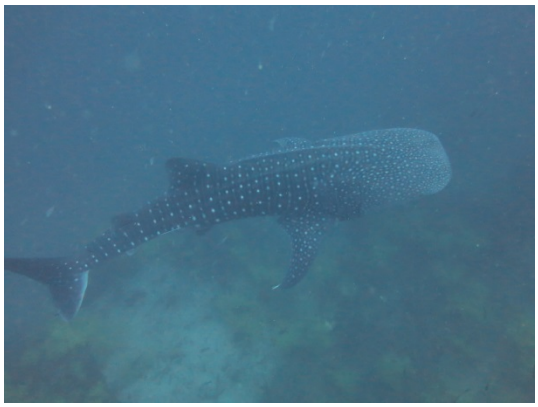
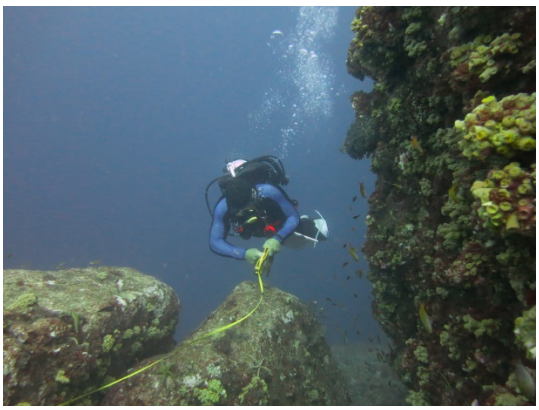
RESULTADOS DE MONITOREO SUBMARINO

Comparación de sitios en el Corredor de las Zonas de Refugio (Mayo, 2012) y a un año de su establecimiento (Octubre, 2013)

Fotografías: Amy Hudson Weaver

1. INTRODUCCIÓN

El Corredor de San Cosme a Punta Coyote comprende los municipios de La Paz, Comondú y Loreto, limitando al norte con el Parque Nacional Bahía de Loreto al Norte (PNBL) y al sur con la Bahía de La Paz, cerca del Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo (PNAES), en la región sur del Golfo de California del estado de Baja California Sur.

En el Corredor se encuentran establecidas 13 comunidades permanentes, San Cosme, Agua Verde, Tembabiche, San Carlos, Santa Martha, Ensenada de Cortés, Punta Alta, La Cueva, Nopoló, San Evaristo, Punta Coyote, Palma Sola y El Pardito. La pesca es la principal actividad económica de la mayoría de las comunidades en donde viven aproximadamente 500 personas de las cuales alrededor de 168 son pescadores que desarrollan su actividad pesquera enfocada a más de 36 especies de peces y moluscos, entre ellos huachinango, cabrilla, pargo alazán, jurel, pierna y cochito entre otras. Existen alrededor de 95 embarcaciones menores que en el 93% de los casos utilizan líneas de mano y anzuelos para pescar (DOF, 2012).

En esta región se encuentran más de 11 islas o islotes. Las principales islas son San José, Santa Cruz, San Francisquito, San Dieguito y Las Ánimas, las cuales forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.

El 16 de noviembre de 2012 se estableció la red de zonas de refugio publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), bajo el "ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio en aguas marinas de jurisdicción federal frente a la costa oriental del Estado de Baja California Sur, en el corredor marino de San Cosme a Punta Coyote" (Figura 1).

La Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS) en el artículo 4o define las Zonas de Refugio como las "áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea".

Los pescadores de las comunidades del Corredor han demostrado un gran compromiso en participar en el manejo de los recursos pesqueros de su área. En la actualidad se ha consolidado un grupo de líderes que representan a sus comunidades en diversas actividades de gestión y operación con las autoridades y se ha capacitado a diversos grupos de las comunidades en actividades de monitoreo y en inspección y vigilancia de las zonas de refugio.

Al ser la primera de México, la red de Zonas de Refugio del Corredor todavía no cuenta con protocolos claros para su manejo. Sin embargo existen muchos esfuerzos de tener una vigilancia efectiva en la zona. Se creó un comité de vigilancia comunitario con 10 miembros de cuatro comunidades del Corredor: Agua Verde, San Evaristo, Punta Coyote y La Paz. Los vigilantes comunitarios están a cargo de la inspección y vigilancia de las zonas de refugio y zonas aledañas. A pesar de que existe el comité, ha sido difícil administrar los recursos necesarios para garantizar la operatividad efectiva de la vigilancia.

Además de las acciones de vigilancia, se han realizado esfuerzos de monitoreo pesquero desde el 2011 y monitoreo submarino desde el 2012. Estos programas de monitoreo son complementarios y tienen

como uno de sus objetivos generales el caracterizar las pesquerías del área y conocer el estado de las poblaciones de peces sometidos al aprovechamiento. Esto con la finalidad de tomar las acciones de manejo necesarias para lograr una pesca sustentable.

En el caso del monitoreo submarino, ha sido de gran valor el haber realizado una evaluación inicial acerca de los indicadores ecológicos de los sitios de monitoreo submarino en el Corredor de San Cosme a Punta Coyote (Figura 1). Esta información permite contar con un punto de partida para documentar las condiciones del hábitat y las especies presentes antes del establecimiento de la red de zonas de refugio, obteniendo así una línea base que permita realizar comparaciones a futuro y determinar si se está cumpliendo el objetivo de las zonas de refugio.

El resultado de la presente evaluación es el producto de la colaboración entre la Sociedad de Historia Natural Niparajá, A.C., la Universidad Autónoma de Baja California Sur y las Cooperativas de cuatro comunidades pesqueras (Agua Verde, Tembabiche, Ensenada de Cortés y San Evaristo).

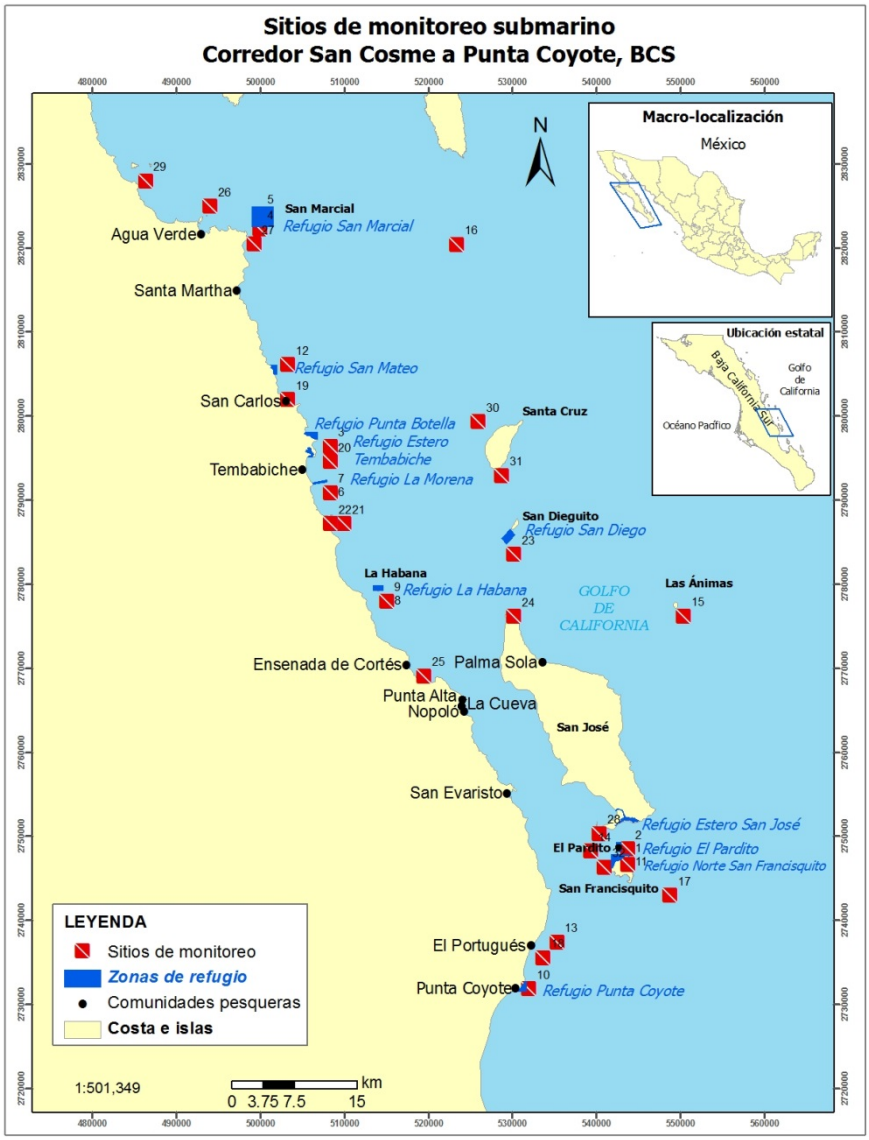


Figura 1. Sitios de monitoreo submarino en el Corredor de San Cosme a Punta Coyote, B.C.S.

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

2. ANTECEDENTES

A finales de 2011 se capacitó a miembros de cuatro comunidades del corredor. Estos pescadores fueron instruidos en técnicas de monitoreo submarino así como el curso básico de buceo.

Durante los meses de marzo y abril de 2012 se realizaron buceos prospectivos para seleccionar las zonas que serían monitoreadas. Durante ese periodo se visitaron más de 58 sitios, resultando seleccionados 34 sitios posibles de evaluar. En mayo de 2012 se realizó la primer salida de monitoreo submarino del Corredor, en donde se incluyeron los 34 sitios seleccionados.

El 16 noviembre de 2012 se estableció la red de once zonas de refugio en el Corredor de San Cosme a Punta Coyote, B.C.S. Es importante mencionar que esta es la primera vez en México que se utiliza esta herramienta de manejo pesquero, por lo que es crítico evaluar su desempeño para determinar su efectividad.

En octubre del 2013 se realizó una segunda salida de monitoreo para la generación de información dentro y fuera de las zonas de refugio. Este monitoreo fue el primero que se realizó con las zonas de refugio ya establecidas oficialmente.

En julio de 2014 se impartió un curso de capacitación a los buzos comunitarios de buceo avanzado. Durante el curso se estudiaron los riesgos del buceo, enfermedades relacionadas, seguridad, navegación, uso de brújula y buceos profundos.

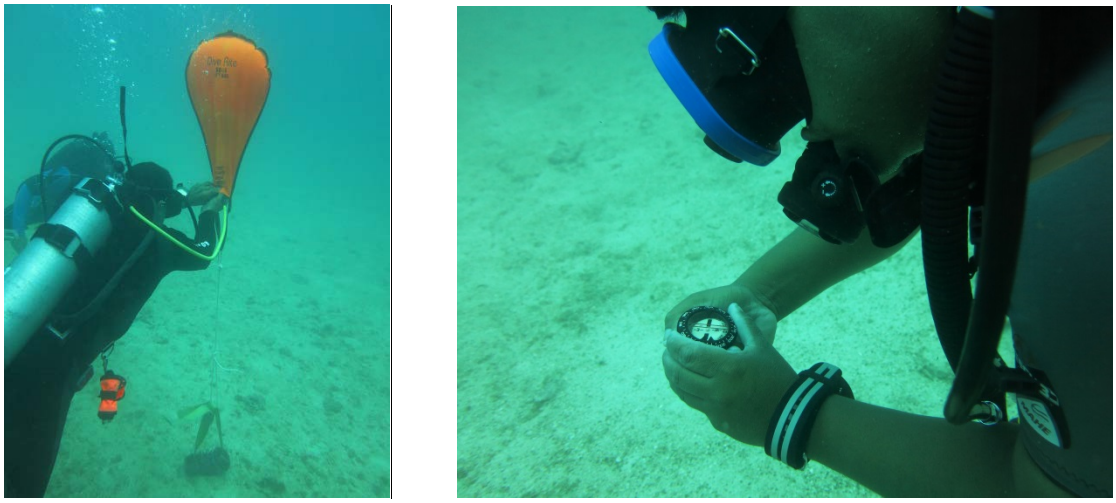


Figura 2. Buzos realizando prácticas durante el curso de buceo avanzado.

En octubre de 2014 se tiene planeado realizar el tercer monitoreo submarino de las zonas de refugio.

Figura 3. Línea de tiempo con los acontecimientos más relevantes por año.

3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo es sumamente importante, ya que es la primera vez que se establece una red de Zonas de Refugio en el país y es necesario saber si estas son efectivas y útiles como herramienta de manejo para recursos pesqueros. Para conocer su efectividad, el monitoreo es crítico para los tomadores de decisiones porque contribuye a un mayor entendimiento del ecosistema en el cual se basan las acciones de manejo, reduce la incertidumbre y permite la evaluación de la efectividad de manejo. El monitoreo aporta información útil para mejorar los esquemas de manejo existentes y de esta forma asegurar que los objetivos de las zonas de refugio se cumplan y que las decisiones estén basadas en la mejor información disponible del ecosistema, contribuyendo a un manejo adaptativo. El monitoreo y la evaluación también son importantes para informar al público, influir en políticas ambientales y mantener una alta inversión económica en los proyectos a largo plazo.

4. METODOLOGÍA

El monitoreo submarino se ha venido realizando desde Mayo del 2012, año de establecimiento de las zonas de refugio, por lo que llevamos dos años de generación de información (2012 y 2013) que nos sirven para observar posibles cambios dentro y fuera de las zonas de refugio. Los métodos que utilizamos para la obtención de datos se describen a detalle en el anexo I de este documento (Ver Anexo I. Métodos de identificación).

El primer monitoreo se realizó durante el mes de mayo de 2012 y se monitorearon las 11 zonas de refugio, 12 zonas de control y 11 zonas de interés pesquero; 34 sitios en total (Tabla 1).

Tabla 1. Sitios considerados para el monitoreo submarino del 2012.

No.	Zonas de Refugio	Áreas de control (réplicas)	Zonas de interés pesquero
1	San Marcial Norte y Sur	La Barra San Cosme	Islote Agua Verde

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

2	San Mateo	Carrizalito	Bajo Seco Catalana
3	Punta Botella	Los Nidos	Punta Berrendo
4	Estero Tembabiche		El Dátil (El Rincón)
5	La Morena	Monte Alban y La Morena (no refugio)	Las Ánimas
6	La Habana	La Habana (no refugio)	Mesa Pareja, Isla Santa Cruz
7	San Diego	Calabozo	Rodadero, Isla Santa Cruz
8	Estero San José		El Cobre
9	El Pardito	El Pardito (no refugio)	El Cayo
10	Norte San Francisquito	Punta Lobos	Bajo Seco Sur
11	Punta Coyote	Bota Fuego y El Portugués	La Lobera

El segundo monitoreo estuvo planeado para la misma temporada de mayo del 2013 para que los meses a comparar fueran los mismos o similares entre años. Sin embargo, fue hasta el mes de octubre que se pudo realizar la salida. Esto debido a la carencia de un convenio firmado por INAPESCA, ya que Niparajá sometió una propuesta de "Protocolo de evaluación de la red de Zonas de Refugio" a esta institución, con el fin de obtener un convenio y autorización de monitoreo y por lo tanto, un aval de la información generada. La primera propuesta se entregó a INAPESCA en abril de 2013 pero no se obtuvo respuesta. Posteriormente, se entregó el protocolo a CONAPESCA en junio 2013, misma que fue enviada a INAPESCA en el mismo mes; sin embargo, tampoco obtuvimos respuesta. En septiembre del 2013 se sometió una segunda versión (con cambios sugeridos por comunicación personal con el Director del CRIP) de la propuesta de evaluación pero tampoco hubo comunicación por parte de INAPESCA. Transcurrieron los meses sin obtener respuesta de la institución en cuestión y Niparajá y la Federación tomaron la decisión de salir al monitoreo sin el convenio en octubre de 2013, ya que en noviembre empiezan los vientos del norte y es mucho riesgo realizar una salida con esta duración. Hasta la fecha sigue sin existir dicho convenio, a pesar de que se entregó nuevamente la segunda versión de la propuesta en junio de 2014. Sin embargo, el monitoreo se sigue programando para octubre porque fue un muy buen mes con buenas condiciones climáticas, excelente visibilidad y alta temperatura del agua.

Es importante generar información durante los cinco años de vigencia de las Zonas de Refugio, por lo que Niparajá seguirá haciendo todo lo posible por buscar el apoyo de INAPESCA para que los monitoreos anuales se lleven a cabo.

Durante el segundo monitoreo se aumentaron dos sitios de buceo: San Diego Norte y Punta San Evaristo (Tabla 2), resultando en un total de 36 sitios.

Tabla 2. Sitios considerados en el monitoreo submarino del 2013.

	Zonas de Refugio	Áreas de control (réplicas)	Zonas de interés pesquero
1	San Marcial Norte y Sur	La Barra San Cosme	Islote Agua Verde
2	San Mateo	Carrizalito	Bajo Seco Catalana

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

3	Punta Botella	Los Nidos	Punta Berrendo
4	Estero Tembabiche		El Dátil (El Rincón)
5	La Morena	Monte Alban y La Morena (no refugio)	Las Ánimas
6	La Habana	La Habana (no refugio)	Mesa Pareja, Isla Santa Cruz
7	San Diego	**San Diego Norte,** Calabozo	Rodadero, Isla Santa Cruz
		Punta San Evaristo	
8	Estero San José		El Cobre
9	El Pardito	El Pardito (no refugio)	El Cayo
10	Norte San Francisquito	Punta Lobos	Bajo Seco Sur
11	Punta Coyote	Bota Fuego y El Portugués	La Lobera

El presente año (2014) realizaremos el tercer monitoreo en las zonas de refugio, por lo que llegaríamos a la mitad del tiempo de monitoreo que servirá para la evaluación de las zonas al final de los cinco años de vigencia que tienen las zonas. Los sitios planeados para los buceos son los mismos que los del 2013, 36 en total.

5. RESULTADOS

Durante los periodos correspondientes a las salidas del 9 al 18 de mayo de 2012, y del 15 a 26 de octubre de 2013, se realizaron dos monitoreo submarinos de 34 y 36 sitios del Corredor San Cosme-Punta Coyote, B.C.S., para 2012 y 2013 respectivamente. En el 2012 se censaron 3,059 organismos pertenecientes a 75 especies de peces, y 1,368 organismos de 47 especies de invertebrados. De igual manera, para el año 2013 se observaron 4,898 individuos, pertenecientes a 89 especies de peces, y 1,522 individuos de 45 especies de invertebrados.

A continuación presentamos los resultados y análisis de los índices ecológicos tanto de peces como de invertebrados, así como las tallas de peces comerciales de interés y su biomasa, entre los dos años que hemos monitoreado en las zonas de refugio del Corredor Marino San Cosme a Punta Coyote.

5.1. PECES

En los resultados se observa que para los peces en general, se observó un aumento del 2012 al 2013, en los tres índices ecológicos analizados: riqueza, abundancia y diversidad.

5.1.1. Riqueza

En general, tanto para los censos versátiles como para los cilindros, se pudo observar que el número de especies fue mucho mayor en todos los sitios de monitoreo durante el año 2013 comparado con el año 2012, a excepción de algunas zonas de refugio, en donde la riqueza se mantuvo igual.

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

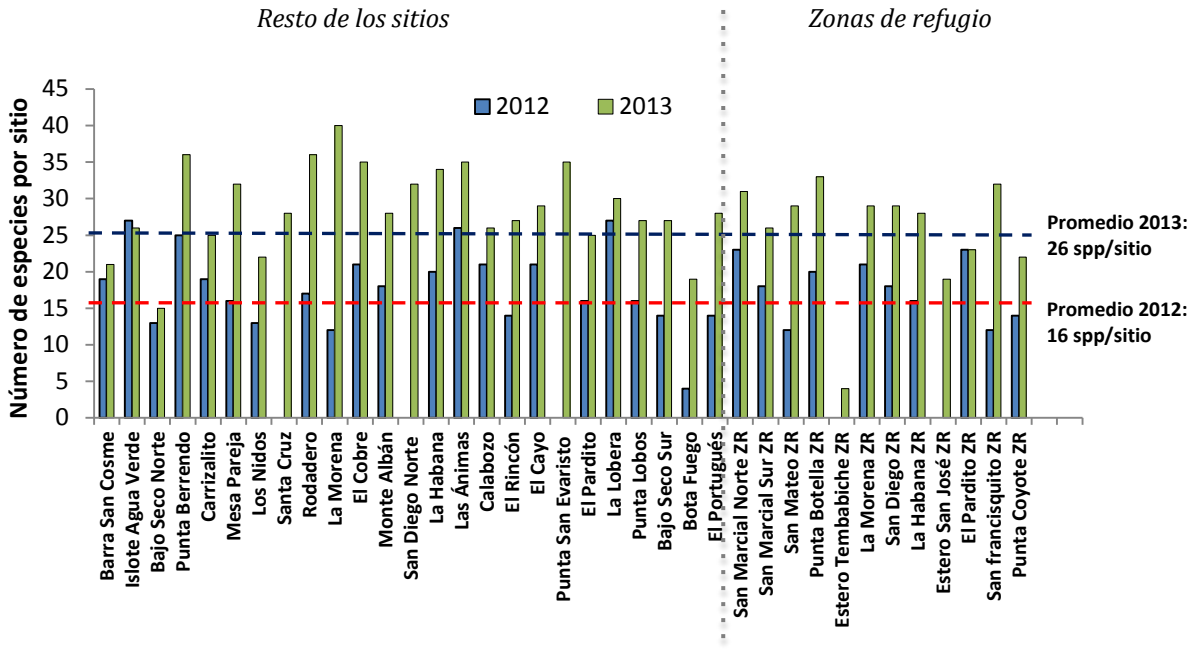


Figura 4. Riqueza de especies de peces por sitio en censos versátiles para los años 2012 (azu) y 2013 (verde). El promedio del número de especies se muestra con las líneas punteadas (2012: rojo, 2013: azul) y no aumentan considerablemente para el año 2013 (F14, 22=1.4064, p=0.23004).

Para los censos versátiles, los sitios con el número de especies más elevado para el 2013 fueron Punta Berrendo, Rodadero, La Morena, y Punta San Evaristo, contrastando con el 2012, que fueron El Pardito (zona de refugio) y San Francisquito. En ambos años Las Animas fue uno de los sitios con mayor riqueza de especies. La diferencia más marcada entre los dos años se observó en Rodadero, La Morena, y Botafuego. El número de especies observadas fue mayor para el 2013 en las zonas de refugio a excepción del Pardito (zona de refugio), en donde la riqueza se mantuvo igual. El Islote de Agua Verde fue el único sitio que presentó mayor riqueza en el año 2012 comparado con el 2013.

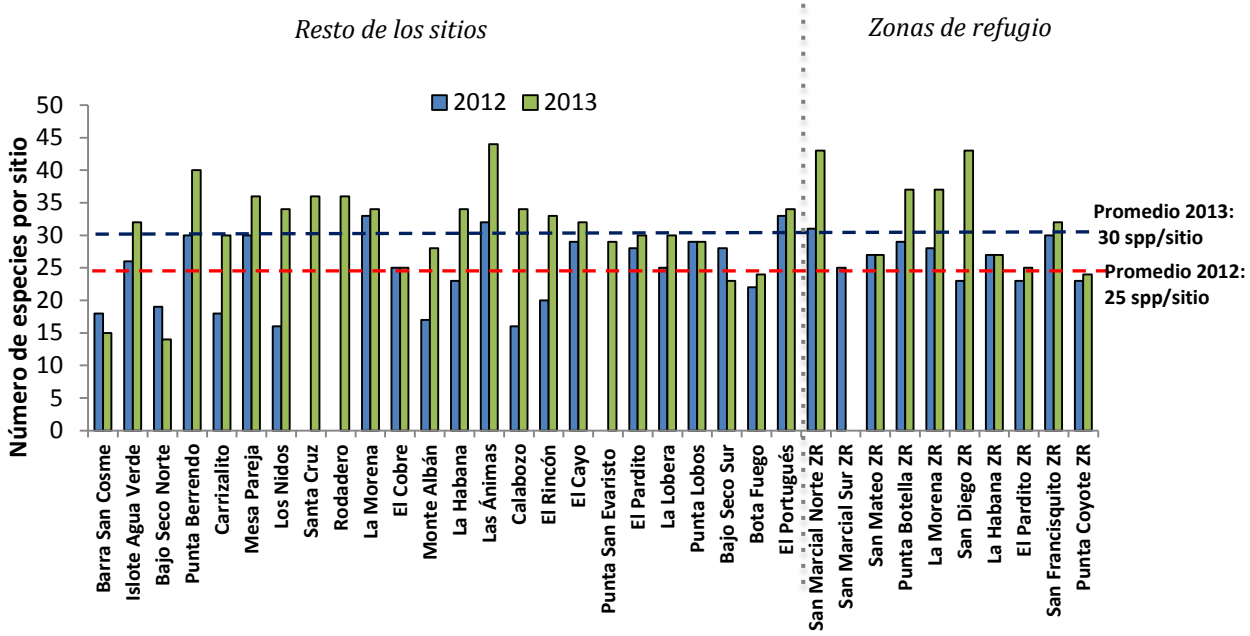


Figura 5. Riqueza especifica del censo cilindro para los años 2012 (azul) y 2013 (verde). No se muestra una diferencia significativa en el numero de especies observados por año (F16, 20=1.0350, p=0.46444).

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

En el caso de los cilindros, los sitios con riqueza más alta fueron: para ambos años San Marcial norte y Las Ánimas, aunque para el 2013 se observó también una alta riqueza en Punta Berrendo y San Diego (zona de refugio), y en el 2012, destacaron los sitios de La Morena y El Portugués. Las zonas de refugio en donde se registró el mayor número de especies en el año 2013 fueron San Diego y San Marcial, contrastando con el año 2012 en donde resaltaron La Habana y La Morena. En las zonas de refugio se observó mayor riqueza en casi todas para el 2013, a excepción de San Mateo y La Habana, que se mantuvieron iguales. Los únicos sitios que presentaron mayor riqueza para el 2012, comparados con el 2013, fueron la Barra San Cosme y el Bajo Seco Norte.

5.1.2. Abundancia

Los resultados muestran que la abundancia tuvo un aumento considerable del año 2012 al 2013. Los análisis tanto de los censos versátiles como los cilindros, indicaron que hubo diferencias significativas entre ambos años muestreados, ya que en el 2013 algunos de los sitios presentaron valores de abundancia hasta cinco veces mayores a los del año 2012.

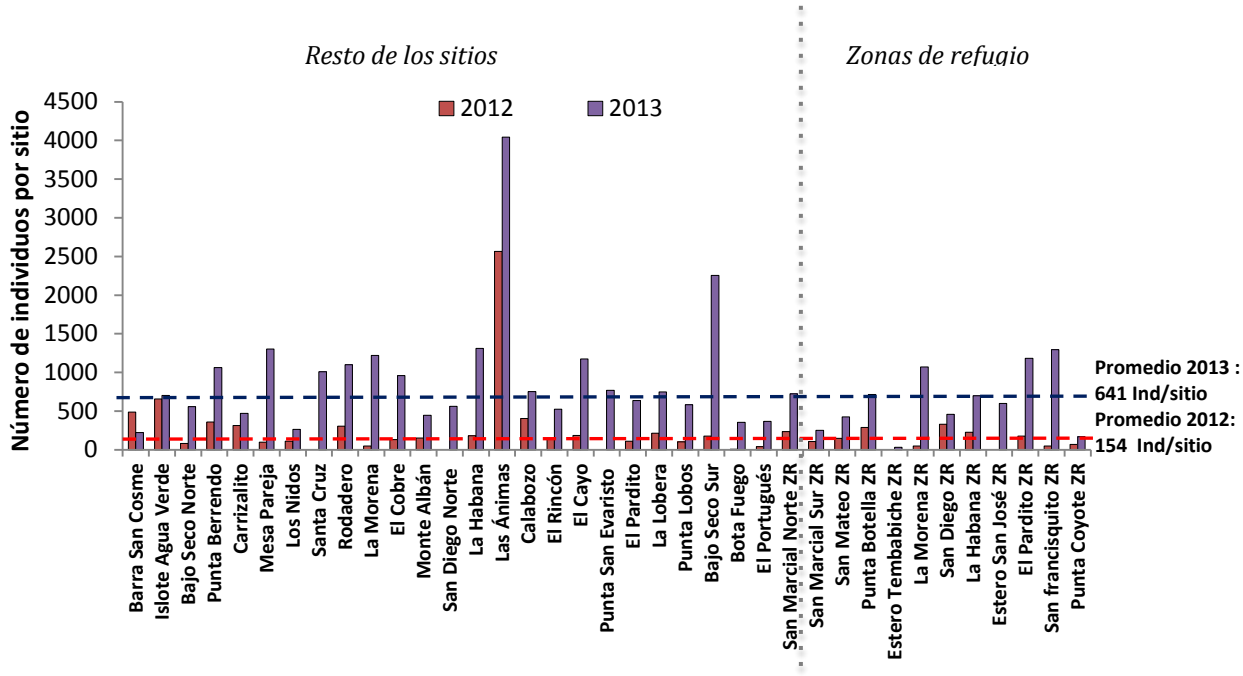


Figura 6. Abundancias de peces por sitio con censo versátil para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). Existen diferencias significativas en el número de individuos observados por año (F31, 5=4.5739, p=0.04815).

En el caso de los censos versátiles, para ambos años muestreados se observó la mayor abundancia de organismos en Las Ánimas, alcanzando valores de más de 2,500 individuos en el 2012 y rebasando los 4,000 individuos en el 2013. Los sitios que le siguieron a las ánimas fueron el Islote Agua Verde y la Barra San Cosme en el 2012 y el Bajo Seco Sur y La Habana (zona de no refugio) en el 2013. La abundancia fue mayor para el 2013 en todas las zonas de refugio.

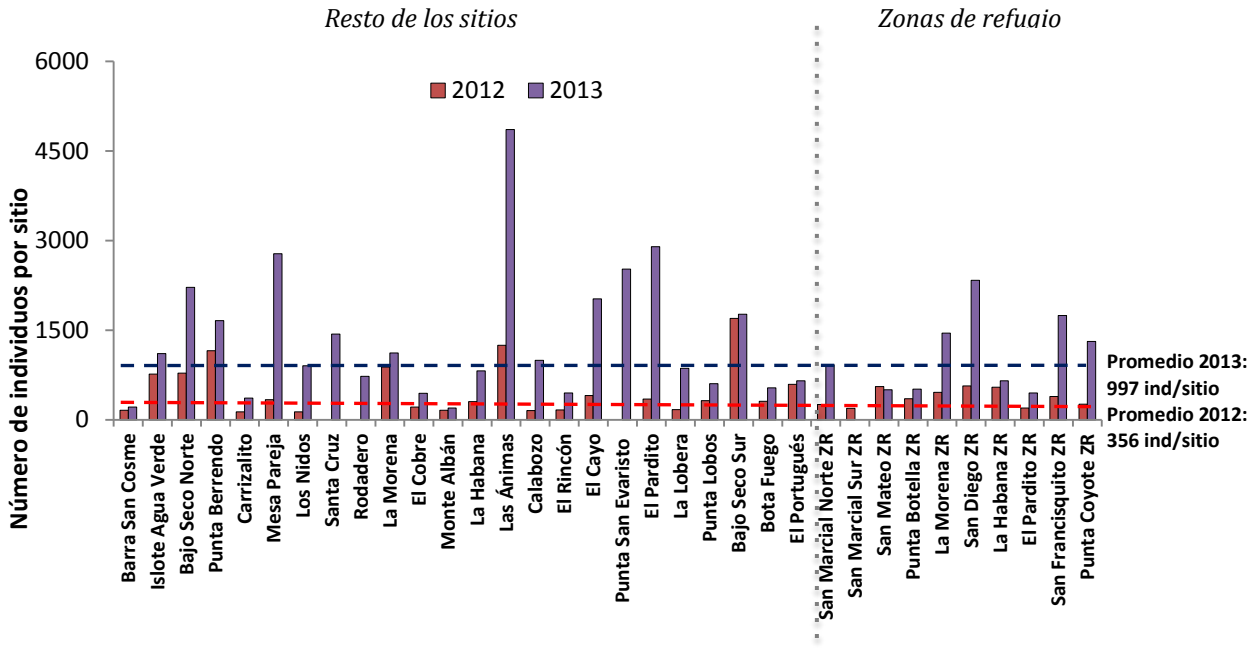


Figura 7. Abundancia de peces por sitio con censo cilindro para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). Se muestra una diferencia significativa en el numero de individuos observados por año (F33, 3=16.728, p=0.01949).

En el caso del método cilindro, hubo algunas diferencias de abundancia entre años para los sitios observados. En el caso del 2012, el sitio con mayor abundancia fue el Bajo Seco Sur, seguido de Las Ánimas y Punta Berrendo. Esto contrasta con el 2013, en donde el sitio con más abundancia de peces fue Las Ánimas, seguido del Pardito (zona de no refugio) y Mesa Pareja (Santa Cruz). En todas las zonas de refugio se observó mayor abundancia para el año 2013, a excepción de San Mateo, que presentó mayor abundancia en el año 2012.

5.1.3. Diversidad

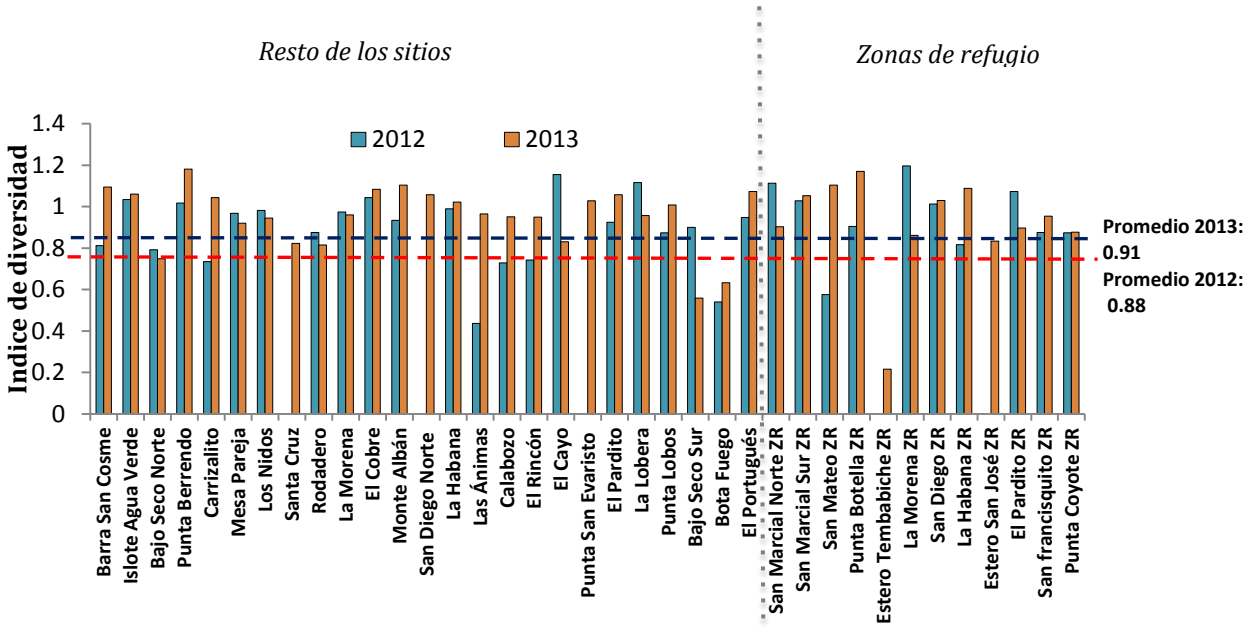


Figura 8. Índice de diversidad para peces utilizando censo versátil para los años 2012 (azul) y 2013 (naranja). No se muestra una diferencia significativa para la diversidad entre los sitios muestreados por año.

De los índices ecológicos considerados en este reporte, la diversidad fue la que mostró una tendencia más homogénea, tanto entre los sitios monitoreados como para los dos años comparados. Para el 2012 se observó una mayor diversidad en El Cayo y La Morena (zona de refugio), mientras que para el 2013 fue mayor la diversidad en Punta Berrendo y Punta Botella (zona de refugio).

Contrastando con los índices de riqueza y abundancia, en donde se observaron valores mayores para el 2013 para casi todos los sitios, en el caso de la diversidad este no fue el caso. La diversidad fue mayor en once sitios para el año 2012 y se mantuvo igual en uno de los sitios, Punta Coyote. Para el resto de los sitios si se observaron mayores índices de diversidad para el 2013.

5.2. INVERTEBRADOS

Contrario a lo observado anteriormente en los peces, los invertebrados mostraron una tendencia general de disminución del 2012 al 2013 en los índices ecológicos de riqueza, abundancia y diversidad.

5.2.1. Riqueza

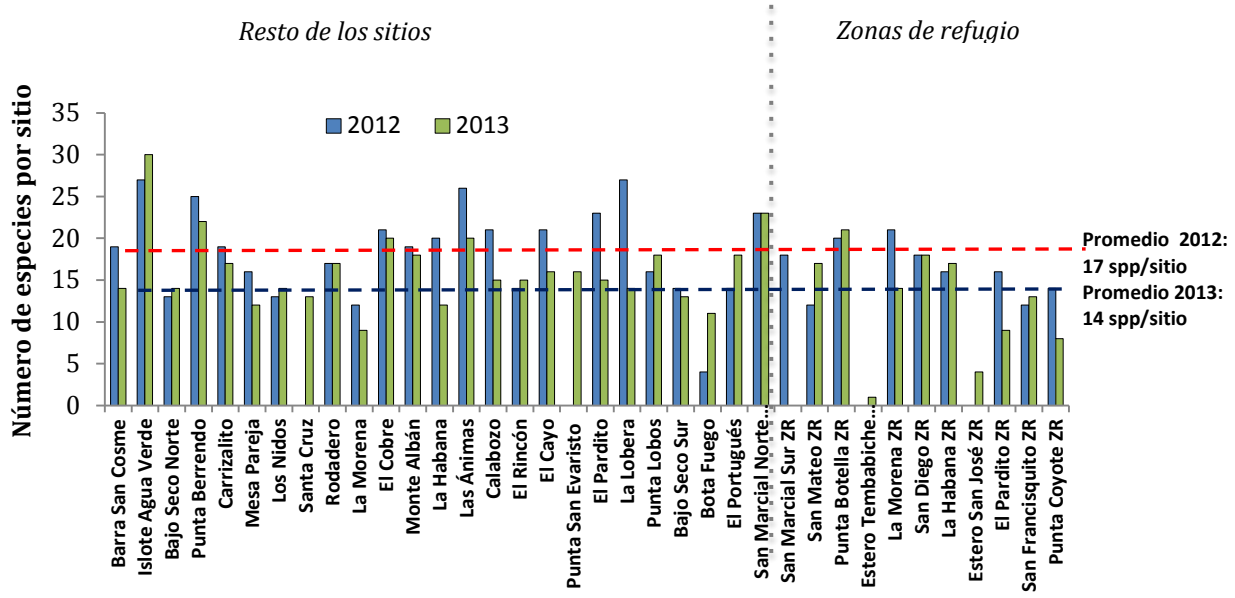


Figura 9. Riqueza de invertebrados por sitio para los años 2012 (azul) y 2013 (verde). No se observaron diferencias significativas entre los años de monitoreo (F17, 19=2.1343, p=0.05648).

En el caso de los invertebrados, la riqueza disminuyó en la mayoría de los sitios de monitoreo. Para el 2012 la mayor riqueza se encontró en Las Ánimas y La Lobera, mientras que para el 2013 el mayor número de especies se observó en el Islote de Agua Verde, seguido de San Marcial Norte. Los sitios con menor riqueza fueron los dos esteros (Isla San José y Tembabiche). Los cambios más notorios en la reducción de invertebrados entre ambos años, fueron El Pardito (zona de refugio y zona de no refugio) y La Lobera.

5.2.2. Abundancia

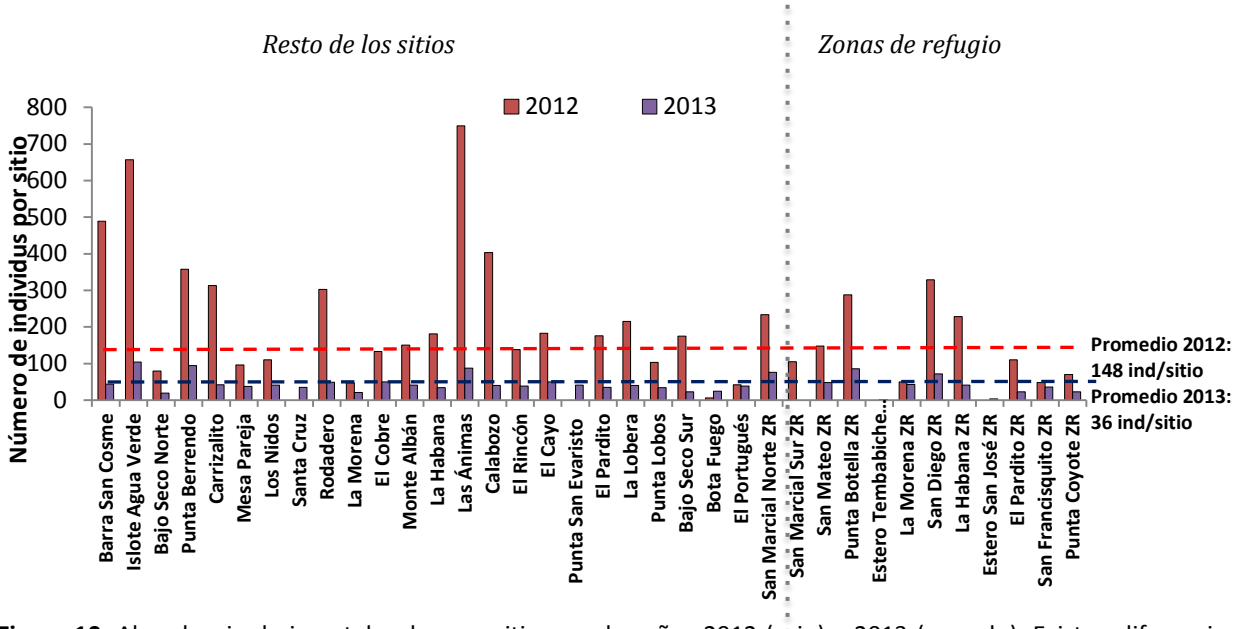


Figura 10. Abundancia de invertebrados por sitio para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). Existen diferencias significativa en la cantidad de individuos por sitio entre años (F25, 11=5.7089, p=0.0022).

En el caso de la abundancia de invertebrados es posible observar una disminución drástica del año 2012 al 2013 en todos los sitios de monitoreo a excepción de Botafuego. Las diferencias son sustanciales en todos los sitios, sin embargo las más sobresalientes se muestran en la Barra San Cosme, el Islote Agua Verde, Las Ánimas y el Calabozo, registrando más de 600 organismos en el 2012 y menos de 100 en el 2013, para algunos casos.

5.3. PECES COMERCIALES

Para los peces comerciales solamente se consideraron los índices de riqueza y abundancia. En el caso de la riqueza se observó para la mayoría de los sitios una disminución en el número de especies del año 2012 al 2013. Algunos sitios se mantuvieron similares e incluso otros iguales.

Para la abundancia, también se registró una baja en el grupo de peces comerciales del 2012 al 2013 para la mayoría de los sitios, sin embargo hubo otros sitios que mostraron un aumento considerable en el número de organismos observados.

5.3.1. Riqueza

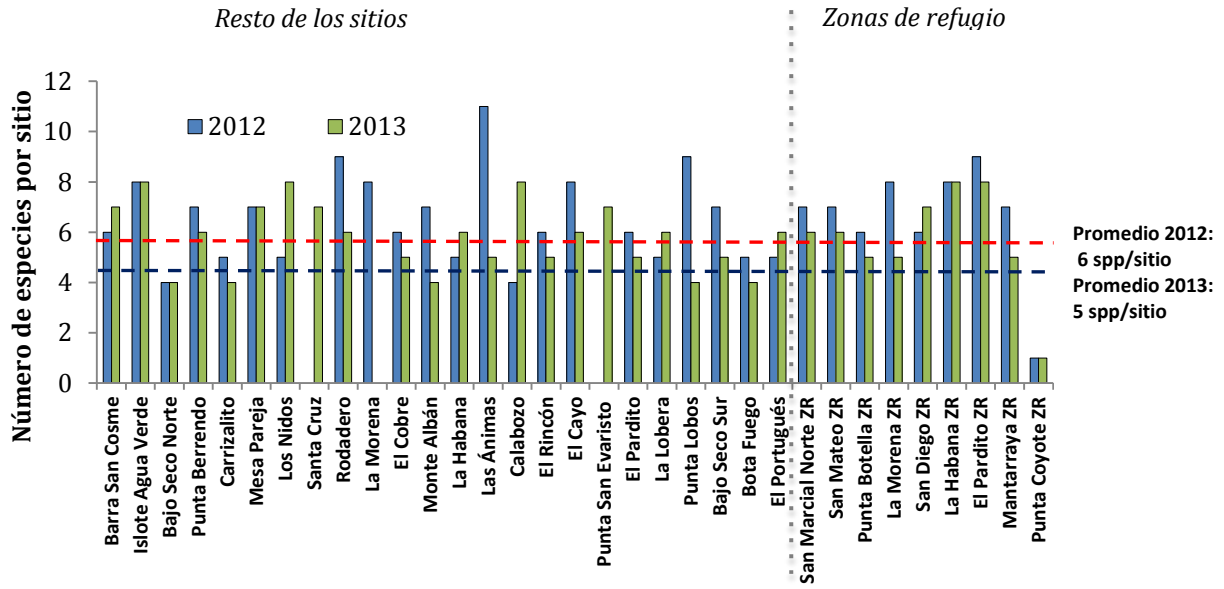


Figura 11. Riqueza de peces comerciales en los sitios para los años 2012 (azul) y 2013 (verde). Se muestra una diferencia significativa en por lo menos uno de los sitios observados, en cuanto al número de especies analizadas (F6, 30=4.4197, p=0.00258).

En general la riqueza de especies de peces comerciales disminuyó del 2012 al 2013, principalmente en Las Ánimas, Punta Lobos y La Morena (zona de refugio y no refugio). Cabe resaltar que en La Morena (zona de no refugio) no se observaron especies comerciales para el año 2013. Los sitios que se mantuvieron iguales fueron Islote de Agua Verde, Bajo Seco Norte, Mesa Pareja (Santa Cruz) y La Habana (zona de refugio).

5.3.2. Abundancia

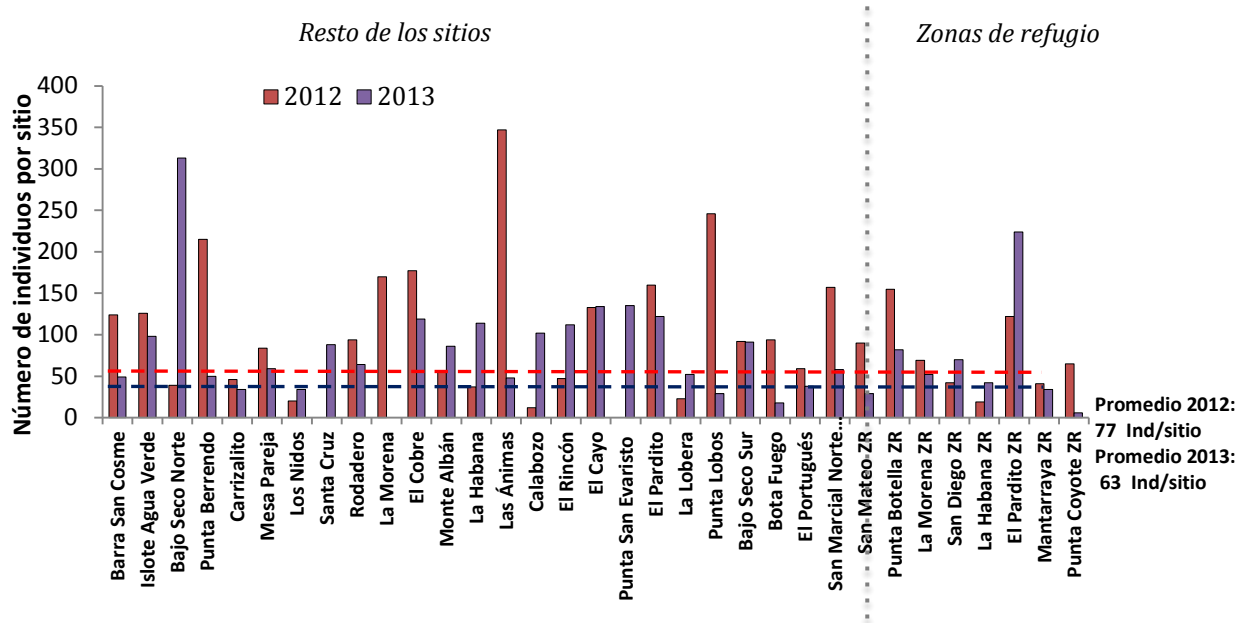


Figura 12. Abundancia de especies comerciales de peces para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). No hay diferencias significativas en el número de especies observadas (F28, 8=1.4597, p=0.29909).

La abundancia de especies de peces comerciales indica un comportamiento distinto para los sitios monitoreados entre ambos años, sin embargo la tendencia fue de disminución en la abundancia del 2012 al 2013. El mayor número de peces comerciales en el 2012 se observó en Las Ánimas, seguido de Punta Lobos, mientras que en el 2013 fue en el Bajo Seco Norte, seguido del Pardito (zona de refugio). El Cayo fue el único sitio que se mantuvo igual.

5.3.3. Tallas y biomasa

A continuación se presentan los cambios que se observaron en las tallas de tres de las de las especies comerciales monitoreadas, la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosácea)*, el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris)* y el perico azul (*Scarus ghobban)*.

A) Cabrilla sardinera *(Mycteroperca rosacea)*

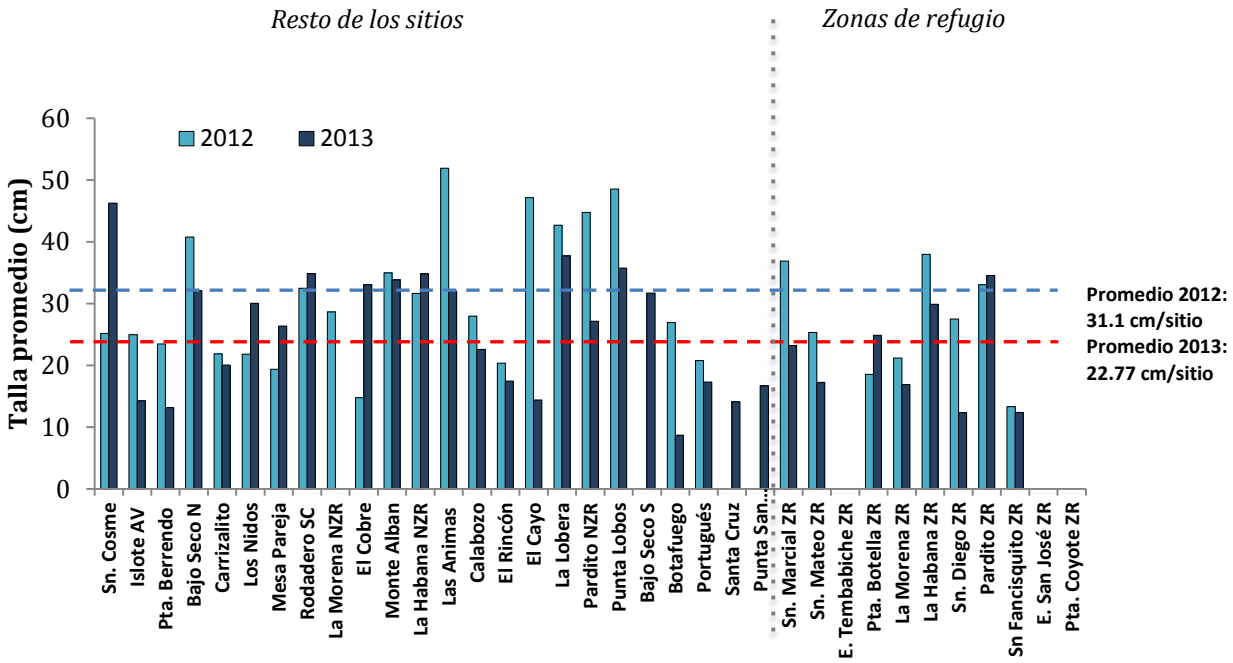


Figura 13. Promedio de tallas observadas por sitios de muestreo para la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosácea*), para los años 2012 (azul) y 2013 (rojo). No se encontraron diferencias significativas (F19, 15=0.64959, p=0.81423).

Para la cabrilla sardinera se puede observar una disminución en sus tallas del año 2012 al 2013 en la mayoría de los sitios, siendo Las Ánimas y El Cayo en donde se aprecia el mayor cambio, seguidos del Pardito (zona de no refugio), Botafuego y San Marcial (zona de refugio). En las zonas de refugio también se muestra esta reducción de talla, a excepción de Punta Botella y el Pardito.

En la Barra San Cosme sucede lo opuesto al resto de los sitios, en donde se observa un incremento muy marcado para las tallas de esta especie del 2012 al 2013.

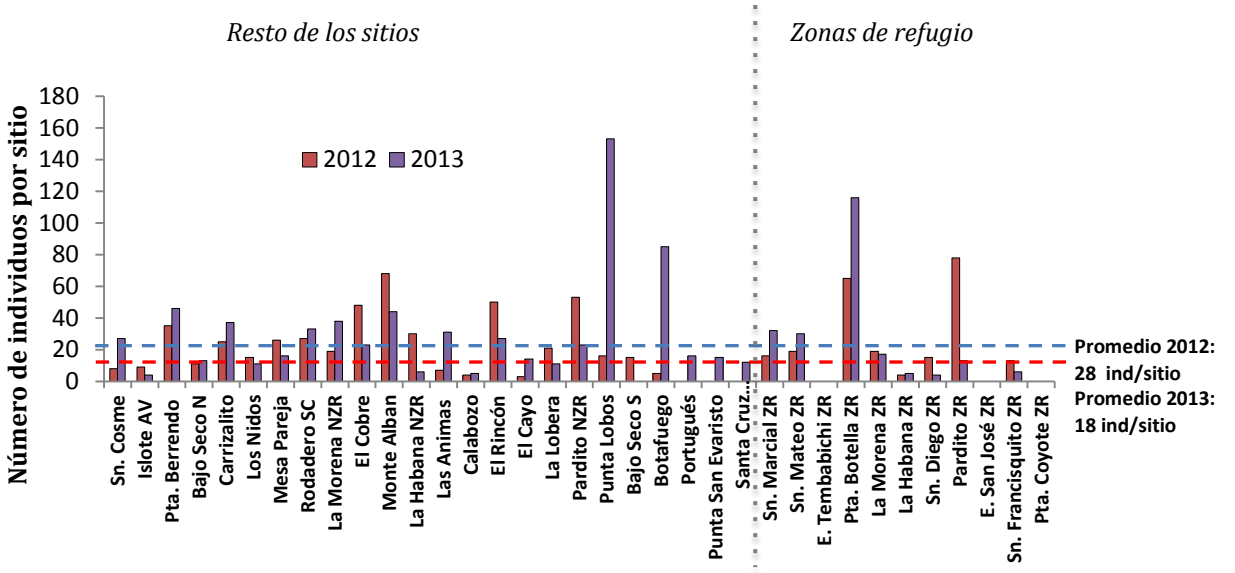


Figura 14. Abundancias observadas por sitios de muestreo para la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosácea*) para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). No se observan diferencias significativas entre sitios (F23, 11=1.3949, p=0.28868).

La abundancia de cabrillas fue muy variable entre sitios, siendo los cambios más marcados en Punta Lobos y en Botafuego, donde se puede observar un aumento considerable de menos de 20 organismos a más de 140 en el caso de Punta Lobos.

También hubo sitios en donde la abundancia de cabrillas disminuyó, como es El Pardito (zona de refugio y zona de no refugio).

En algunos sitios no se observaron cabrillas sardineras para el 2012 pero si se observaron para el 2013, y viceversa.

B) Pargo amarillo *(Lutjanus argentiventris)*

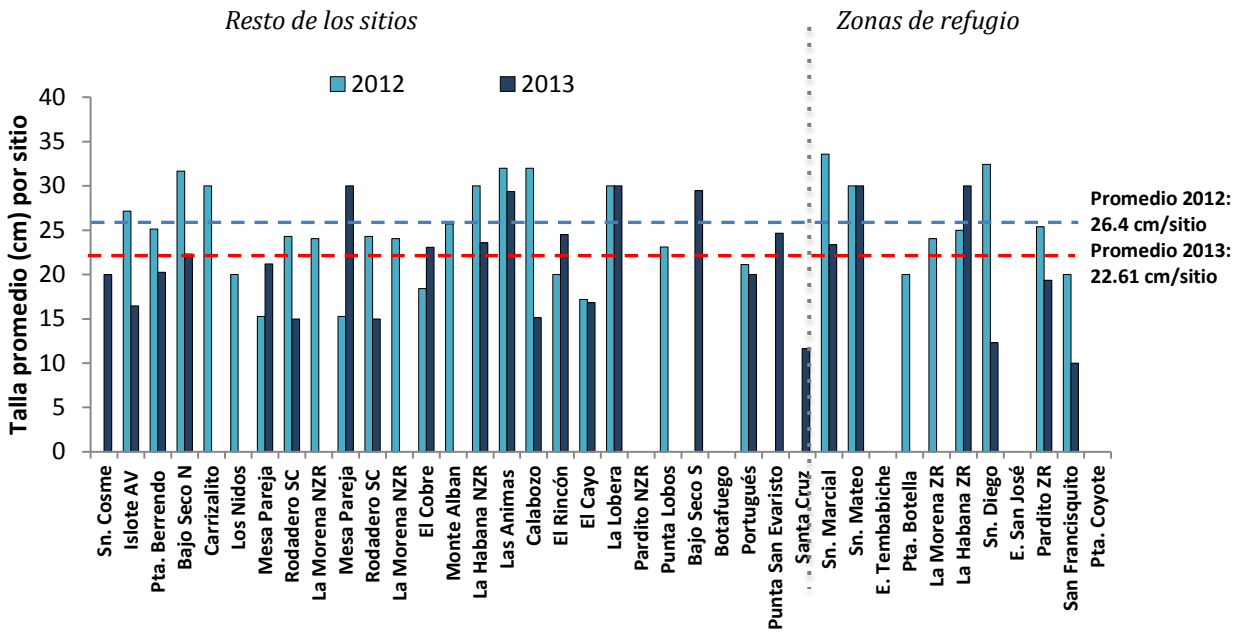


Figura 15. Tallas observadas por sitios de muestreo para el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) para los años 2012 (azul claro) y 2013 (azul fuerte). No se observan diferencias significativas en la talla para la especie (F12, 25=0.68731, p=0.74794).

Resultados de monitoreo submarino los años 2012 y 2013

Las tallas del pargo fueron un poco más homogéneas a largo de los sitios y entre los dos años de monitoreo, sin embargo también se puede apreciar una reducción en las tallas de esta especie de manera general, siendo El Calabozo, San Marcial (zona de refugio) y San Diego (zona de refugio), los sitios en donde se observó una disminución más marcada del 2012 al 2013.

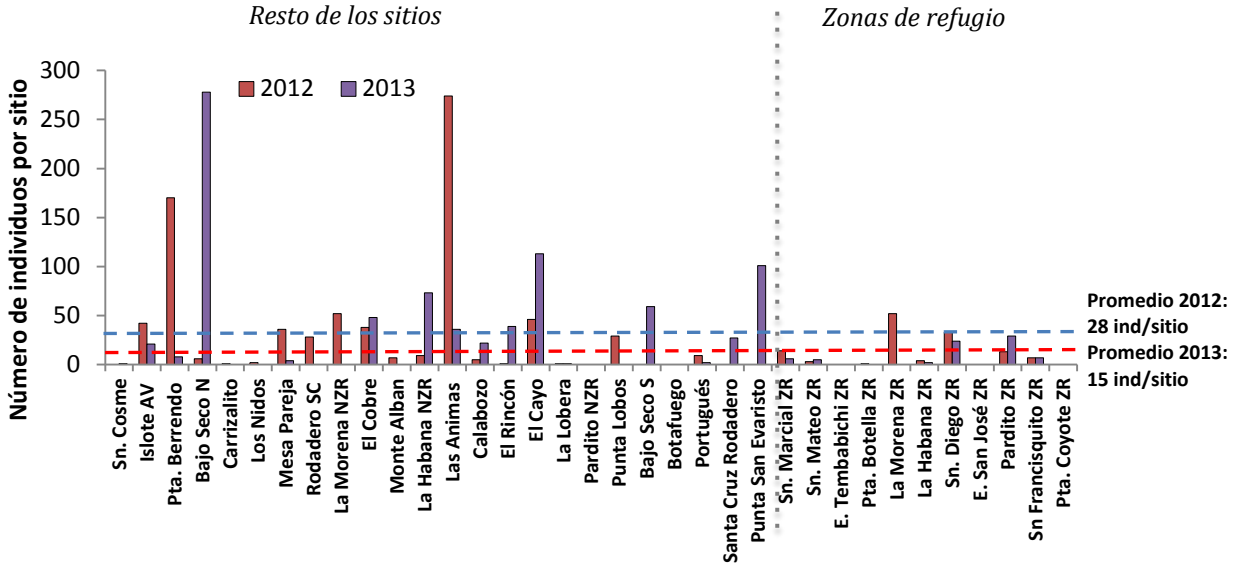


Figura 16. Promedio de abundancia observada por sitios de monitoreo del pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*), para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). Se observa una diferencia muy marcada en el número de organismos por sitio de observación (F20, 14=13.395, p=0.00001).

En el caso de la abundancia de pargo amarillo, no se puede detectar una tendencia clara, ya que en algunos sitios se registraron más individuos en el 2012 y en otros sitios en el 2013. Los sitios que destacaron fueron el Bajo Seco Norte, en donde se observaron menos de 20 y más de 250 organismos en el 2012 y 2013 respectivamente, y en Las Ánimas, en donde se vio lo contrario, más de 250 individuos en el 2012 y menos de 50 en el 2013.

El promedio de individuos observados por sitio fue menor en el 2013.

C) Perico azul (*Scarus ghobban*)

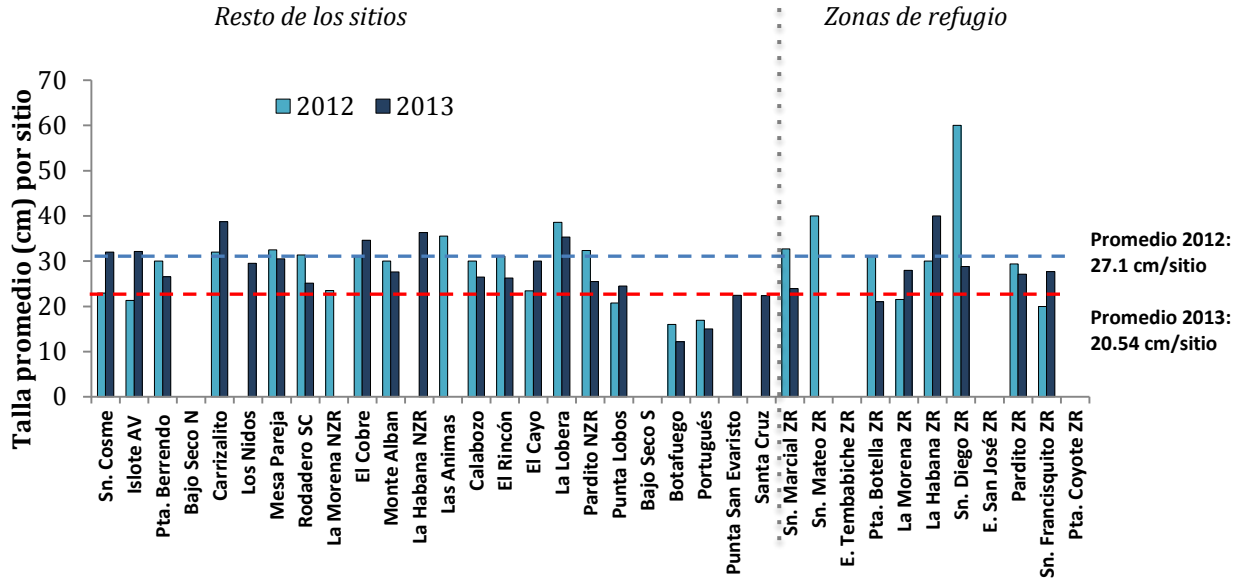


Figura 17. Promedio de tallas observadas por sitios de muestreo para el perico azul (*Scarus ghobban*), para los años 2012 (azul claro) y 2013 (azul fuerte). No se observan diferencias significativas en la talla para la especie (F14, 20=1.6853, p=0.13942).

Las tallas de los pericos no fluctuaron tanto como las de otros peces comerciales. Se observó una gran descenso de tamaño en San Diego (zona de refugio), de aproximadamente 60 cm en el 2012 a la mitad de esta talla en el 2013. El promedio del tamaño observado entre sitios también bajó para esta especie.

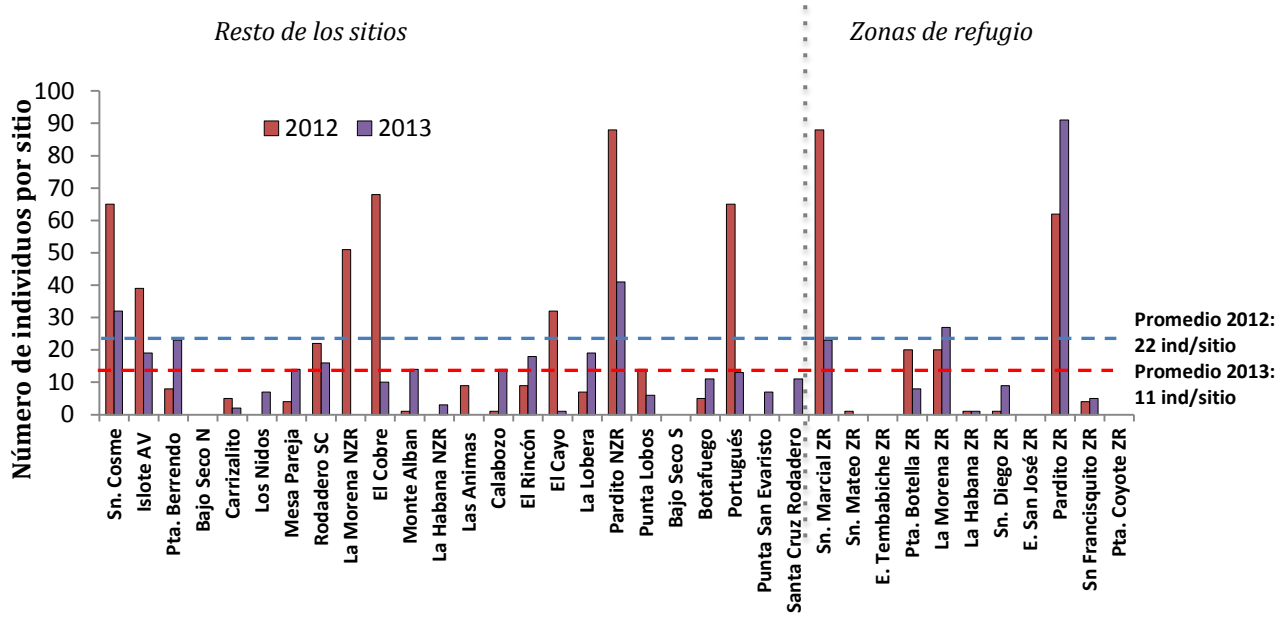


Figura 18. Abundancias observadas por sitios de muestreo para el perico azul (*Scarus ghobban*), para los años 2012 (rojo) y 2013 (morado). Se observan diferencias significativas en el número de organismos observados (F16, 18=9.0065, p=0.00001).

Al igual que las otras especies de peces comerciales, el número de pericos también mostró una reducción del 2012 al 2013, que fue más notable en El Cobre, El Pardito (zona de no refugio), El Portugués y San Marcial (zona de refugio). Algunos sitios mostraron un aumento de pericos pero en menor grado, tales como Punta Berrendo, Monte Albán y El Pardito (zona de refugio).

Biomasa

La biomasa, determinada a partir de las tallas de las especies de peces comerciales, se muestra para los años 2012 y 2013, considerando solamente las tres especies analizadas anteriormente: la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosácea)*, el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris)* y el perico azul (*Scarus ghobban)*.

A continuación se presenta una tabla con los valores promedio de biomasa resultantes para cada especie. Cabe resaltar que el promedio de la biomasa considera todas las observaciones sin discriminar los valores por sitio.

Tabla 3. Biomasa promedio de tres especies de peces comerciales para los años 2012 y 2013.

	Cabrilla sardinera *(Mycteroperca rosacea)*	Pargo amarillo *(Lutjanus argentiventris)*	Perico panza amarilla *(Scarus ghobban)*
2012	**770.6 g**	**487.9 g**	**510.5 g**
2013	**476 g**	**255.8 g**	**561.3 g**

Es posible observar que el promedio de la biomasa disminuyó para la cabrilla sardinera (casi 300 g) y el pargo amarillo (aproximadamente 230 g), sin embargo esta aumentó, aunque en menor grado, para el perico panza azul (alrededor de 50 g).

6. DISCUSIÓN

Los resultados que se observaron en el monitoreo submarino del Corredor para peces e invertebrados presentaron comportamientos distintos para cada grupo y para cada año.

Es importante mencionar que los resultados presentados en este trabajo son preliminares y todavía no se pueden determinar las tendencias y mucho menos las causas de los observado. Además, las temporadas que se compararon en este reporte son diferentes, siendo el mes de mayo para el 2012 y el mes de octubre para el 2013. De manera general se puede decir que el Golfo de California tiene dos temporadas principales: el invierno, que va de diciembre a mayo, y el verano, que se presenta de junio a noviembre; por lo que los periodos del monitoreo submarino se realizaron en diferentes épocas del año con distintas condiciones climáticas. Esto tiene grandes implicaciones biológicas, ya que la alta variabilidad natural muchas veces impide que se detecten los cambios antropogénicos, es decir, aquellos causados por el hombre. Estos cambios normalmente están relacionados con el manejo de recursos marinos, en este caso, el establecimiento de las zonas de refugio y la pesca.

Durante el primer monitoreo submarino se observaron valores de abundancia, riqueza y diversidad más altos en el sur, y se mencionó que probablemente la condición de los arrecifes en esta área era mejor, debido a la alta productividad en la Bahía de la Paz y en el Canal de San José por ser zonas de surgencias. Los datos del segundo monitoreo no mostraron la misma tendencia, probablemente porque al ser temporada de "verano", no se presentan surgencias resultantes de fuertes vientos como sucede en el invierno.

Los resultados más destacados fueron de manera general, un aumento en la riqueza y abundancia de peces, y una disminución en los mismos índices ecológicos para el grupo de invertebrados.
En cuanto a las tallas de especies de peces comerciales, en general fue posible observar una reducción en el tamaño de organismos de un año a otro, al igual que en la biomasa.

En el caso del aumento de especies de peces y de número de organismos por especies, se puede sugerir que está relacionado con las altas temperaturas del verano, que en el Golfo de California se ha visto que en otoño se aumenta el reclutamiento al extender la temporada reproductiva de los peces, y favorece la abundancia de este grupo. Las zonas de refugio se encuentran en un estado muy preliminar como para descifrar conclusiones, sin embargo, es importante mencionar que en la mayor parte de Áreas Protegidas Marinas del mundo, se ha observado un aumento en la abundancia de peces después del cierre o protección del sitio en cuestión. Asimismo, se ha observado también un descenso en la abundancia y riqueza de invertebrados, debido a las interacciones de competencia y depredación resultantes de un mayor número de peces carnívoros. Sin embargo, no podemos determinar esto para las zonas de refugio ya que nuestras temporadas de monitoreo son distintas, además de que todavía es muy reciente el establecimiento de las zonas de refugio como para observar cambios en las poblaciones.

En el caso de las especies de peces comerciales es posible observar una disminución en sus tallas, y el tamaño de peces es lo primero que reacciona en las poblaciones dentro de áreas de no pesca. No solamente se observó una reducción en el tamaño, sino que también en la abundancia de peces comerciales. Se registraron menos cabrillas sardineras, menos pericos y menos pargos amarillos para la mayoría de los sitios en el año 2013 a comparación del 2012. Esto podría deberse a que hay un mayor esfuerzo pesquero, quizás debido a un aumento en el encierre de peces o probablemente porque la temporada fuerte de pesca coincide con la temporada de verano (junio a noviembre), por lo

que puede estar afectando las observaciones de monitoreo. El monitoreo submarino no considera temporadas de pesca ni actividades de saqueo, y no es posible medir el cumplimiento de la gente.

También es posible que el débil cumplimiento que existe hoy en día en las zonas de refugio se esté viendo reflejado en los resultados, ya que estos muestran una disminución de tallas de especies comerciales en prácticamente todas las zonas de refugio.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La recopilación de datos en la primera salida de campo sirvió para generar la línea base biológica, que será útil como referencia de las condiciones iniciales de cada lugar, antes de establecer las zonas de refugio. Con la información generada podemos comparar los años posteriores hasta llegar a los cinco años de vigencia de las zonas de refugio, momento en el cual se tendrá que evaluar su efectividad con la información generada a partir de estos monitoreos submarinos, entre otras fuentes de información. Es por esto que es importante continuar con el monitoreo una vez al año para seguir generando información que será crítica en la evaluación de las zonas de refugio.

Es importante continuar con los esfuerzos de mantener y proteger las zonas de refugio para que funcionen de manera adecuada y se puedan observar y cuantificar sus beneficios. Sin embargo, si el cumplimiento es bajo, el resultado no será positivo y no se podrá evaluar la efectividad de esta herramienta de manejo, ya que no se sabrá si se respetaron o no dichas zonas.