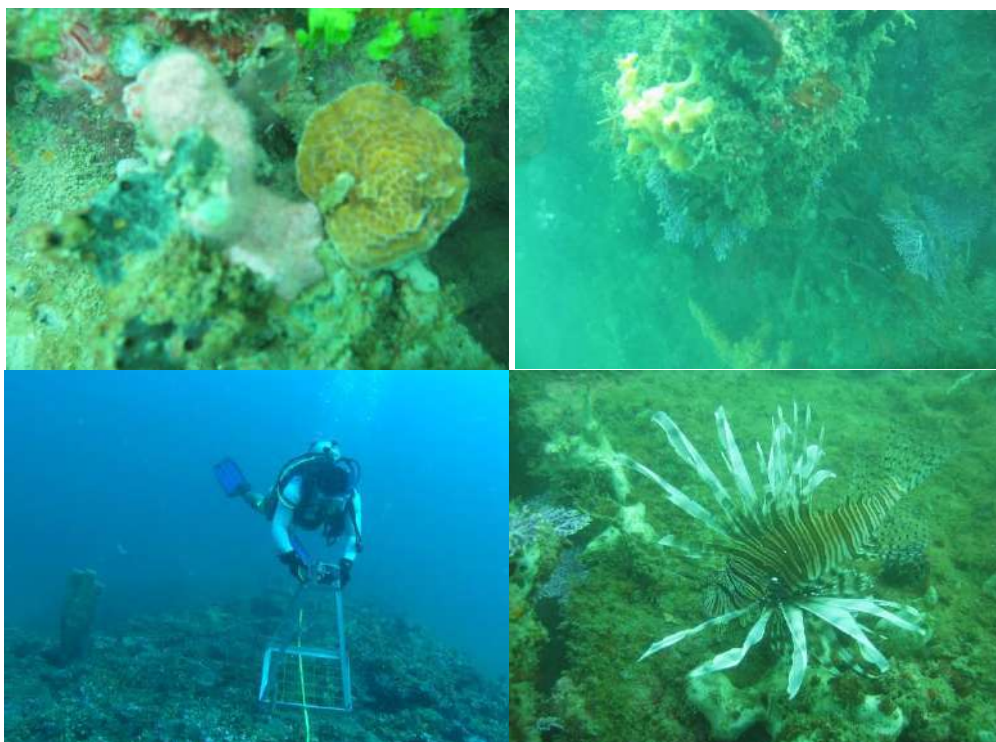


# SINOLAM LNG TERMINAL, S.A.

## ESTUDIO DE CORALES DEL BARCO HUNDIDO Y CULTIVO DE ALGAS

### INFORME DE RESULTADOS



**PFR ENVIRONMENTAL, S.A.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES

ANCON. Avda. Morgan, Dúplex 301-A  
Ciudad de Panamá. República de Panamá

**27 DE MAYO DE 2019**



LABORATORIO ACREDITADO POR EL CAN EN LA NORMA UNE-EN-ISO 17025

PFR ENVIRONMENTAL, SA  
ANCÓN. Avda. Morgan, Dúplex 301-A  
Panamá. República de Panamá  
TEL: +34 91 383 95 36  
FAX: +34 91 302 38 63  
Website: [www.pfr-environmental.com](http://www.pfr-environmental.com)

## PRESENTACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO

La empresa **SINOLAM LNG TERMINAL, S.A.** ha encargado a la empresa PFR ENVIRONMENTAL, SA, la Asistencia Técnica para el “ESTUDIO DE LOS CORALES DEL BARCO HUNDIDO Y CULTIVO DE ALGAS SITUADOS EN LA BAHÍA LAS MINAS (COLÓN)”, cuyo Informe de Resultados se presenta a continuación.

Equipo técnico que ha participado en el estudio:

- Carlos A. Vega Morales. Licdo. Biología. Coordinador trabajos. Buceador líder.
- Rawi Lezcano, Paramédico titulado y buceador trabajos de campo.
- Maholy Moreno García. Licda. Biología. Apoyo trabajos campo.
- Franklin Carrillo Quintero. Auxiliar. Apoyo trabajos de campo.

| Rev. Nº  | Motivo modificación                     | Aprobado por       | Fecha Entrega |
|----------|---|--------------------|---------------|
| 1        | Edición original                        | Licdo. Carlos Vega | 27-05-19      |
| 2, 3 y 4 | Versioones con correcciones del cliente | Licdo. Carlos Vega | 14-06-19      |

**Nº CONTRATO:** SINOLAM-CC-168-2019

**AMBITO DE LA INSPECCION:** REGLAMENTARIO. NO SE HA OMITIDO NINGUN ASPECTO DEL AMBITO ORIGINAL DEL TRABAJO.

**IDENTIFICACION DEL ITEM INSPECCIONADO:** ESTUDIO DE CORALES Y CULTIVOS DE ALGAS

**CONDICIONES GENERALES:** LOS ANALISIS LOS HA REALIZADO EL LABORATORIO PFR ENVIRONMENTAL, SA ACREDITADO POR EL CNA DE PANAMA Y SUS SUBCONTRATISTAS ACREDITADOS EN LA NORMA INTERNACIONAL UNE/EN/ISO 17025.

LA INSPECCION Y MUESTREO SE HA REALIZADO SEGÚN ESPECIFICACIONES RECOGIDAS EN LAS INSTRUCCIONES DEL SGC DE PFR ENVIRONMENTAL, SA CON REGISTROS PRIMARIOS DE LAS MEDIDAS IN SITU INCLUIDOS EN EL CUADERNO DE CAMPO DEL EQUIPO.

- 1) El presente informe es copia fiel del original que mantiene PFR ENVIRONMENTAL, SA
- 2) Los resultados obtenidos sólo afectan a las muestras ensayadas.
- 3) El presente informe no debe ser reproducido ni total ni parcialmente sin la autorización expresa del responsable Técnico de PFR ENVIRONMENTAL, SA o del cliente.

LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE INSPECCION Y ANÁLISIS SE REFIEREN EXCLUSIVAMENTE AL PEDIDO REALIZADO.

**DESIGNACION DEL DOCUMENTO:** ESTUDIO CORALES Y ALGAS SINOLAM 140619

**IDENTIFICACION DE LA VERSIÓN DEL DOCUMENTO:** 140619

## ÍNDICE

|      |  |   |
|------|--|---|
| 1.   | <u>INTRODUCCIÓN</u> .....                                      | 1 |
| 2.   | <u>ÁREA DE ESTUDIO</u> .....                                   | 1 |
| 3.   | <u>METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS</u> .....                       | 2 |
| 4.   | <u>RESULTADOS</u> .....  | 4 |
| 4.1. | Estudio de las formaciones de corales en el barco hundido..... | 4 |
| 4.2. | Estudio del cultivo de algas .....                             | 8 |

### ANEXO 1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría 3 en el que se considera el Dragado del Canal de acceso y dársena de giro para maniobrabilidad de giro de navíos en el área de Bahía Las Minas del proyecto Parque Energético río Alejandro, y en fase de aprobación por MiAmbiente, contempla en el Plan de Manejo Ambiental acciones de monitoreo de corales y, en el caso particular, el estudio del barco hundido situado en la parte más externa de Bahía Las Minas.

En el presente trabajo se ha realizado un monitoreo intensivo de corales y otras formaciones bentónicas de interés del barco hundido, siguiendo protocolos de amplia aceptación científica, en donde se tomaron fotografías y se prepararon tablas de las especies encontradas y los datos obtenidos fueron comparados con la bibliografía existente. Asimismo, se completó un muestreo de la zona de cultivo del alga Gracilaria, cercana a Punta del Medio, en donde se pudo determinar la implantación de la especie objeto de cultivo.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

El barco hundido se encuentra en el canal de acceso de Bahía las Minas, diagonal a la boya 5, formada por una estructura de acero con 321 pies de eslora y 41 pies de manga y cuya área total aproximada es de 1,164 m<sup>2</sup>; se encuentra entre los 15 y 25 pies de prundidad, cubierta parcialmente con coral vivo, algas y esponjas incrustantes, adherido en el fondo con una mezcla de sedimentos y arena<sup>1</sup>.

Por su parte, las áreas de cultivos de algas se encuentran en la parte noroeste y sureste de Punta del Medio, se procedió a realizar una verificación visual y fotográfica sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo. Las coordenadas de ubicación del barco hundido y los cultivos de algas (en el centro estimado del polígono) se reflejan en el Cuadro 1.

| CUADRO 1. COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL BARCO HUNDIDO Y CULTIVO DE ALGAS |             |             |
|---|-------------|-------------|
| SITIO   | UTM E WGS84 | UTM N WGS84 |
| PROA  | 629724      | 1039303     |
| POPA  | 629742      | 1039424     |
| CULTIVO DE ALGAS (centro del polígono de cultivo)                       | 630220      | 1038700     |

---

<sup>1</sup> Datos suministrados por SINOLAM.

### 3. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

En el barco hundido se procedió a realizar muestreos de corales y formaciones de algas y esponjas incrustantes el 28 de abril de 2019, según el protocolo establecido en la METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES preparada por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) dentro del “Programa de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de la Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá para el Manejo Costero Integrado”. Dentro de las métricas a analizar en los trabajos de campo se incluyeron:

- Porcentaje de cobertura de los organismos, incluyendo la cobertura del coral y la densidad de las colonias coralinas de las principales especies.
- Tipos y diversidad de los organismos del coral en el substrato.

En la cubierta del barco hundido, se establecieron diferentes transectos lineales, manteniendo la longitud de cada transecto de 40 m, que fue subdividido en tres tramos de 10 m de largo y cada tramo separado entre sí por 5 m (en dónde no se muestreaba), empleando una cuadrata de 0,5x0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>) dividida en 25 subcuadratas de 0,01 m<sup>2</sup>. En total, se han realizado 71 muestreos unitarios con las cuadratas, lo que equivale a un área total muestreada de 17,75 m<sup>2</sup>.



Figura 1. Esquema que demuestra cómo fueron marcados los transectos utilizados en el monitoreo. Las áreas grises corresponden a los tres segmentos de 10 m<sup>2</sup> en dónde se realizaban las mediciones.

Igualmente, se han tomado secuencias de fotos por cada cuadrata, que servirán para la evaluación de las tendencias con el paso del tiempo en estas ubicaciones y para verificar y confirmar en el laboratorio las diferentes formaciones bentónicas, así como para la estimación de las densidades de coral en base al área ocupada por cada una de las especies en cada subcuadrata.

Estas actividades de monitoreo fueron realizadas por dos buzos en dos jornadas de buceo (mañana y tarde) de dos horas de duración cada una, completadas durante un día de campo.

Los trabajos de buceo se realizaron con viento N-NW, variable de fuerza 2-B, mar en calma y cielos despejados sin lluvia. La visibilidad del agua fue considerada como moderada a buena.

Para la clasificación e identificación de los organismos se utilizaron las guías de identificación de Humann (2006) sobre corales, peces y especies arrecifales; Veron (2000) para identificación y listado de especies corales pétreos; para la identificación de corales blandos en campo, la guía de Humann (2006), en la guía publicada por la Universidad de Warwick (2007) para la identificación visual de este grupo, otras guías STRI Bocas Data Base (2012) y Collin et al. (2005), para invertebrados. Además, se realizaron consultas a diferentes especialistas a partir de las muestras fotografiadas.



*Equipos utilizados en los monitoreos.*

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estudio de las formaciones de corales en el barco hundido

En el Cuadro 2 se resumen las superficies ocupadas y porcentaje de cobertura (en %) en la cubierta del barco de las formaciones coralinas y de las algas y esponjas, así como de otras áreas (zonas ocupadas por arena y restos del barco sin colonizar por formaciones vivas).

| CUADRO 2. SUPERFICIE OCUPADA Y PORCENTAJE COBERTURA DE LAS FORMACIONES BENTÓNICAS |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| GRUPO   | SUPERFICIE OCUPADA (m <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE DE COBERTURA EN EL BARCO (%) |
| Corales   | 97,8                                 | 8,4                                     |
| Algas y esponjas  | 309,0                                | 26,5                                    |
| Arena y restos del barco sin colonizar por formaciones vivas                      | 757,12                               | 65,0                                    |
| Total   | 1164                                 | 100                                     |

Por su parte, en el Cuadro 3 se incluyen las densidades estimadas de los principales corales identificados.

| CUADRO 3. DENSIDAD (ind/m <sup>2</sup> ) ESTIMADA DE LAS ESPECIES DE CORAL |                 |                 |  |   |
|--|-----------------|-----------------|--|---|
| NOMBRE ESPECIE   | LISTA ROJA UICN | CATEGORÍA CITES | DENSIDAD DE CORALES ind/m <sup>2</sup> | PORCENTAJE DEL TOTAL DEL AREA OCUPADA POR CORALES |
| <i>Agaricia agaricites</i>   | LC              | II              | 0.42                                   | 28.4  |
| <i>Diplora clivosa</i>   | DD              | II              | 0.05                                   | 3.51  |
| <i>Montastraea cavernosa</i>   | LC              | II              | 0.27                                   | 18.09   |
| <i>Porites porites</i>   | LC              | II              | 0.01                                   | 0.67  |
| <i>Musa sp</i>   |                 |                 | 0.005                                  | 0.33  |
| <i>Porites asteroides</i>  | LC              | II              | 0.55                                   | 37.01   |
| <i>Scolymia sp</i>   |                 | II              | 0.005                                  | 0.33  |
| <i>Siderastrea siderea</i>   | LC              | II              | 0.14                                   | 9.54  |
| Gorgoneas  | LC              | II              | 0.03                                   | 2.01  |

NOTAS: IUCN (2019-1): LC= Riesgo Menor. CITES (2015): Apéndice II de CITES. Cobertura según escala de abundancia de Braun-Blanquet.

El porcentaje de cobertura de coral en el barco es de 8.4% que equivale a 97.8 m<sup>2</sup> de superficie ocupada del barco. Las algas y esponjas incrustantes con 26.5% representan 309.0 m<sup>2</sup> de la superficie ocupada, del total del barco que es de 1164 m<sup>2</sup>.



En cuanto a la densidad, podemos señalar que *Porites astreoides* resulta ser la especie con mayor densidad<sup>2</sup> con 0.55 ind/m<sup>2</sup> con porcentaje de 37.01% del total del área de corales, seguido de *Agaricia agaricites* con una densidad de 0.42 ind/m<sup>2</sup> y 28.4%, luego *Montastraea cavernosa* con una densidad de 0.27 ind/m<sup>2</sup> y 18.09% y por ultimo *Siderastrea siderea* con 0.14 ind/m<sup>2</sup> y 9.54%; el resto de especies presentan densidades y porcentajes muy bajos (inferior al 1%).

Dentro de los corales podemos señalar que los más abundantes son *Porites astreoides*, *Agaricia agaricites*, *Montastraea cavernosa*, *Siderastrea siderea*, las otras especies presentan una abundancia relativamente baja. Como era de esperar, los depósitos y arrastres aportados por los ríos que confluyen en la bahía (arena, finos, etc) y otras formaciones sedimentarias ocupan la mayor parte del área estudiada.



Además, tanto los corales verdaderos como los hidroides, aparecen en la lista como Especies de Interés y se encuentran en Apéndice II de CITES ([www.cites.org/panamá](http://www.cites.org/panamá)).

El grupo de algas dominantes (Cuadro 4), en cuanto a diversidad, son las algas rojas (Rodofitas), dentro del cual se reportaron especies como *Amphiroa fragilissima*, junto a estas se encuentran algas verdes como *Caulerpa sertularioides* y *Halimeda opuntia*, especies con alto contenido de carbonato de calcio (algas coralinas incrustantes) y que juegan un papel fundamental en la consolidación y estabilización de los arrecifes de corales, además, son capaces de formar tres veces más arrecifes que los propios corales<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Las densidades de corales se han calculado para el total de subcuadrante en donde aparece la especie, teniendo en cuenta el n° de individuos de la especie presentes en los subcuadrantes por 0,01 m<sup>2</sup> (N° subcuadrantes\* n° individuos/área del subcuadrante)

<sup>3</sup> Cortes N. J & León S. A. 2002. Pág. 40.

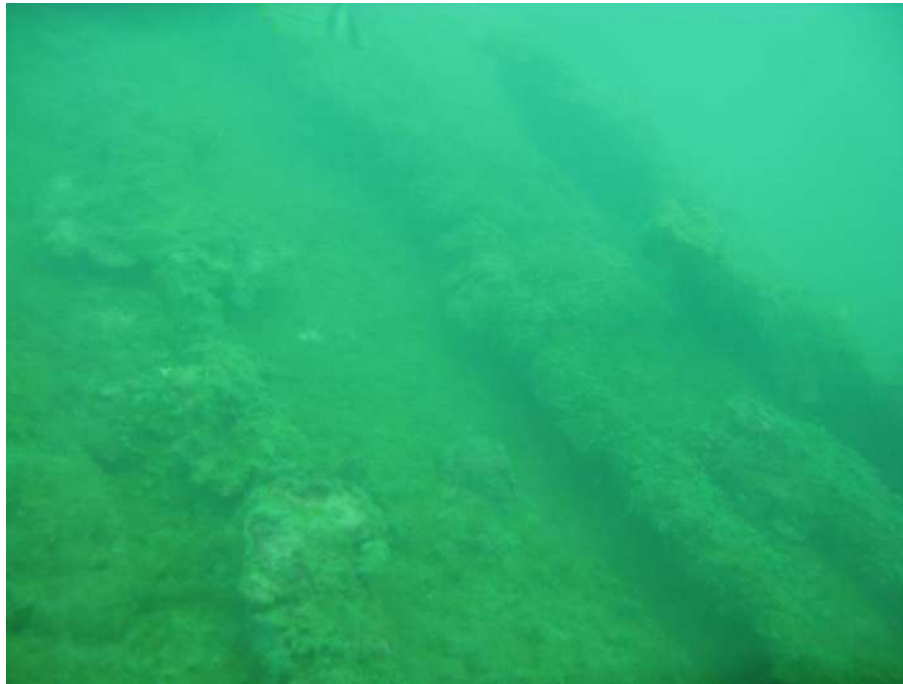


Las esponjas son el grupo más dominantes y diverso que se encuentra en el barco hundido, reportándose doce especies. Según Zea 1984<sup>4</sup>, las esponjas son los organismos dominantes en este tipo de medio críptico y poco iluminado, en donde las algas y corales por debajo de los 10 m de profundidad se ven desfavorecidos. De las especies reportadas se encuentran múltiples formas y colores, sin embargo, las formas incrustantes son las más conspicua e importante con un 30 % de total reportadas entre los distintos subgrupos.

| CUADRO 4. ESPECIES DE ALGAS, ESPONJAS Y EQUINODERMOS PRESENTES |                                |                       |
|--|--------------------------------|-----------------------|
| GRUPO FAUNÍSTICO   | NOMBRE ESPECIE                 | PRESENCIA EN EL BARCO |
| ALGAS CALCÁREAS, RODÓFITAS Y VERDES                            | <i>Caulerpa sertularioides</i> | *                     |
|  | <i>Halimeda tuna</i>           | *                     |
|  | <i>Dictyota menstrualis</i>    | *                     |
|  | <i>Amphiroa fragilissima</i>   | *                     |
|  | <i>Amphiroa rigida</i>         | *                     |
|  | <i>Galaxaura obtusata</i>      | *                     |
|  | <i>Peyssonnelia inamoena</i>   | *                     |
| ESPONJAS   | <i>Amphimedon compressa</i>    | *                     |
|  | <i>Aplysina cauliformis</i>    | *                     |
|  | <i>Aplysina fulva</i>          | *                     |
|  | <i>Aplysina lacumosa</i>       | *                     |
|  | <i>Callyspongia vaginalis</i>  | *                     |
|  | <i>Cliona sp</i>               | *                     |
|  | <i>Clathrina primordialis</i>  | *                     |
|  | <i>Erylus formosus</i>         | *                     |
|  | <i>Ircina campana</i>          | *                     |
|  | <i>Ircina strobilina</i>       | *                     |
|  | <i>Spirastrella coccinea</i>   | *                     |
|  | <i>Xestospongia muta</i>       | *                     |
| EQUINODERMOS   | <i>Echinometra lucunter</i>    | *                     |
|  | <i>Holothuria sp</i>           | *                     |
|  | <i>Diadema antillarum</i>      | *                     |

Es importante señalar que las colonias de corales monitoreada son de la parte de la cubierta solamente, pues en los laterales del casco impera el crecimiento de algas y esponjas junto a hidroides y gorgóneas. La sedimentación ha cubierto gran parte de las escasas estructuras verticales que todavía se conservan del barco.

<sup>4</sup> Zea, Sven. 1998. Estado actual del conocimiento en Sistemática de Esponjas Marinas (Poríferas) del Caribe Colombiano. Boletín Ecotrópica: Ecosistemas Tropicales N° 33: 45-59.



*Fotos del costado de babor del barco en donde se aprecia que dominan las formaciones de de algas y esponjas junto a hidroides y gorgóneas. La sedimentación ha cubierto gran parte de las escasas estructuras verticales.*







#### 4.2. Estudio del cultivo de algas

El cultivo de algas, principalmente del género *Gracilaria*, se desarrollan en la pequeña bahía próxima a Punta del Medio, cuyas coordenadas del centro del polígono se incluyen en el Cuadro 1. El sistema de cultivo empleado está basado en líneas de cuerda horizontales (tipo “long line”), que se sujetan en líneas verticales con boya y peso en el fondo, con una profundidad de unos 1,40-2,00 m en función de la altura de la marea. Las especies cultivables crecen y se desarrollan principalmente en las líneas de cuerda horizontal, aunque también pueden aparecer en las verticales.

Durante el análisis visual, apoyado en un reportaje fotográfico, realizado en los cultivos de algas, se pudo determinar una baja implantación de la especie objeto de cultivo. En este sentido, se señala que la sedimentación ha jugado un papel importante limitando el escaso crecimiento y desarrollo de estos cultivos.

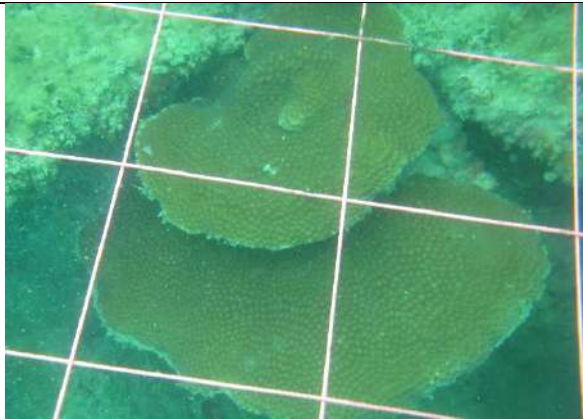
Igualmente, se ha observado el crecimiento de otras especies de algas como: *Caulerpa sertularoides*, *Paadina pavonica*, *Dictyota menstrualis*, *Chondrophycus papillosus*, que se fijan a la línea de cultivo y se convierten en una fuerte competencia, desplazando a *Gracilaria sp.* Esto sucede en todos los cultivos verificados (ver fotos adjuntas). Otra especie que se fijan en la línea de cultivo y compite con un crecimiento rápido son las esponjas incrustantes del género *Cliona sp.* Dentro del área o concesión del proyecto es común observar algunos parches de pasto marino de *Thalassia testudinum*, algas verdes como *Penicillun capitatus*, *Caulerpa sertularoides*, *Halimeda opunti* y esponjas del género *Cliona sp.*

Además, se realizaron entrevistas a diferentes pescadores de la zona, que indicaron que observaban poco mantenimiento de los cultivos y que los afectaba a la navegación en la zona, ya que durante un tiempo estuvieron sin señalizar, ocasionando daños por enredo de las cuerdas en las hélices.

|  |  |
|--|--|
|   |    |
| <p><i>Algas caulerpa sertularioides creciendo en la línea</i></p>  | <p><i>Crecimiento de algunas esponjas y algas en la línea</i></p>                    |
|    |   |
| <p><i>Línea de Cultivo de Algas colonizado por Paadina pavonica, Dictyota menstrualis y Chondrophycus papillosus.</i></p>  |  |
|   |  |
| <p><i>Presencia de algas colonizantes (Caulerpa sertularioides, Paadina pavonica, Dictyota menstrualis, Chondrophycus papillosus) fijadas por competencia en las líneas.</i></p> |  |

ANEXO 1  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO





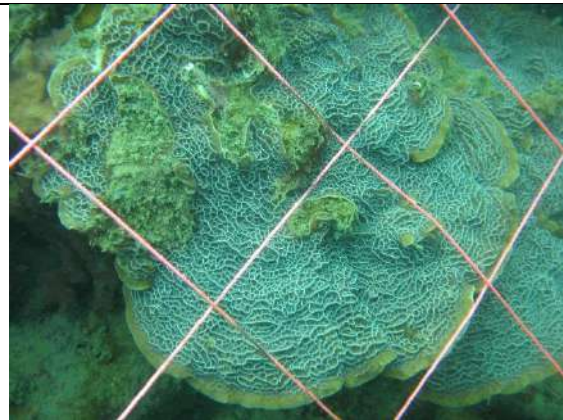
, *Siderastrea sidérea*



*Caulerpa sertularoides* con esponjas



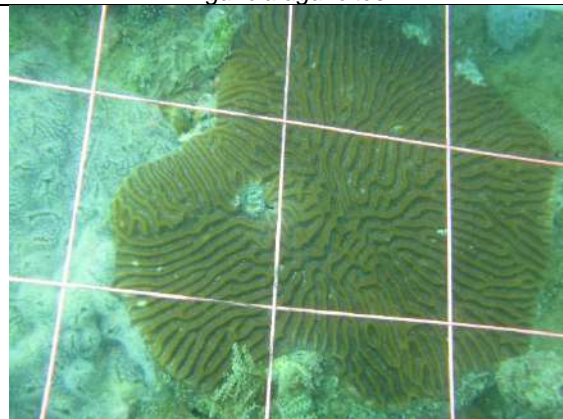
Coral *Montastrea cavernosa*



*Agaricia agaricites*



Coral del género *Scolymia* sp



Coral cerebro *Diplora strigosa*

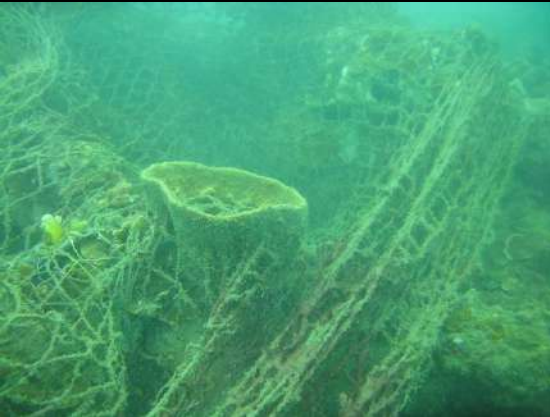




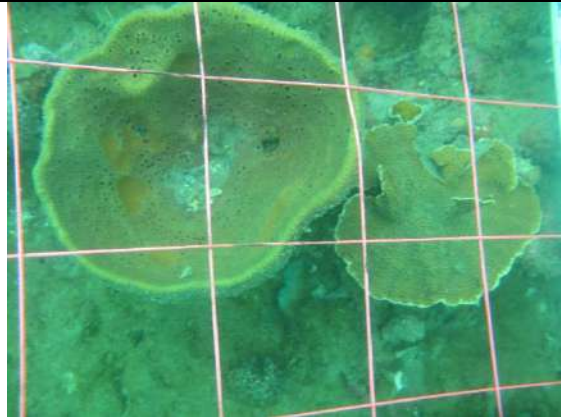
*Agracion de peces sobre el barco hundido*



*Presencia de Pez León Pterois volitans*



*Redes de pesca sobre la popa del barco*



*Esponja Verongula gigantea con Agaricia agaricites*