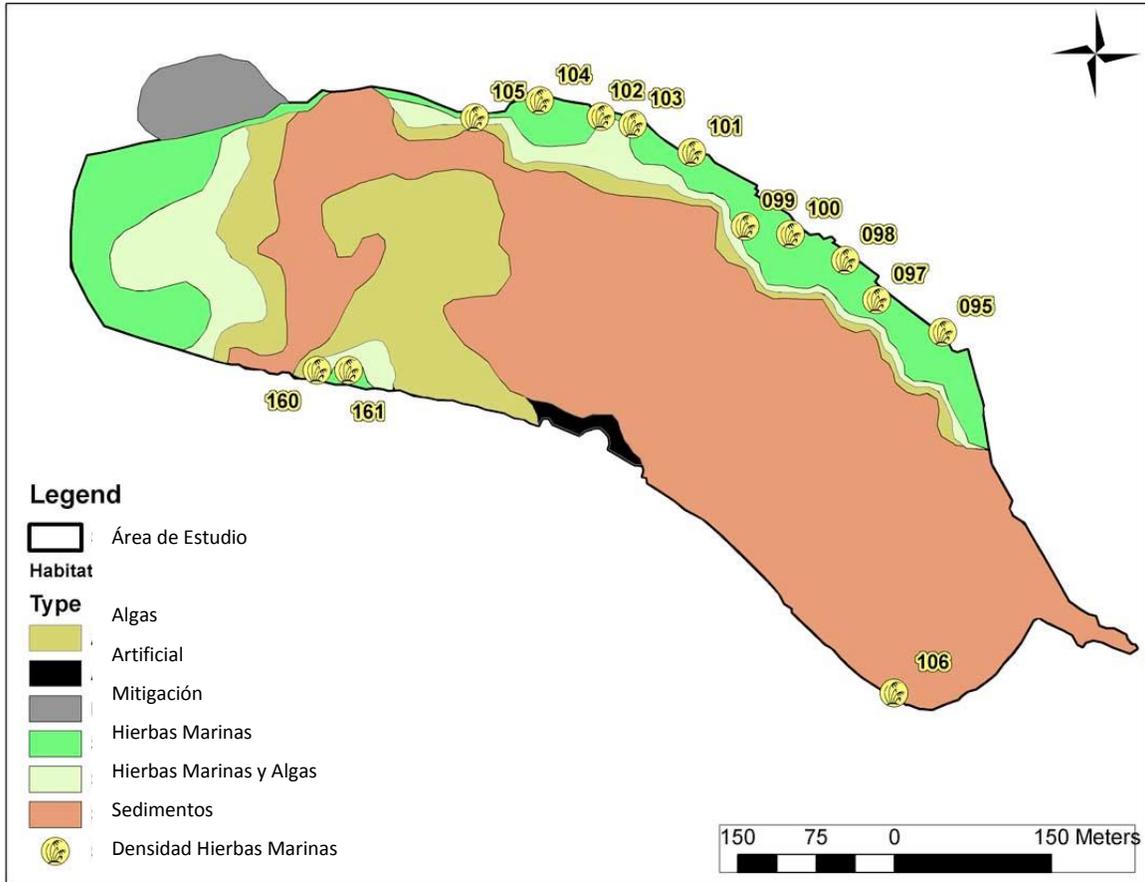


Figura 4. Localidad de las áreas de muestreo para los cuadrantes de las hierbas marinas.

Tabla 2. Localización y densidades de tallos de hierba de tortuga *Thalassia testudinum*.

Estación	Cuadrante (n)	Densidad de retollos (#/m ²)	
		Promedio	Desviación Estándar
95	3	259.26	44.91
97	3	281.48	33.95
98	3	314.81	46.26
99	3	66.67	22.22
100	3	133.33	19.25
101	3	159.26	39.02
103	3	103.70	35.72
102	3	266.67	144.44
104	3	181.48	66.97
105	3	333.33	48.43
160	4	22.00	9.52
161	4	51.00	17.40

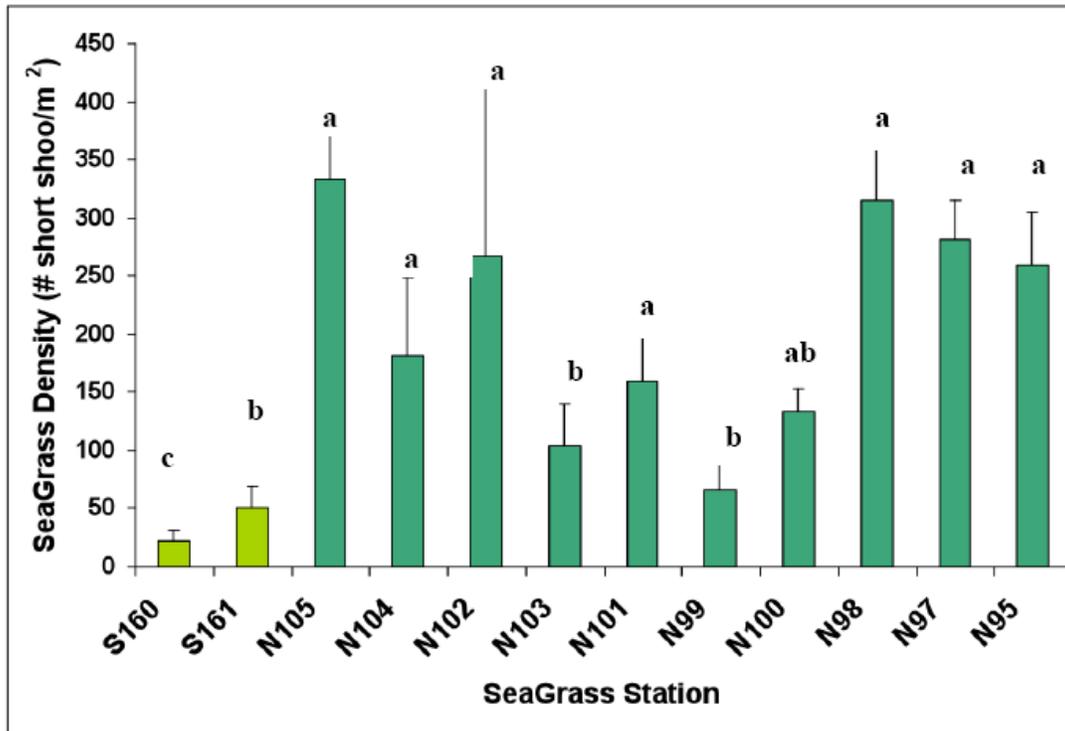


Figura 5. Distribución de densidad promedio de tallos de hierba de Tortuga, *Thalassia testudinum*, observadas en las estaciones al norte (estación-n) y sur (estación-s) de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico. Las diferentes letras significan la diferencia entre ($p < 0.05$, Tukey-Kramer Test). Una línea encima de cada barra representa una desviación estándar.



Figura 6. Fotos representativas de parches de hierbas marinas en (A) Estación sur (i.e. estaciones 160-161) y (B) Estación norte (i.e. estaciones 97-104).

C. EVALUACION TAXONOMICA DE FLORA Y FAUNA

La lista de organismos no-crípticos identificados durante nuestra evaluación taxonómica de las comunidades marinas asociadas con La Laguna del Condado se muestra en la Tabla 3. En las raíces sumergidas del mangle rojo los organismos asociados más comunes fueron algas, bivalvos, briozoarios, poliquetos, esponjas, crustáceos, tunicados y hidrozoarios. Ya que la laguna está compuesta mayormente de sedimento fino, las raíces sirven de substrato fuerte importante para los invertebrados sésiles marinos (Figura 7). El hábitat de las raíces del mangle rojo ocupa un porcentaje pequeño de la costa por que la comunidad de mangles no está totalmente desarrollada y los árboles están localizados en forma dispersa (Figura 8). No se encontraron corales escleractineos u octocorales pegados a las raíces del mangle rojo.

Tabla 3. Lista de organismos no crípticos en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico

Filo	Clase/Orden	Taxa
Algas		
Chlorophyta	Orden Ulvales	<i>Enteromorpha flexuosa</i>
Chlorophyta	Orden Ulvales	<i>Ulva lactuca</i>
Chlorophyta	Orden Cladophorales	<i>Microdictyon</i> sp.
Chlorophyta	Orden Cladophorales	<i>Ventricaria ventricosa</i>
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Bryopsis Pennata</i>
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Caulerpa mexicana</i>
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Caulerpa racemosa</i>
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Caulerpa sertulariodes</i>
Chlorophyta	Orden Bryopsidales	<i>Caulerpa verticillata</i>
Chlorophyta	Orden Dasycladales	<i>Acetabularia</i> sp.
Phaeophyta	Orden Dictyotales	<i>Dictyopteris</i> sp.
Phaeophyta	Orden Dictyotales	<i>Dictyota bartayresiana</i>
Phaeophyta	Orden Dictyotales	<i>Dictyota menstrualis</i>
Phaeophyta	Orden Dictyotales	<i>Padina</i> sp.
Rhodophyta	Orden Gigartinales	<i>Hypnea musciformis</i>
Rhodophyta	Orden Gigartinales	<i>Hypnea spinella</i>
Rhodophyta	Orden Gigartinales	<i>Hypnea spinella</i>
Rhodophyta	Orden Halymeniales	<i>Grateloupia gibbesii</i>
Rhodophyta	Orden Ceramiales	<i>Aglaothamnion</i> sp.
Rhodophyta	Orden Ceramiales	<i>Centroceras clavulatum</i>
Rhodophyta	Orden Ceramiales	<i>Heterosiphonia crispella</i>
Rhodophyta	Orden Ceramiales	<i>Acanthophora spicifera</i>
Cyanobacteria	Orden Oscillatoriales	<i>Schizothrix</i> sp.
Hierbas marinas		
Magnoliophyta	Orden Hydrocharitales	<i>Halophila decipiens</i>
Magnoliophyta	Orden Hydrocharitales	<i>Thalassia testudinum</i>
Magnoliophyta	Orden Potamogetonales	<i>Halodule wrightii</i>

Filo	Clase/Orden	Taxa
Invertebrados		
Porifera	Clase Demospongiae	<i>Tedania ignis</i>
Porifera	Clase Demospongiae	<i>Mycale sp.</i>
Porifera	Clase Demospongiae	<i>Haliclona rubens</i>
Porifera	Clase Demospongiae	<i>Haliclona viridis</i>
Cnidaria	Orden Scleractinia	<i>Siderastrea radians</i>
Cnidaria	Orden Scleractinia	<i>Solenastrea bournoni</i>
Cnidaria	Orden Gorgonacea	<i>Lophogorgia virgulata</i>
Cnidaria	Orden Hidroidea	<i>Halocordyle disticha</i>
Cnidaria	Orden Rhizostomae	<i>Cassiopea xamachana</i>
Annelida	Clase Polychaeta	<i>Hermodice carunaulata</i>
Annelida	Clase Polychaeta	<i>Sabellastarte magnifica</i>
Annelida	Clase Polychaeta	<i>Anamobaea sp.</i>
Annelida	Clase Polychaeta	<i>Eupolyornia crassicornis</i>
Annelida	Clase Polychaeta	<i>Arenicola cristata</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Paguristes puncticeps</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Stenopus hispidus</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Periclimenes sp.</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Stenorhynchus seticornis</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Panulirus argus</i>
Arthropoda	Clase Crustacea	<i>Balanus spp.</i>
Ectoprocta	Clase Bryozoans	<i>Bugula neritina</i>
Ectoprocta	Clase Bryozoans	<i>Schizoporella violacea</i>
Mollusca	Clase Bivalvia	<i>Isognomon radiatus</i>
Mollusca	Clase Bivalvia	<i>Pinna carnea</i>
Mollusca	Clase Gastropoda	<i>Cerithium litteratum</i>
Mollusca	Clase Gastropoda	<i>Murex sp.</i>
Echinodermata	Clase Asteroidea	<i>Luidia senegalensis</i>
Echinodermata	Clase Echinoidea	<i>Lytechinus variegatus</i>
Chordata	Clase Ascidiacea	<i>Microcosmus exasperatus</i>
Chordata	Clase Ascidiacea	<i>Phallusia nigra</i>
Chordata	Clase Ascidiacea	<i>Botrylloides sp.</i>

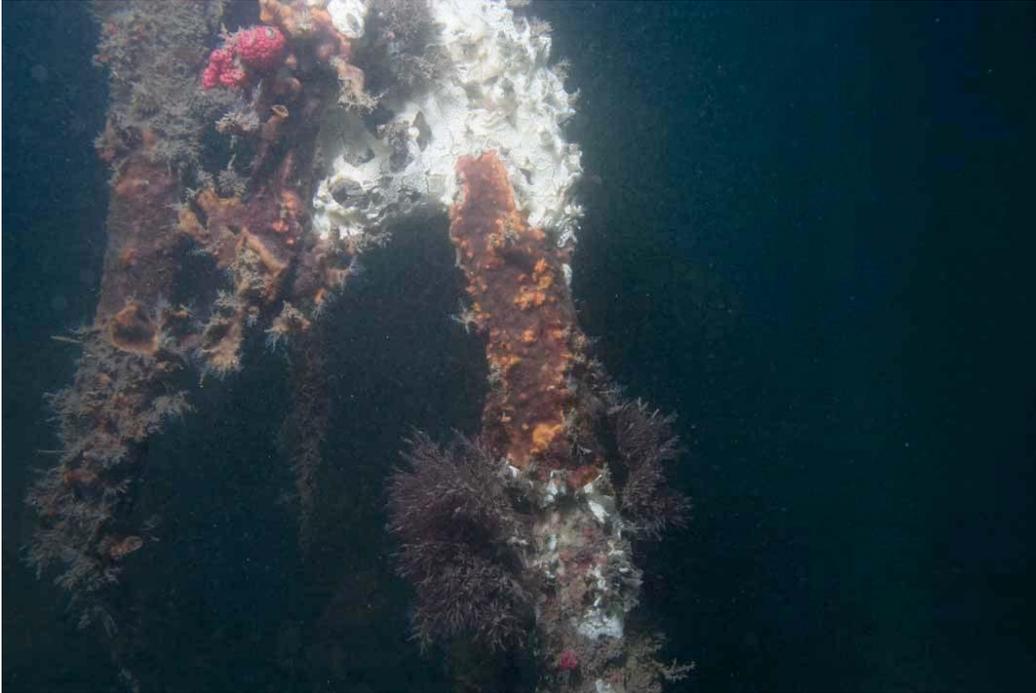


Figura 7. Raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) con organismos asociados.

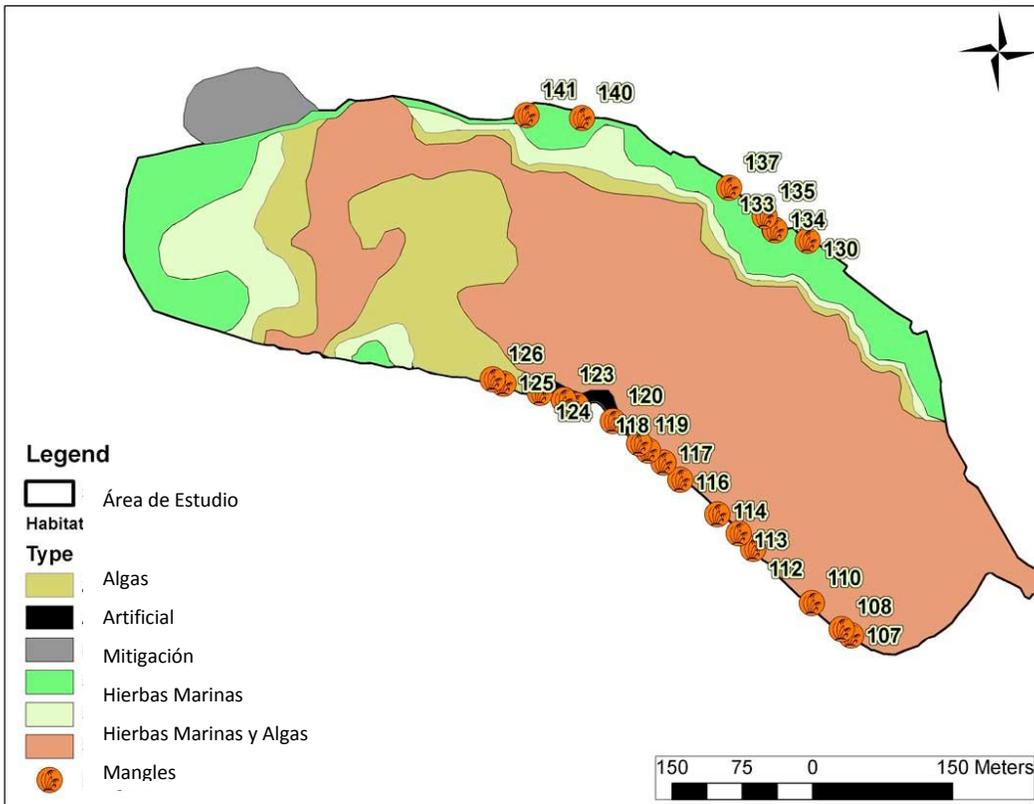


Figura 8. Localización de raíces de mangle rojo sumergidas en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico

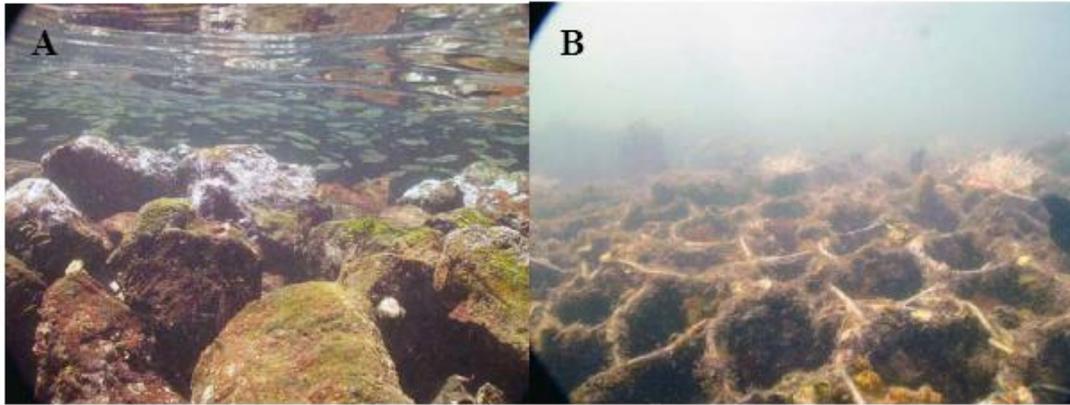


Figura 9. Enrocados (A) y gaviones (B) encontrados a lo largo de la costa sur de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.



Figura 10. Algas (A) and bivalvos (B) creciendo sobre un substrato artificial.



Figura 11. *Siderastrea radians* creciendo en una roca artificial en la costa sur de la Laguna Condado San Juan, Puerto Rico.



Figura 12. *Siderastrea radians* creciendo sobre botellas de cerveza en la costa norte de la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

El substrato artificial está compuesto de enrocados, piedras y gaviones (Figura 9) encontrados a lo largo de la costa sur de la laguna, la cual provee substrato duro para los invertebrados sésiles y algas. El organismo asociado más común con el substrato artificial son algas y bivalvos (Figura 10). Otros organismos encontrados en abundancia menor incluyen poliquetos, percebes y tunicados. Ocasionalmente, una colonia del coral *Siderastrea radians* fueron encontrados incrustados en piedras en la costa sur y en los depósitos de basura en la área norte (Figura 11 y 12). Un total de 10 colonias cubriendo 1.5 m² fueron encontrados localizados en la costa sur y un total de 20 colonias creciendo en botellas de cerveza cubriendo 1 m² fueron localizados en la costa norte (Figura 16). Una colonia del coral *Solenastrea bournoni* fue localizada al sur de la laguna incrustada en piedras (Figura 16).

Las hierbas marinas presentaron una baja abundancia y diversidad de invertebrados. Aunque una inusual densidad alta de erizos verdes *Lytechinus variegatus* fue encontrada en la cobertura de hierbas marinas en el área norte de la Laguna Condado (Tabla 4). El erizo verde es un habitante común de las aguas claras y calmadas de las praderas de hierbas marinas (Figura 13). La densidad global de *L. variegatus* fue de 4.22 ± 2.44 (S.D.). Estudios previamente han demostrado que *L. variegatus* no tolera la turbidez alta (Moore et al. 1963), aunque, estos resultados muestran que esta especie tenga una distribución mayor. *L. variegatus* se alimenta principalmente de *Thalassia*, aunque se conoce que es omnívoro en cautiverio (Moore et al. 1963). Su densidad más alta en el área norte puede que esté relacionada a la alta densidad de hierbas marinas (vea puntos de muestreo, Figura 3) y la ausencia de depredadores (Figura 16).

Tabla 4. Posición en el campo y densidad del erizo verde *Lytechinus variegatus* observadas en hierbas marinas transeptos de 20 m² (10 m de largo x 2 m de ancho).

Estación	Abundancia (# erizos)	Densidad (# erizos/m ²)
146	72	3.60
143	26	1.30
139	84	4.20
138	48	2.40
136	163	8.15
131	113	5.65



Figura 13. Foto representativa mostrando al erizo verde *Lytechinus variegatus* sobre hierba marina.

El hábitat dominado por las algas están compuestas mayormente por las algas verdes *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa mexicana* y la alga parda *Dictyota menstrualis* (Figura 14). Estas especies son comunes en aéreas costa adentro calmadas compuestas de sedimento fino.



Figura 14. Macro-alga *Caulerpa mexicana* y *Dictyota menstrualis*.

El hábitat dominado por sedimentos pelados era generalmente desprovisto de macro invertebrados no crípticos (Figura 15). Los únicos invertebrados encontrados son especies que viven en el sedimento incluyendo, crustáceos, moluscos, y anélidos como fueron descritos por un estudio previo en la Laguna Condado (Rivera 2005).



Figura 15. Foto representativa del hábitat de sedimento en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

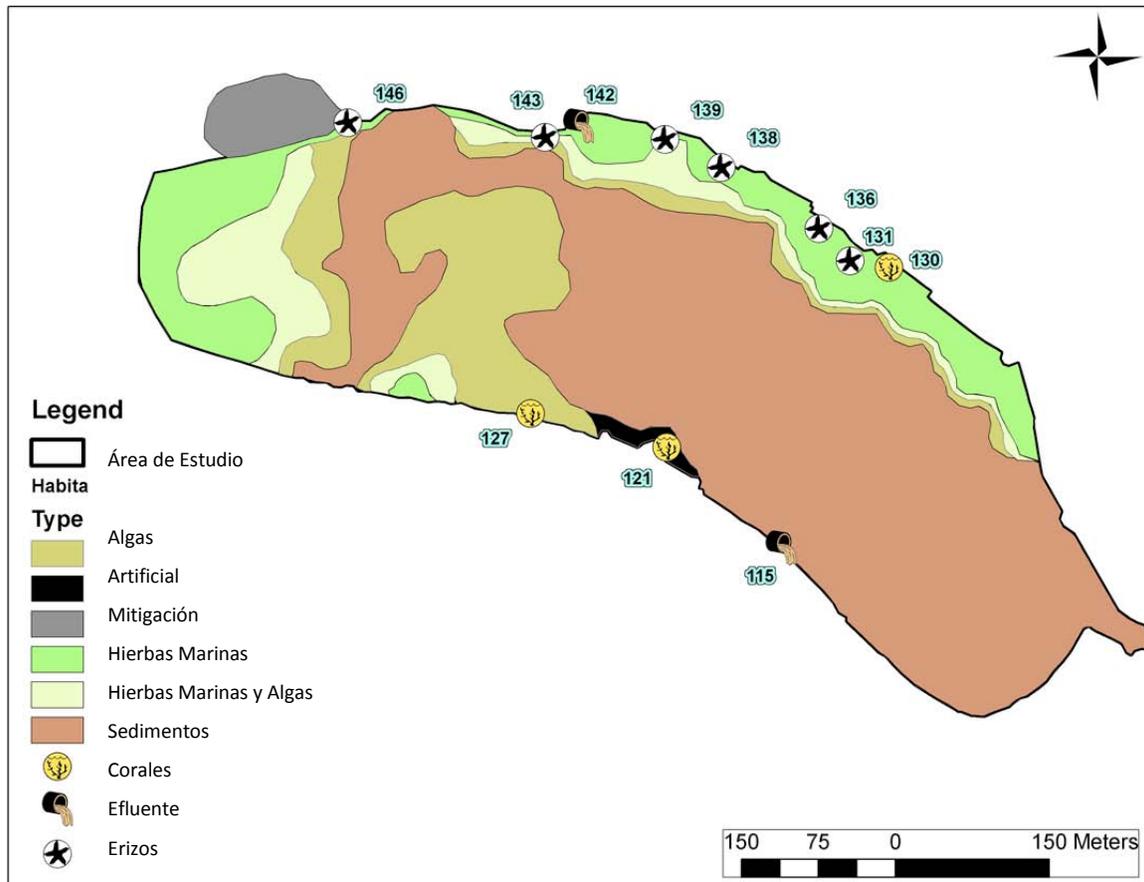


Figura 16. Transectos de corales y erizos de mar en la Laguna Condado, San Juan Puerto Rico.

D. MONITOREO DE PECES

Un total de 70 transectos fueron evaluados para describir la comunidad de peces en los diferentes tipos de hábitat en la laguna. Los tipos de hábitats fueron subdivididos más aun para incluir enrocados y raíces de mangles ya que estos dos hábitats de orilla son importantes para explicar la distribución de peces en la laguna. La densidad por especie de todos los hábitats corren desde 0.1 a 2.6 (Peces/20m²) (Tabla 5). El total de densidad de peces (sumados para todas las especies) fueron más altas para los hábitats del enrocado y los mangles a 14.0 y 9.9 (Peces/20m²) respectivamente. El total más bajo fue para las hierbas marinas a 2.8 (Peces/20m²). El ensamblaje de peces ocurriendo en la laguna está caracterizado por peces de coral comunes que generalmente están asociados con hábitats de fondo duros con alivio estructural. Estos incluyen roncós (Figura 17) y pargos. Otros peces predominantes incluyen especies asociadas con sedimento no consolidado como las mojarras y tamboriles (Figura 17). Especies de pequeños peces

que forman escuelas incluyendo las sardinas y anchovetas eran abundantes cerca de la superficie cerca de la costa. Un total de 40 especies de peces fueron observadas durante las buceadas (Tabla 6). No se observaron peces en las buceadas de evaluación en las estaciones donde el fondo es dominado por sedimento.



Figura 17. (A) Tamboril y (B) roncos en la costa sureste en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

Tabla 5. Densidad de especies de peces de todos los hábitats estudiados en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

Especies	Densidad Promedio (Peces/ 20 m ²)				
	Algas	Mangles	Enrocados	Hierbas marinas	Sedimentos
<i>Abudefduf saxatilis</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Abudefduf taurus</i>	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1
<i>Acanthurus chirurgus</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Acanthurus coeruleus</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Anisostremus surinamensis</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Anisostremus virginicus</i>	0.0	0.2	1.5	0.0	0.1
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Canthigaster rostrata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Eusinostomus gula</i>	3.0	1.9	2.1	1.1	1.9
<i>Gerres cinereus</i>	0.0	0.2	0.0	0.1	0.4
<i>Haemulon flavolineatum</i>	0.7	1.1	2.3	0.3	1.1
<i>Haemulon parra</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Haemulon plumier</i>	0.0	0.3	0.4	0.0	0.1
<i>Haemulon sciurus</i>	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
<i>Haemulon spp.</i>	0.4	0.5	2.6	0.0	0.0
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Lutjanus apodus</i>	0.2	1.5	0.9	0.2	0.1
<i>Lutjanus griseus</i>	0.3	0.3	0.5	0.0	0.0
<i>Lutjanus jocu</i>	0.0	1.1	0.4	0.0	0.3
<i>Scarus iseri</i>	0.6	0.2	1.1	0.1	0.1
<i>Sparisoma viridie</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Spheroides testudineus</i>	0.7	2.1	0.9	0.7	1.4

Especies	Densidad Promedio (Peces/ 20 m ²)				
	Algas	Mangles	Enrocados	Hierbas marinas	Sedimentos
<i>Sphyraena barracuda</i>	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3
<i>Stegastes adustus</i>	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
<i>Stegastes planifrons</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Suma de todas las Especies	6.3	9.9	14.0	2.8	5.2

Tabla 6. Lista de todas las especies observadas durante las buceadas en la Laguna del Condado, San Juan, Puerto Rico.

Familia	Nombre Común	Especies
Acanthuridae	Cirujanos	<i>Acanthurus chirurgus</i>
Acanthuridae	Cirujanos	<i>Acanthurus coeruleus</i>
Atherinidae	Cabezón	<i>Atherinomorus stipes</i>
Blennidae	Blenio	<i>Malacoctenus</i> sp.
Chaetodontidae	Mariposa	<i>Chaetodon capistratus</i>
Clupeidae	Anchoveta	<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>
Gerridae	Blanquilla	<i>Eusinostomus argenteus</i>
Gerridae	Mojarra	<i>Eusinostomus</i> sp.
Gerridae	Mojarra	<i>Gerres cinereus</i>
Haemulidae	Pluma	<i>Anisostremus virgnicus</i>
Haemulidae	Vieja	<i>Anisostremus surinamensis</i>
Haemulidae	Tomate	<i>Haemulon aurolineatum</i>
Haemulidae	Ronco	<i>Haemulon flavolineatum</i>
Haemulidae	Ronco	<i>Haemulon parra</i>
Haemulidae	Boquicolorao	<i>Haemulon plumieri</i>
Haemulidae	Ronco amarillo	<i>Haemulon sciurus</i>
Haemulidae	Ronco	<i>Haemulon</i> sp.
Holocentridae	Gallito	<i>Holocentrus rufus</i>
Holocentridae	Toro	<i>Myripristis jacobus</i>
Labrisomidae	Blenio peludo	<i>Labrisomus nuchipinnis</i>
Lutjanidae	Capitán	<i>Lutjanus apodus</i>
Lutjanidae	Pargo gris	<i>Lutjanus griseus</i>
Lutjanidae	Peje Perro	<i>Lutjanus jocu</i>
Lutjanidae	Arrayao	<i>Lutjanus synagris</i>
Mullidae	Salmonete	<i>Mulloidichthys martinicus</i>
Pomacanthidae	Pez angel	<i>Pomacanthus arcuatus</i>
Pomacanthidae	Mariposa	<i>Holocanthus ciliaris</i>
Pomacentridae	Sargento	<i>Abudefduf saxatilis</i>
Pomacentridae	Sargento	<i>Abudefduf taurus</i>
Pomacentridae	Damisela	<i>Stegastes adustus</i>
Pomacentridae	Damisela	<i>Stegastes planifrons</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Scarus iseri</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Sparisoma radians</i>
Scaridae	Cotorro	<i>Sparisoma viridie</i>
Sciaenidae	Verdugo moteado	<i>Equetus punctatus</i>
Sparidae	Chopa	<i>Archosargus rhomboidalis</i>
Sphyraenidae	Barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>
Tetraodontidae	Tamboril	<i>Canthigaster rostrata</i>
Tetraodontidae	Tambor	<i>Sphoeroides testudineus</i>

E. MUESTREO DE SEDIMENTO

Un total de 7 muestreos de sedimento se llevaron a cabo en diferentes áreas de la Laguna del Condado (Figura 18). El peso de las muestras de los sedimentos en las estaciones 20, 125, 145, 98, y 118 no están disponibles debido a la lentitud de asentamiento y secado de las fracciones < 63µm. Estos números deben de estar listos para cuando el reporte final se entregue.

Tabla 7. Pesos de muestras de diferentes estaciones en la Laguna del Condado, San Juan, Puerto Rico.

#Muestra	Peso (g) < 63µm	Peso (g) 63µm - 250µm	Peso (g) 250µm - 2mm	Peso (g) > 2mm	Total
WPT 20	68.426	141.873	45.656	83.385	12.832
WPT 125	53.596	2.017	1.98	0.037	0
WPT 43	33.583	38.103	34.429	0.525	3.149
WPT 145	38.069	6.126	5.451	0.472	0.203
WPT 56	17.897	1.033	0.027	0	1.06
WPT 98	8.588	18.587	97.035	3.803	119.425
WPT 118	65.329	18.318	1.204	0.565	20.087

Tabla 8. Porcentaje relativo en las muestras de sedimento.

# Muestra	%Relativo < 63µm	%Relativo 63µm - 250µm	%Relativo 250µm - 2mm	%Relativo > 2mm
WPT 20	33%	22%	40%	6%
WPT 125	96%	4%	0%	0%
WPT 43	47%	48%	4%	1%
WPT 145	86%	12%	1%	0%
WPT 56	94%	5%	0%	0%
WPT 98	7%	15%	76%	3%
WPT 118	76%	21%	1%	1%

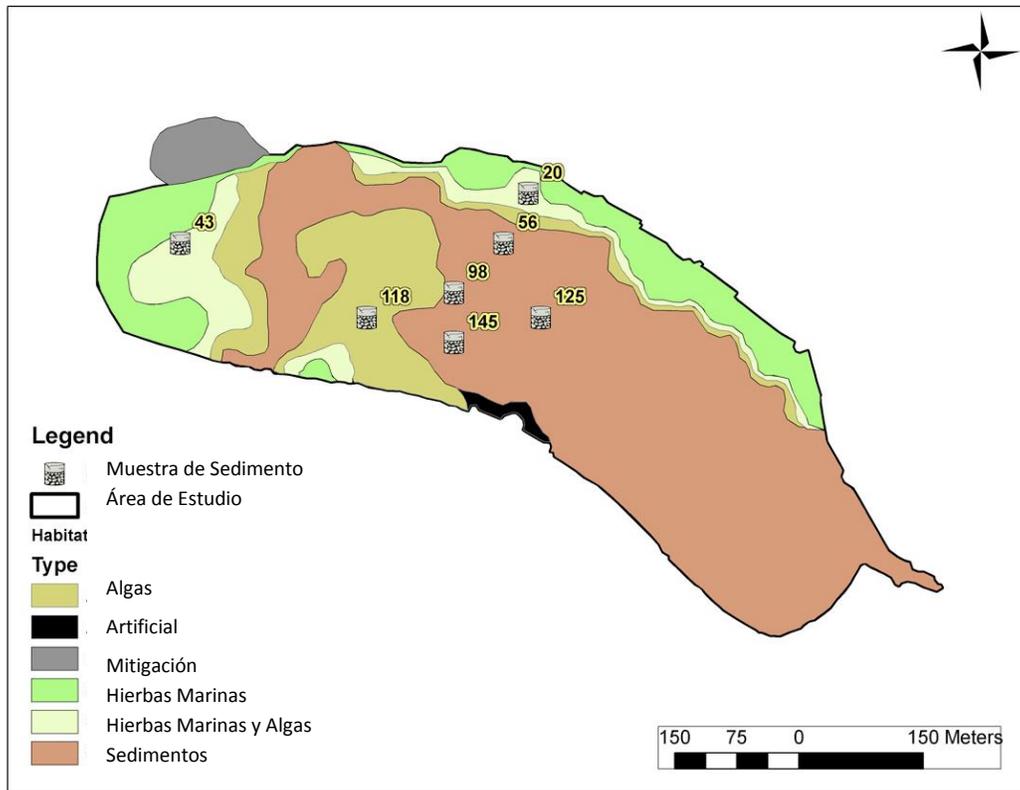


Figura 18. Estaciones de muestreo de sedimentos en la Laguna Condado, San Juan, Puerto Rico.

IV. CONCLUSIÓN

Sobre todo, la Laguna Condado se caracteriza por tener grandes porciones de áreas abiertas compuestas principalmente de sedimento fino. Diversidad biológica está restringida a las áreas llanas adyacentes a la orilla norte y suroeste de la laguna. El componente biológico mayor en referencia a porcentaje de cubierta por área fueron las algas, seguidos por una larga franja de lechos de hierbas marinas desde el noreste al suroeste de la laguna. Aunque estos lechos de hierbas marinas demostraron una abundancia y diversidad baja de invertebrados, la densidad de los tallos observados (199.99 tallos/ m²) cae entre el promedio para el Caribe. Por ejemplo, Zieman et al. (1997) reportó densidades de *T. testudinum* promediando aproximadamente 1,000 tallos/ m² en Belize, 300 tallos/ m² en Colombia, 290 tallos/ m² en La Parguera, PR, 260 tallos/ m² en Cuba, 160 tallos/ m² en Venezuela, y 70 tallos/ m² en Curazao. Las otras dos especies de hierba marina fueron encontradas en abundancias más bajas, con *Halodule wrightii* encontradas en áreas costeras bien llanas y con *Halophila decipiens* encontradas en parchos espaciados entre una zona mixta de hierbas marinas y algas. Áreas de hierbas marinas en la Laguna Condado aparecen funcionar como un hábitat importante para por lo menos el erizo verde, *Lytechinus variegatus* la cual fue observada en densidades altas en la parte norte de la laguna. Otra comunidad marina importante en la Laguna Condado es la comunidad de mangles rojos juveniles. Sin embargo los árboles de mangles sumergidos observados son pocos y la epifauna en sus raíces está pobremente desarrollada, así que no representan un área favorable para el crecimiento de comunidades complejas. La mayoría de los peces fueron observados en los enrocados y hábitats en las raíces de los mangles donde la estructura era abundante. La comunidad de peces en la laguna es típica de bahías llanas consistiendo principalmente juveniles de peces de arrecife e invertebrados de fondo fino. Áreas de hierbas marinas y sedimentos pelados adyacentes pueden servir de áreas de forrajeo para estas especies. Aunque, la falta de refugio en los hábitats de sedimento pelado resulta sobre todo en una baja diversidad de especies.

Las condiciones físicas de la Laguna Condado (condición de agua turbia con un sustrato no consolidado) no provee la estructura física para el desarrollo de un arrecife de coral. Aunque, dos corales escleractinios (*Siderastrea radians* y *Solenastrea bournoni*) fueron observados asociados con sustrato artificial proveído por el enrocado, piedras, latas y botellas. Estas fueron representadas por algunas pequeñas y aisladas colonias incrustadas que no proveen un hábitat significativo para peces ni invertebrados grandes. Como una opción de mitigación, estas colonias por su pequeño tamaño pueden ser removidas de su localidad y reimplantarlas lejos de la zona de impacto. Por lo delicado que son estas colonias de corales, es recomendado mover el coral con su sustrato para ser reimplantados en otro lugar.

Con la información limitada disponible sobre el propuesto relleno de las zonas profundas de la laguna con material de dragado del proyecto de San Juan Waterfront, podemos inferir que el impacto físico mayor puede ser relacionado con el incremento de aluvión y condiciones de turbidez de las aguas de la laguna. Esto puede evitar penetración de luz necesaria para producción primaria de hierbas marinas así como la sofocación de organismos invertebrados filtradores de alimentos. La exposición de las comunidades bénticas de la laguna por este proyecto de relleno va a depender de la metodología propuesta para controlar los sedimentos así como los mecanismos preventivos escogidos. Monitoreo de la calidad del agua y productividad biológica (i.e. productividad de hierbas marinas) serán fuertemente recomendadas para proveer una base para medir los cambios potenciales a través del tiempo durante el proyecto de relleno.

V. BIBLIOGRAFIA

- Ellis, S. & Gómez, F. (1976). Water Quality and Hydraulic Data San Juan Lagoon System. San Juan, P.R. USGS.
- Humann, P. (1989). Reef Fish Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA
- Humann, P. (1992). Reef Creature Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA
- Humann, P. (1993). Reef Coral Identification. New World Publications, Inc., Florida, USA
- Littler, D.S., M.M. Littler, K.E. Bucher, & J.N. Norris. (1989). *Marine Plants of the Caribbean. A Field Guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 263 pp.
- Moore, H.B., Jutare, T., Bauer, J.C., Jones, J.A. (1963). The Biology of *Lytechinus variegatus*. Bull. Marine Sci. Gulf Carib. 13:23-53
- Rivera, José A. (2005). Findings on the Benthic Assessment of the San Juan Bay Estuary, Puerto Rico. NOAA Fisheries. 83 pp.
- PEBSJ (2001). Plan Integral de Manejo y Conservación para el Estuario de la Bahía de San Juan. San Juan, P.R.
- USGS (1978). Water Resource Data for Puerto Rico. San Juan, P.R.
- Zieman, J., P. Penchaszadeh, J.R. Ramírez, D. Pérez, D. Bone, J. Herrera-Silveira, R.D. Sánchez-Arguelles, D. Zúñiga, B. Martínez, K. Bonair, P. Alcolado, R. Laydoo, J.R. García, J. Garzón-Ferreira, G. Díaz, P. Gayle, D.T. Gerace, G. Smith, H. Oxenford, C. Parker, L.P.J.J. Pors, I.A. Nagelkerken, B. van Tussenbroek, S.R. Smith, R. Varela, K. Koltes, & J. Tschirky. 1997. Variation in ecological parameters of *Thalassia testudinum* across the CARICOMP network. *Proc. 8th Int. Symp. Coral Reefs*. 1:663-668.