

**REPORTE DE AVANCES DEL PROGRAMA DE
MONITOREO SUBMARINO DE PECES DE ARRECIFES
EN SANTA ROSALÍA, B.C.S., MÉXICO**



Elaborado por:

Fundación Hagamos Más por Santa Rosalía A. C. y Ecologist Without Borders

1.- INTRODUCCIÓN

México posee una topografía muy compleja y diversa, característica que determina la existencia de un notable mosaico de ambientes y climas, albergando una gran variedad de especies tanto terrestres como acuáticas, muchas de ellas endémicas. Cuenta con 11,592.77 km. de litoral, y múltiples tipos de ecosistemas acuáticos, incluyendo arrecifes coralinos, praderas marinas como lagunas costeras y manglares, estos siendo considerados ecosistemas con alta tasa de productividad, pues exportan importantes cantidades de nutrientes al océano abierto, contribuyendo con esto a beneficiar diversas cadenas tróficas marinas (CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura 2007). El Golfo de California (GdC) es una extensión del Océano Pacífico y se ubica al noroeste de México entre la península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa.

Las mareas de este se encuentran entre las mayores del planeta, pues se han medido fluctuaciones de hasta 9 metros en su extremo norte. Goza de una inmensa concentración de organismos microscópicos y de una extraordinaria diversidad biológica gracias a la abundante luz solar, la compleja batimetría del fondo marino y los patrones de circulación oceánico de la región que genera una alta productividad y disponibilidad en nutrientes de las aguas. El GdC es área importante de alimentación, reproducción y crianza de especies, entre ellas se encuentran 35 especies de mamíferos marinos, 700 especies de peces óseos y cartilaginosos, 5 especies de tortugas marinas y aproximadamente 4,800 especies de invertebrados. Esta abundancia o riqueza que obtenemos en el Golfo de California hace de este mar la región de más importancia pesquera de México.

Entre los peces de más importancia comercial se encuentran entre otras la sardinas y macarelas, el jurel, varias especies de tiburones y rayas, sierras, pargos y cabrillas. Cabe destacar también que alrededor del 90% de la producción nacional de camarón cultivado proviene de la región costera del Golfo. Numerosas investigaciones en todo el mundo coinciden en que los ambientes acuáticos se encuentran deteriorados por los impactos de múltiples actividades antropogénicas entre las que se destacan: la sobreexplotación de los recursos, la contaminación, la pesca ilegal o no regulada, así como el uso métodos de pesca

poco selectivo o no adaptados para esta actividad (Halpern et al. 2008; Jackson et al. 2001; Worm et al. 2006).

El monitoreo ambiental periódico de un hábitat o ecosistemas, tanto físico-químico como de su composición y abundancia de especies permite evaluar el grado de importancia y la magnitud de estos impactos, detectar cambios eventuales con el tiempo asociado a actividades humanas específicas (por ejemplo, contaminación, desarrollo turístico y residencial descontrolado) (Seoánez, 2000), así como determinar las acciones necesarias para su protección.

El corredor pesquero Santa Rosalía-Mulegé (CSRM) abarca las áreas marinas cercanas a la costa del oeste del Golfo de California que bordean el Municipio de Mulegé en el estado de Baja California Sur, las principales comunidades pesqueras son Santa Rosalía, San Lucas, San Bruno y Mulegé. Sus principales actividades económicas son la extracción de metales y minerales y la pesca artesanal. Durante varias décadas, esta última iba enfocada a la captura del calamar gigante *Dosidicus gigas*, principal fuente económica de la región, sin embargo, el colapso de su pesquería posterior a el evento del Niño en 2015-2016 generó la necesidad de una diversificación de las pesquerías por parte de los pescadores locales del corredor, que ahora se dirigen hacia diversas especies de peces, siendo las más importantes los pargos, cabrillas y jureles.

Por lo anterior, Hagamos Mas por Santa Rosalía, ITESME y ECOWB han estado trabajando juntos desde 2013 con los pescadores locales del corredor en el desarrollo de un Proyecto de Pesquerías Sustentables en el corredor de Santa Rosalía- Mulegé para que la pesquería ribereña se realice de manera ordenada y en niveles ambientalmente sostenibles, a la vez minimizando los impactos adversos de esta actividad sobre los hábitats y ecosistemas marinos asociados y maximizando sus beneficios socio-económicos para las comunidades pesqueras que la conforman. Este incluye entonces acciones para la implementación de un programa de monitoreo pesquero junto con un programa de monitoreo ambiental que documente los impactos de la pesquería en el ecosistema y los impactos de los cambios ambientales en las poblaciones de interés y sus hábitats, para generar una línea base sólida

de información que facilite la adopción de prácticas pesqueras sostenibles y buena gestión de las pesquerías. En este documento se presenta el programa de monitoreo ambiental submarino y físico-marino de los arrecifes rocosos de la región que se está contemplando en este marco.

2.- OBJETIVO

Realizar un censo de la fauna marina en tres zonas de arrecifes rocoso en santa Rosalía, mediante muestreo visual. Los arrecifes rocosos son el ecosistema más dominante del Golfo de California, y están constituido por bloques de rocas, paredes y terrazas de diferentes tamaños, esta combinación crea las condiciones necesarias para brindar sustrato a algas y zonas de alimentación, refugio y reproducción a muchas especies de peces e invertebrados.

3.-MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en tres zonas costera de Santa Rosalía, B.C.S., las cuales son: la Terminal Marítima, El Purgatorio y El Morro (Fig. 1).

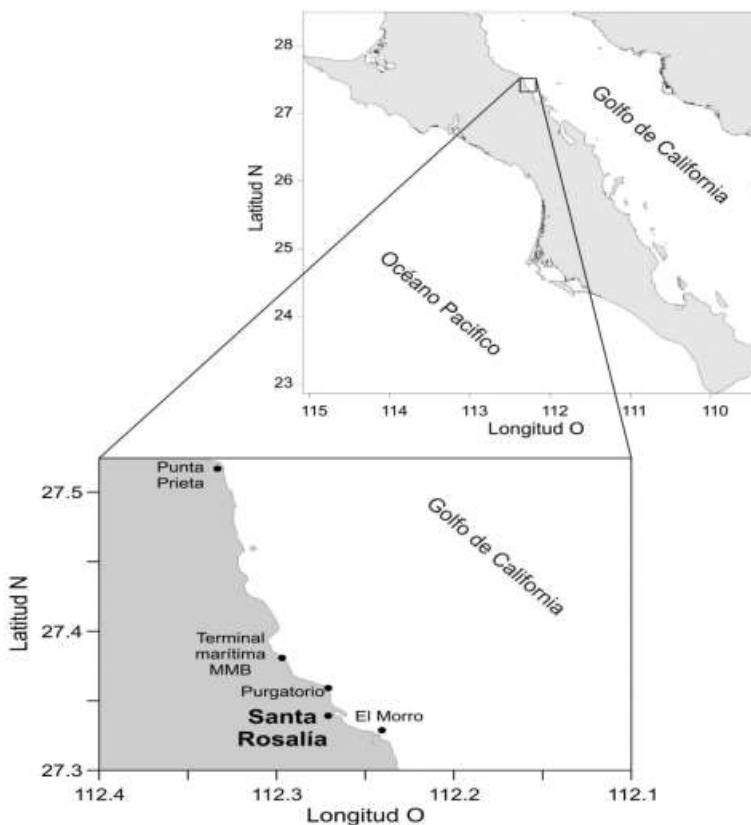


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo visual para el monitoreo submarino de peces de arrecife.

Para realizar los trabajos se utilizó una embarcación de fibra de vidrio de 24 pies de eslora, con un motor fuera de borda de 75 HP marca Yamaha.

Se recabaron datos sobre la abundancia y composición de especies de peces de arrecifes rocosos en los tres sitios de muestreo mediante un censo visual estacionario. Este método es parecido al de un cuadrante en el sentido que estima la composición de una comunidad en un área y tiempo determinado. Además, se puede utilizar para estimar la composición de especies, abundancia y frecuencia. Las especies de peces se identificaron mediante la

herramienta “Guía de Identificación de Peces” proporcionada por Fernández-Rivera et al., 2012 (Anexo 3).

Antes de comenzar el muestreo, se hicieron observaciones sobre el medio ambiente como dirección del viento y cobertura de nubes para poder realizar el muestreo. Además, se anotaron la fecha y hora del muestreo y cualquier observación pertinente. Al comenzar el muestreo se midió la visibilidad del lugar. Una persona se mantuvo estacionada aguantando la cinta métrica mientras la segunda persona nado alejándose de la persona estacionaria aguantando la cinta al nivel de la cabeza. La persona estacionaria anoto la distancia obtenida cuando no pudo ver la cabeza del nadador.

Metodología del censo visual estacionario (adaptado de Bohnsack and Bennerot, 1986).

1) Se anotaron todas las especies observadas en 5 minutos dentro de un cilindro imaginario con un radio de 2 metros que extiende de la superficie al fondo. El muestreo inicio mirando hacia la orilla y se anotaron los nombres de cada animal dentro del campo de visión y dentro del cilindro imaginario preestablecido. Se prolongo muestreando de la misma manera dentro del cilindro, cambiando el campo de visión girando en una sola dirección hasta completar un circuito del cilindro. 2) Se utilizó una lista de especies generada durante los 5 minutos de muestro se anotó la abundancia de cada especie en la lista. Se comenzó con la última especie en la lista y se contó los individuos observados en una sola rotación.

Se repitió el paso para cada especie de la lista (el número de rotaciones debe ser igual al número de especies en la lista). Se anoto la lista de las especies y los conteos de abundancia en una bitácora para cada muestreo del cilindro imaginario. Después de terminar el muestreo los datos se pasaron a una libreta de notas.

Tabla .- Puntos de Muestreo de la zona de Santa Rosalía, BCS.

No	Sitio de Muestreo	Descripción del Sitio	Latitud/ Longitud	Frecuencia de Muestreo
1	El Morro	Arenoso/rocoso	27.37211/ 112.29018	Una vez por mes.
2	El Purgatorio	Rocoso /canto rodado	27.35813/ 112.27025	Una vez por mes.
3	Terminal Marítima	Pegado a la parte norte del muelle de MMB rocoso/arenoso	27.32637/ 112.24862	Una vez por mes.

Análisis ambiental hidrológico

Para este análisis, se filtraron datos satelitales referentes a la región de implementación del monitoreo submarino en bases de datos provenientes de plataformas como NOAA de Estados Unidos y Copernicus de la Unión Europea. La información obtenida refiere a la dinámica de la salinidad, temperatura, oxígeno y microalgas superficial durante el año 2023. Se realizó una vinculación visual con los resultados obtenidos en el monitoreo submarino.

5.- RESULTADOS

Presencia de especies en los tres sitios

La presencia de organismos durante todos los muestreos varió, no obstante, El Muelle, fue el sitio que mayor cantidad de especies mostró en el total de muestreos realizados. Esto destaca que podría ser un sitio de mayor riqueza de especies. El siguiente sitio con la mayor cantidad de especies registradas, fue El Morro, que es un sitio de fondo rocoso y con presencia de algunos corales blandos. Por último, El Muerto fue la ubicación con la menor cantidad de especies registradas (Fig. 2).

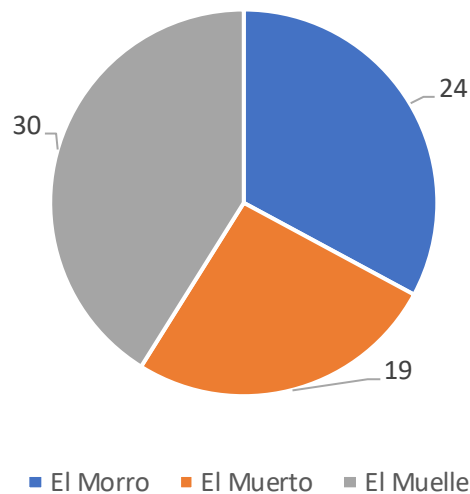


Figura 2. Cantidad total de especies encontradas en cada sitio.

Respecto a las 24 especies registradas en la zona de El Morro, podemos identificar que la más frecuente fueron los peces muleginos, ángeles rey, mojarras, rayadillos y botetes. El resto de individuos se registró en menor frecuencia (Fig. 3).

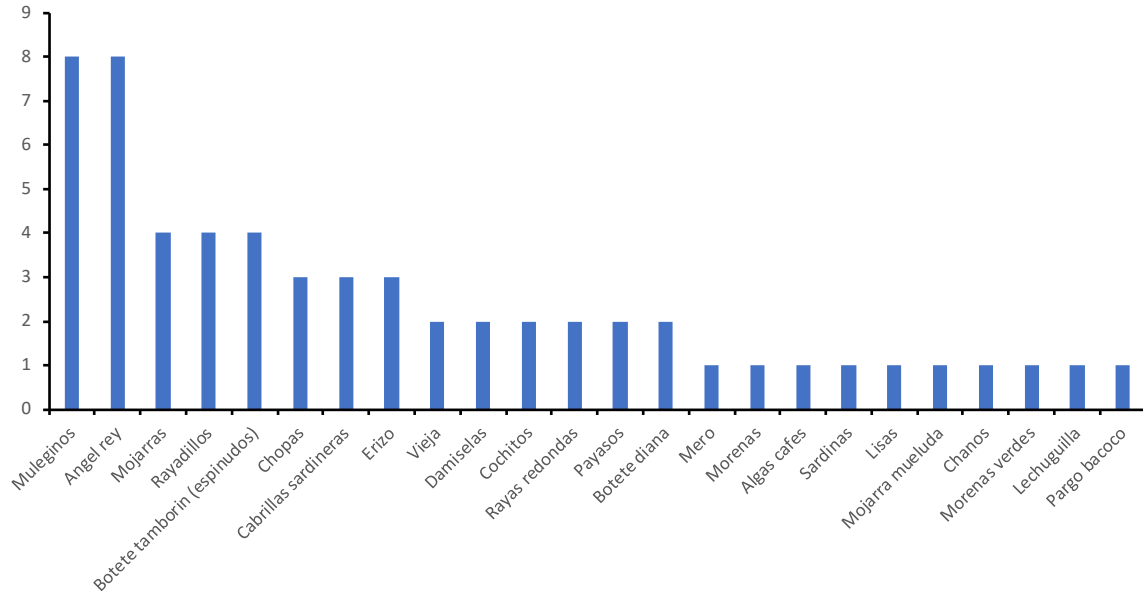


Figura 3. Presencia de individuos registrados en El Morro durante todo el año.

Para el sitio número dos, conocido como El Muerto, los muleginos también fueron los peces con mayor frecuencia de registro durante todo el año de muestreo, estos fueron seguidos de igual manera en El Morro por los ángeles rey. No obstante, aquí hubo una mayor presencia de rayas redondas (Fig. 4).

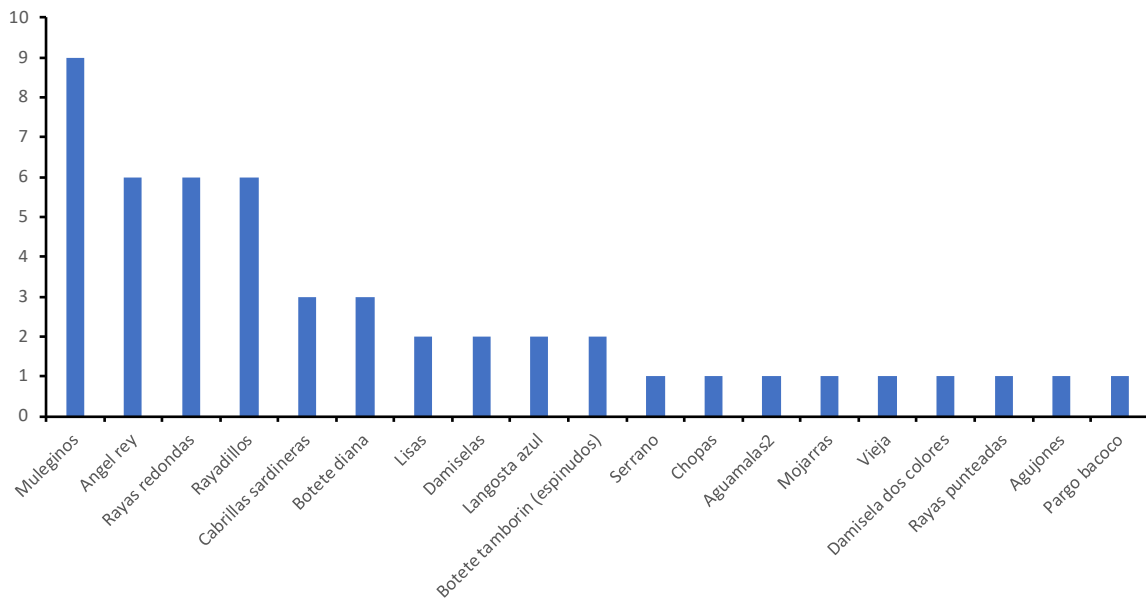


Figura 4. Presencia de individuos registrados en El Muerto durante todo el año.

Para el sitio número 3, denominado como El Muelle por el arribo de los barcos de la empresa minera MMB, los rayadillos fueron los que encabezaron la lista de los peces con mayor frecuencia, continuados por los muleginos y las cabrillas sardineras. Cabe resaltar que este fue el sitio con la mayor cantidad de especies registradas durante todo el año (Fig 5).

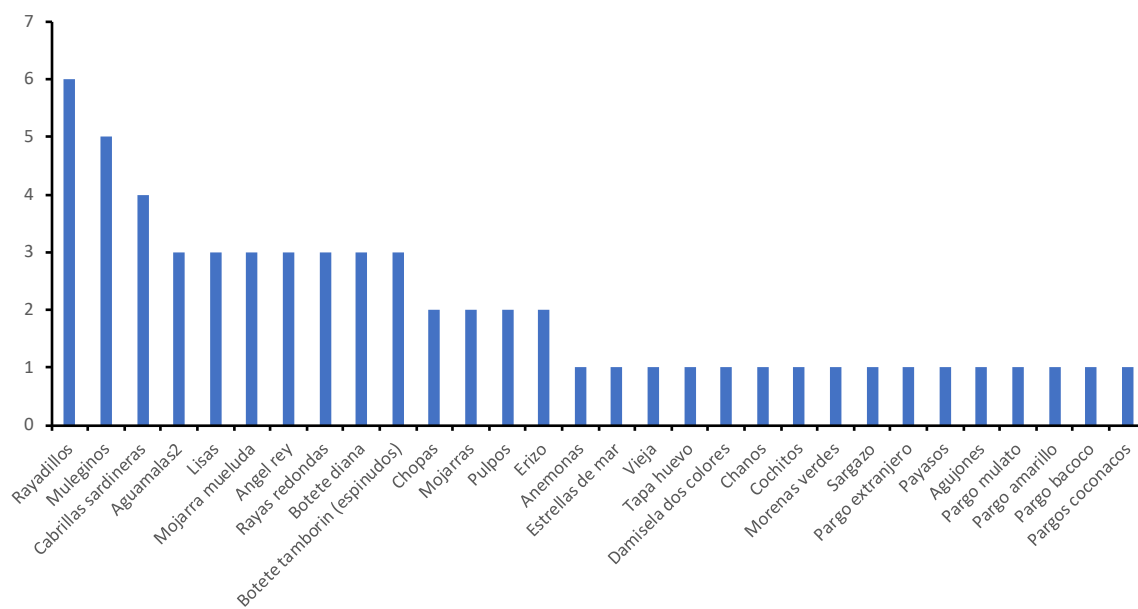


Figura 5. Presencia de individuos registrados en El Muelle durante todo el año.

Respecto a las especies que fueron registradas durante todo el año, se logró identificar a 43 especies. Entre ellas, los muleginos y los ángeles rey fueron los que se mostraron con mayor frecuencia, cabe resaltar que estos peces son pequeños y se asocian a lugares de fondo rocoso, como los sitios en donde se planeo el programa de monitoreo. También, hubo presencia de rayadillos, rayas, cabrillas, botetes, mojarras, chopas, lisas, erizos, aguamalas o medusas, damiselas, mojarras, cochitos, payasos, pargos, pulpos, langostas, chanos, morenas, agujones, meros, serranos, anemonas, estrellas de mar, morenas, algas verdes y cafés, sardinias, tapahuevos, rayas punteadas y sargazos. Cabe señalar, que entre todas estas especies, se encuentran recursos pesqueros de alto valor, como pargos, cabrillas, meros, langostas, pulpos y cochitos (Fig. 6).

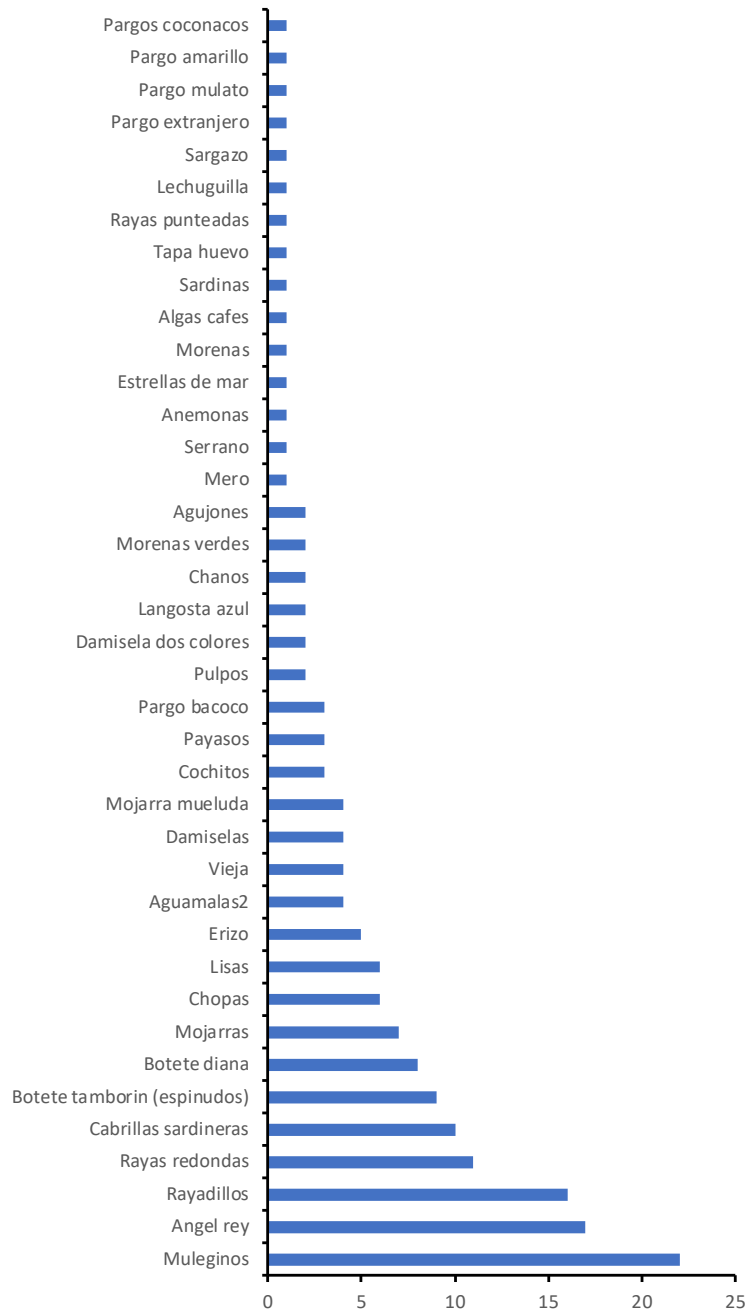


Figura 6. Frecuencia de especies registradas en los tres sitios durante todo el año.

Para los meses en que se tiene registro, podemos observar que la frecuencia de las especies tuvo una variación, siendo los meses de abril, junio y julio en los que mayor cantidad de especies se registraron. Se nota un claro descenso en la cantidad de especies para los meses de agosto a octubre, mostrando un ligero incremento para noviembre y diciembre. Cabe

resaltar que los meses en que menos cantidad de especies se registraron fueron los meses en que se desarrollan los fenómenos naturales como los huracanes y las tormentas de la región (Fig. 7).

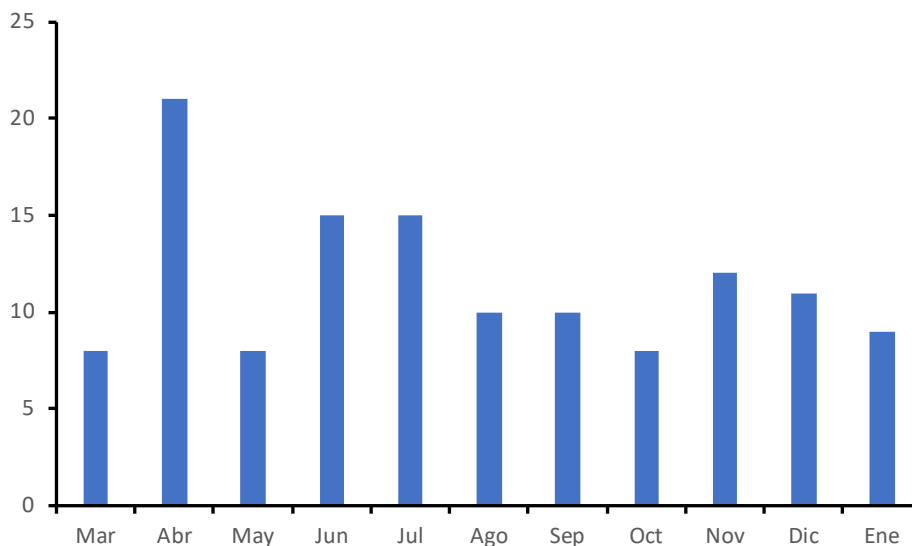


Figura 7. Cantidad de especies por mes

Datos ambientales de salinidad y temperatura

La tendencia de los promedios de salinidad y temperatura muestran una clara variación, la primera variable se muestra relacionada directamente con los meses de lluvia, mostrando valores ligeramente menos en la concentración de salinidad en el agua en aquellos meses de lluvias y huracanes, así mismo, esta relación también se observa de manera sutil en la cantidad de especies registradas por mes (Fig. 7 y 8).

Para el caso de la temperatura superficial del mar, que está relacionada directamente con la temperatura de los fondos en las orillas del mar, como era de esperarse, muestra una tendencia en la que se incrementa en los meses de verano y lluvias, en los cuales también disminuye la riqueza de especies en la zona. El promedio general mensual de la temperatura varió desde los 15 a los 30 grados centígrados, señalando una gran adaptabilidad de los animales que se registraron durante todo el año.

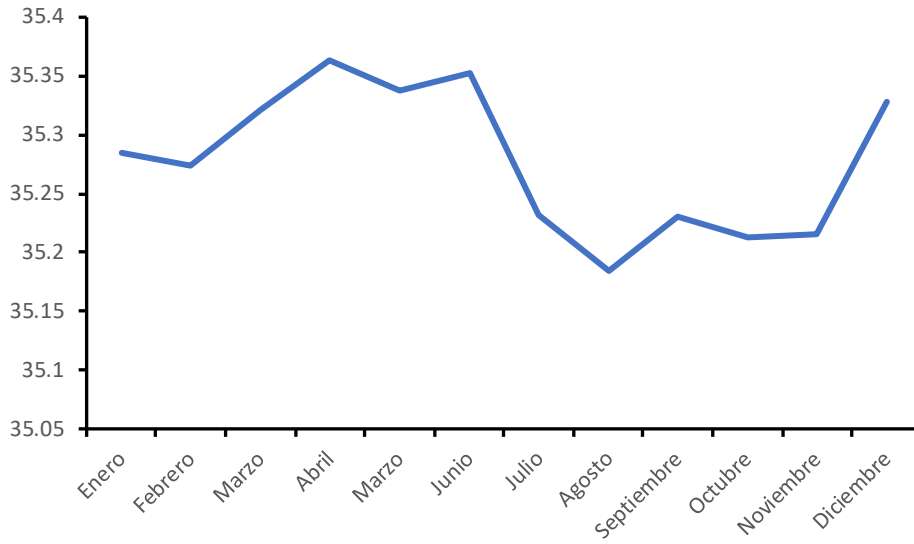


Figura 8. Promedio de salinidad registrado mensualmente.

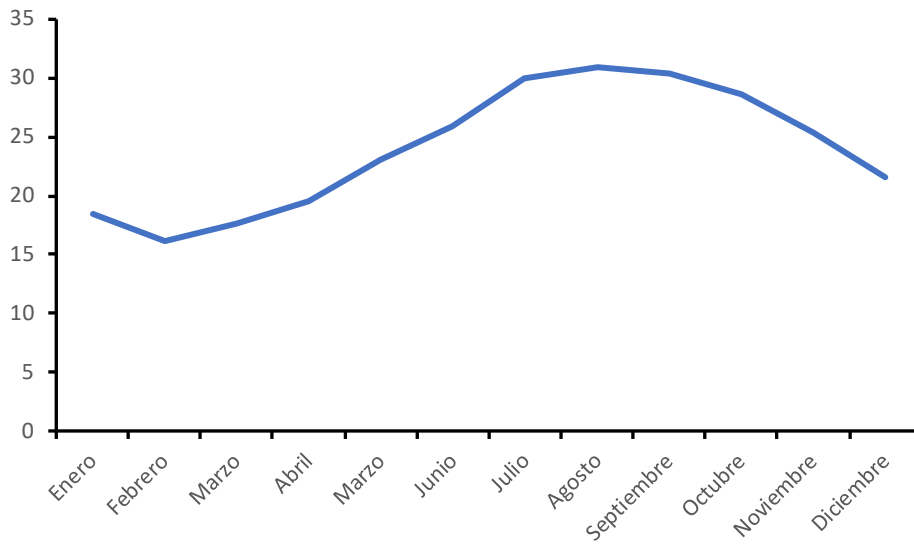


Figura 9. Promedio de temperatura superficial del mar registrado mensualmente.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La recopilación de los datos de campo se establece como línea base biológica, que será de utilidad y referencia de las condiciones iniciales a la actividad pesquera comercial, actividades turísticas y tráfico de embarcaciones, por lo que son idóneas para comparar biológicamente con posibles zonas propuestas por los pescadores locales como áreas de refugios pesqueros o áreas naturales protegidas.

Continuar con los monitoreos submarinos es primordial para detectar cambios significantes eventuales entre los diferentes sitios de monitoreo, además de intentar detectar correlaciones eventuales entre la composición y abundancia de las comunidades que habitan en los arrecifes rocosos y los factores físico-químicos cambiantes del ecosistema. Así también se necesitan complementar los monitoreos submarinos con estudios sobre la presencia y movimiento de larvas en la columna de agua para conocer la productividad primaria de la región.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Bohnsack, J.A. y Bannerot, S.P. 1986. A Stationary Visual Census Technique for Quantitatively Assessing Community Structure of Coral Reef Fishes. Informe técnico de la NOAA NMFS, 41, 1-15.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa México, Pronatura, A.C.México, D.F.
- Fernández, R. M., F.J., Hernández, V.A., Luna, A., Lejbowicz, A., y Sáenz., A.A. 2012. Protocolo de Monitoreo para reservas marinas del Golfo de California. Comunidad y Biodiversidad A.C. Programa Península de Baja California. La Paz BCS, México.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, A. K., Kappel, K.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., John F. Bruno, Kenneth S. Casey, Colin Ebert, Helen E. Fox, Rod Fujita, Dennis Heinemann, Hunter S. Lenihan, Elizabeth M. P. Madin, Matthew T. Perry, Elizabeth R. Selig, Mark Spalding, Robert Steneck, Watson, R. 2008. Supporting Online Material for A Global Map Of Human IMpact on Marine Ecosystems. Publicado el 15 de febrero de 2008, Ciencia 319, 948 (2008). DOI: 10.1126/ciencia.1149345
- Jackson, B.C.J., Kirby, X.M., Berger W.H., Bjorndal, A.K., Botsford, W.L., Bourque, B.J., Bradbury, H.R., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, A.J., Hughes P.T., Kidwell, Lange, B.C., Lenihan, S.H., Pandolfi, M.J., Peterson, H.C., Steneck, S.R., Tegner, J.M., Warner, R.R. 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. Science 293, 629 (2001); DOI: 10.1126/science.1059199.
- Worm, B., Edward B. Barbier, Nicola Beaumont, J. Emmett Duffy, Carl Folke, Benjamin S. Halpern, Jeremy B.C. Jackson, Heike K. Lotze, Fiorenza Micheli, Stephen R. Palumbi, Enric Sala, Kimberley A. Selkoe, John J. Stachowicz, Reg Watson. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services.

https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/18794/stri_Worm_et_al_2006_Science.pdf

9.- ANEXOS

ANEXO 1. Evidencia fotográfica

Foto 1. Muleginos. Marzo 2023.



Foto 2. Ronaldo Almeida. Mayo 2023.



Foto 3. Julio Parra, Ronaldo Almeida y Rogelio Silva. Junio 2023.



Foto 3. Ronaldo Almeida en El Muelle, julio 2023.



Foto 4. Embarcación en la que se realizan los muestreos. Sitio El Morro. Agosto 2023.



Foto 5. Basura removida del fondo durante los muestreos submarinos. Septiembre 2023.



Foto 6. Presencia de peces “tapahuevos”.



Foto 7. Julio Parra, Ronaldo Almeida, Ignacio Romero y Julio Aguilar.



Foto 8. Presencia de rayas en el sitio El Muerto. Diciembre 2023.



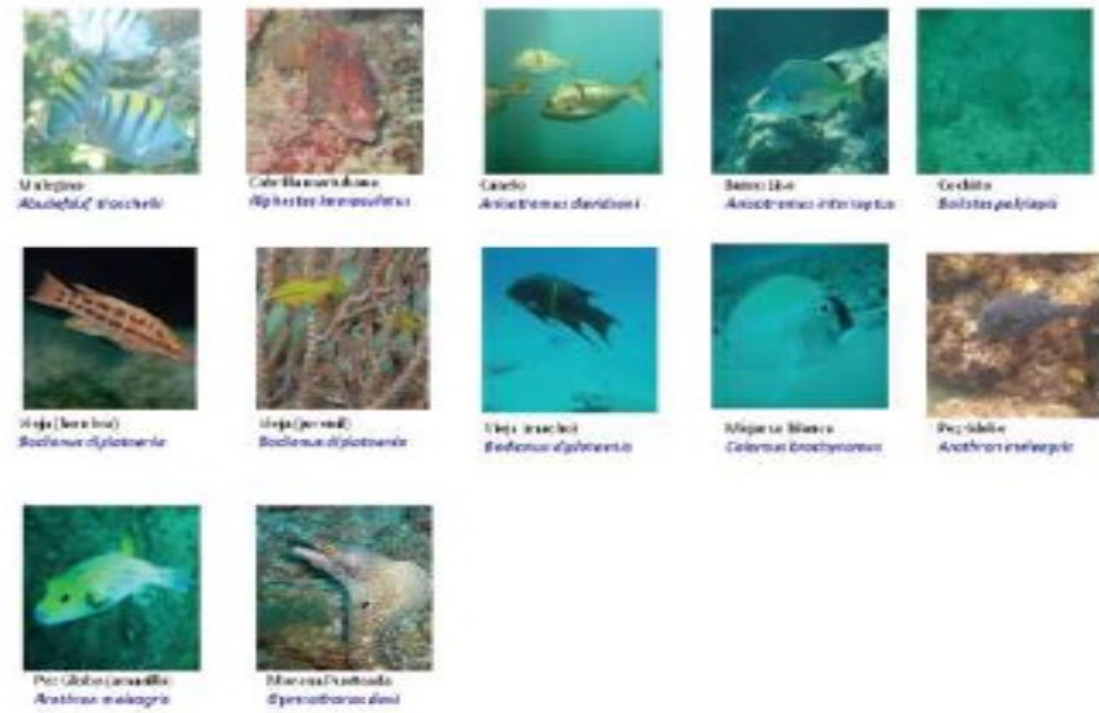
ANEXO 2. Especies censadas en el monitoreo submarino realizado en Santa Rosalía.

Nombre común	Nombre científico
Ángel rey	<i>Holacanthus passer</i>
Botete diana	<i>Sphoeroides annulatus</i>
Botete punteado	<i>Diodon hystrix</i>
Burro	<i>Anisotremus interruptus</i>
Cabrilla falsa	<i>Serranus Psittacinus</i>
Chivo barbon	<i>Mulloidichthys dentatus</i>
Choco chips	<i>Nidorella armata</i>
Cochito	<i>Balistes polylepis</i>
Damisela	<i>Stegastes rectifaenum</i>
Damisela dos colores	<i>Stegastes flavilatus</i>
Erizo café	<i>Tripneustes depressus</i>
Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>
Manta doblada	<i>Mobula spp</i>
Mariposa	<i>Chaetodon humeralis</i>
Mero chino	<i>Cirritus rivulatus</i>
Mojarra	<i>Diapterus aureolus</i>
Mojarra mueluda	<i>Calamus brachysomus</i>
Morena verde	<i>Gymnothorax castaneus</i>
Mulegino	<i>Abudedefduf troschelii</i>
Pargo amarillo	<i>Lutjanus argentiventris</i>
Pargo burro almejero	<i>Haemulon Sexfasciatum</i>
Pez azul	ND
Pez globo amarillo	<i>Arothron meleagris</i>
Pez globo espinoso	<i>Diodon holocantus</i>
Pulpo	<i>Octopus spp.</i>
Raya punteada	<i>Urubatis concentricus</i>
Rayadillo	<i>Haemulon maculiacauda</i>
Señorita herida	<i>Halichoeres chiherchiaie</i>
Serrano	<i>Serranus fasciatus</i>
Tapa huevo	<i>Porichthys margaritatus</i>
Trambollo	<i>Malacocteno s.p.</i>
Vieja	<i>Bodianus diplotaenia</i>

ANEXO 3. Guía de Identificación de Peces.

					C A R A C O L E S
<p>Cora <i>Cerata spp.</i></p>	<p>Caracol Clino <i>Hexaplex princeps</i></p>	<p>Caracol barro <i>Strombus galeatus</i></p>			
					A L M E J A S
<p>Callo de hacha <i>Atrina maura</i></p>	<p><i>Hyatis hyatis</i></p>	<p>Ostra <i>Ostrea spp.</i></p>	<p>Ostra perfora <i>Pinctada mazatlanica</i></p>	<p>Almeja luna <i>Spadylus califer</i></p>	
					
<p>Calorifón <i>Atrina spp.</i></p>	<p>Almeja espinuda <i>Spadylus princeps</i></p>	<p>Almeja luna-esclípea <i>Spadylus califer</i></p>			

					E S T R E L L A S	
<p>Coroa de espinas <i>Acanthaster planci</i></p>	<p>Estrella espinosa <i>Acanthaster isolepis</i></p>	<p>Estrella quilleda <i>Asterias coronifera</i></p>	<p>Estrella sol <i>Melasterekiabaiji</i></p>	<p>Estrella morada <i>Linaraster hanes</i></p>		
						
<p>Estrella bradleyi <i>Mitrochela bradleyi</i></p>	<p>Choco chips <i>Notorella armata</i></p>	<p>Estrella colchén <i>Pentaceraster similis</i></p>	<p>Estrella amarilla <i>Phataria pinnatifida</i></p>	<p>Estrella común <i>Phurcania rojoi</i></p>		
						P E P I N O S
<p>Estrella puntas negras <i>Echinaster tenuispina</i></p>	<p>Pepino arenero <i>Holothuria impatients</i></p>	<p>Pepino kefersteini <i>Holothuria kefersteini</i></p>	<p>Pepino de roca <i>Aechmophora fuscus</i></p>	<p>Pepino tripa <i>Euglossa gedyroyi</i></p>		





Carangida
Caranx longipinnatus



Bati-biti
Canthiaster pectinatus



Calabla Pirena
Gephalopeltis pumilio



Marpeneu
Cheritonium fuscum



Talibula Lora
Chromis albigula



Chromis
Chromis atrilabete



Chromis
Chromis atrilabete



Mallona
Glyphisodon nana



Efiro-Chika
Chromis rivulatus



Ton
Chromis atrilabete



Butele
Diodon holocentrus



Butele
Diodon holocentrus



Pora
Diplodus serra



Car-Bik
Diplodus serra



Calabla-Pinta
Epinephelus labidoides



Bacungapitos azul
Opibetodon roseus



Marpeneu
Cheritonium fuscum



Pir
Cheritonium fuscum



Marpeneu
Cheritonium fuscum



Butele
Diodon holocentrus



Payabillo
Thalassoma lineare



Payabillo
Thalassoma lineare



Talibula
Chromis atrilabete



Solita
Thalassoma lineare



Solita
Thalassoma lineare



Solita
Thalassoma lineare



Solita
Thalassoma lineare



Solita
Thalassoma lineare



Solita
Thalassoma lineare



Jagó Rey
Acanthurus posteri



Jagó Rey (jireni)
Acanthurus poster



Pargo Corcova
Paralipoperus guentheri



Elaspoca Barbata
Julisnothobranchius



Chapa de Cortes
Rypticus atropus



Pargo Anacleto
Lutjanus argentilimbis



Pargo Boreale / Crema
Lutjanus ne neryloides



Pargo Azul / Borado
Goniistius



Gallo Boreale
Lythrypnus



Trancholeto
Lobotes



Trancholeto
Micropogonias



Jagó (jireni) (jireni)
Micropogonias



Jagó (jireni) (jireni)
Micropogonias



Jagó (jireni)
Micropogonias



Chapa Barbata
Aluochthys



Morosa Farda
Morone



Baya
Myxiparus



Baya
Myxiparus



Calalla Sarda / Sarda
Myxiparus



Sabaleto
Alypsus



Morosa Dobleto
Morone



Hakea / Hakea
Oxyrinchus



Baya (Baya) / Baya
Oxyrinchus



Baya (Baya) / Baya
Oxyrinchus



Baya (Baya) / Baya
Oxyrinchus



Cardinal (jireni)
Parrotfish



Cardinal (jireni)
Parrotfish



Cardinal del Pacifico
Parrotfish



Cardinal del Pacifico (jireni)
Parrotfish



Cardinal del Pacifico
Parrotfish



Chigjira Por Abalo
Pseudocia porphyretus



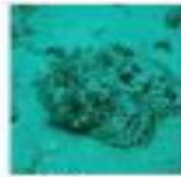
Jajji de Carter (añilla)
Pseudocia bicolor



Aajji de Carter (Bumil)
Pseudocia bicolor



haci
Socius spp.



Loopiti
Socius spp.



Petico janki de
Socius spp.



Petico Bicolor (macho)
Socius bicolor



Petico Bicolor (Hembra)
Socius bicolor



Loopiti (macho)
Socius spp.



Loopiti (hembra)
Socius spp.



Petico janki de
Socius spp.



El animal de Colores (joven)
Stegastes flexilis



Animal de Colores
Stegastes flexilis



Animal de Colores
Stegastes flexilis



Animal de Colores
Stegastes flexilis