

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

NOVENA REUNIÓN

La Jolla, California (EE.UU.)

14-18 de mayo de 2018

DOCUMENTO SAC-09-11

CONSIDERACIONES ECOSISTÉMICAS

Leanne Duffy y Shane Griffiths

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Impacto de las capturas	2
3. Otra fauna	7
4. Interacciones tróficas	9
5. Medio ambiente físico.....	9
6. Indicadores ecológicos	11
7. Evaluación de riesgos ecológicos	13
8. Modelado de ecosistemas	14
9. Acciones de la CIAT y el APICD relativas a consideraciones ecosistémicas	15
10. Acontecimientos futuros.....	17

1. INTRODUCCIÓN

El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (1995) estipula que los Estados y los usuarios de los recursos acuáticos vivos deberían conservar los ecosistemas acuáticos y establece que. Las medidas de ordenación deberían asegurar la conservación no sólo de las especies objetivo, sino también de aquellas especies pertenecientes al mismo ecosistema¹. En 2001, la Declaración de Reikiavik sobre Pesca Responsable en el Ecosistema Marino elaboró esos principios con un compromiso de incorporar un enfoque ecosistémico en la ordenación de la pesca.

En consonancia con esos instrumentos, una de las funciones de la CIAT de acuerdo a la Convención de Antigua de 2003 es “adoptar, en caso necesario, medidas y recomendaciones para la conservación y administración de las especies que pertenecen al mismo ecosistema y que son afectadas por la pesca de especies de peces abarcadas por la presente Convención, o que son dependientes de estas especies o están asociadas con ellas, con miras a mantener o restablecer las poblaciones de dichas especies por encima de los niveles en que su reproducción pueda verse gravemente amenazada”.

¹ El Código también dispone que las medidas de ordenación deberían asegurar que se mantenga la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y se protejan las especies en peligro y que los Estados deberían evaluar los impactos de factores ambientales sobre las poblaciones y especies objetivo que pertenecen al mismo ecosistema o estén asociados a las poblaciones objetivo, o sean dependientes de las mismas, y evaluar la relación entre las poblaciones en el ecosistema.

Consecuentemente, la CIAT ha reconocido cuestiones ecosistémicas en muchas de sus decisiones de ordenación desde 2003. El presente informe presenta un breve resumen de los conocimientos de los impactos directos e indirectos de las pesquerías atuneras en el Océano Pacífico oriental (OPO) sobre las poblaciones de especies y grupos funcionales ecológicos y la estructura del ecosistema, controlado por la fuerza de las interacciones depredador-empresa.

El informe no sugiere objetivos para la incorporación de consideraciones ecosistémicas en la ordenación de las pesquerías de atunes o peces picudos, ni tampoco ninguna medida nueva de ordenación. Su propósito principal es más bien demostrar que la Comisión considera la sostenibilidad ecológica de las pesquerías que gestiona.

No obstante, la perspectiva que tenemos del ecosistema se basa en el pasado reciente; no hay casi ninguna información disponible sobre el ecosistema antes de comenzar la explotación. Además, el medio ambiente está sujeto a cambios en una variedad de escalas temporales, incluyendo las bien conocidas fluctuaciones de El Niño y cambios a plazo más largo reconocidos recientemente, tales como la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y otros cambios relacionados con el clima.

Además de reportar las capturas de las principales especies de atunes y peces picudos, el personal estima las capturas (retenidas y descartadas) de especies no objetivo. En este informe se presentan datos sobre esas especies en el contexto del efecto de la pesquería sobre el ecosistema. Mientras que se dispone de información relativamente buena sobre las capturas de atunes y peces picudos en la pesquería entera, este no es el caso para las especies de captura incidental. La información es completa para los buques cerqueros grandes² que llevan observadores bajo el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), y cierta información sobre capturas retenidas es también reportada para otros buques cerqueros y gran parte de la flota palangrera (ver [SAC-08-07b](#)). Se dispone de poca información sobre las capturas incidentales y descartes de los buques pesqueros que usan otros tipos de arte (por ejemplo, red agallera, arpón, y artes deportivas (ver [SAC-07-INF-C\(d\)](#))).

En los documentos de reuniones previas del Comité Científico Asesor se presenta información detallada sobre estudios ecosistémicos previos (por ejemplo, SAC-08-07a) y en el Plan Científico Estratégico (SAC-09-01) y el informe de actividades e investigaciones del personal (SAC-09-02).se resume el trabajo actual y planeado relacionado con el ecosistema.

2. IMPACTO DE LAS CAPTURAS

2.1. Evaluaciones de especies individuales

Este informe presenta información actual sobre los efectos de las pesquerías atuneras sobre las poblaciones de especies individuales en el OPO. Una perspectiva ecosistémica requiere un enfoque sobre cómo la pesquería podría haber cambiado varios componentes del ecosistema. Las secciones [2.2](#) y [2.3](#) del presente informe se refieren a la información sobre la biomasa actual de cada población. No se describen explícitamente los efectos de la abundancia de depredadores y presas. Las secciones [2.4-2.7](#) incluyen estimaciones de datos de captura por buques en las pesquerías cerquera grande y palangrera a gran escala (en lo sucesivo “pesquerías palangreras”) reportadas a la CIAT.

Se usaron los datos de observadores para proveer estimaciones de capturas totales (capturas retenidas y descartes) durante de lances por buques cerqueros grandes en el OPO sobre objetos flotantes (OBJ), atunes no asociados (NOA), y delfines (DEL).

No se dispone de datos completos para buques cerqueros pequeños, palangreros, y otros tipos de buque.

² de más de 363 t de capacidad de acarreo (clase 6)

Existe una variabilidad considerable en los formatos de los informes de datos de palangre por CPC individuales a lo largo del tiempo, lo cual limita la aplicación de los datos de captura y esfuerzo ([SAC-08-07b](#), [SAC-08-07d](#), [SAC-08-07e](#)). Algunas capturas de especies no objetivo por las pesquerías palangreras atuneras en el OPO son reportadas a la CIAT, pero a menudo en formato altamente resumido (por ejemplo, agregaciones mensuales de captura por grupos taxonómicos amplios (“elasmobranchios”, por ejemplo) a menudo sin verificación de si las la captura reportada fue extendida a captura total ([SAC-08-07b](#)). Debido a limitaciones de datos, los datos de captura para las pesquerías palangreras fueron obtenidas usando las tablas de captura de la CIAT de 5°x5° siguiendo los métodos descritos en [SAC-08-07b](#) y [SAC-08-07d](#). Estas estimaciones deben ser consideradas estimaciones mínimas solamente. Sin embargo, debido a la carencia de datos de captura en la base de datos de palangre de la CIAT, en la octava reunión del Comité se discutió un informe sobre el establecimiento de estándares mínimos de datos y requisitos de notificación para los programas de observadores en palangreros ([SAC-08-07e](#)). A medida que mejore la notificación de datos, se dispondrá de mejores estimaciones de las capturas palangreras.

2.2. Atunes

En los documentos [SAC-09-05](#), [06](#), y [07](#) se presenta información sobre los efectos de las pesquerías del OPO sobre los atunes patudo, aleta amarilla, y barrilete, respectivamente. En la presente reunión se presentará un informe del grupo de trabajo sobre el aleta azul del Comité Científico Internacional para los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC) y los resultados de la reunión conjunta de las OROP atuneras sobre el atún aleta azul del Pacífico. El grupo de trabajo sobre el albacora del norte del ISC término su [evaluación](#) de la población en 2017, y en esta reunión se presentará una actualización del trabajo de evaluación de estrategia de ordenación (EEO) sobre el atún albacora del Pacífico norte.

En la Tabla A-2a del [Documento SAC-09-03](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de atunes y bonitos en el OPO durante 2017

2.3. Peces picudos

En las Secciones G-J del [Informe de la situación de la pesquería 15](#) de la CIAT se presenta información sobre los efectos de las pesquerías atuneras sobre el pez espada, marlín azul, marlín rayado, y pez vela. El personal de la CIAT realizó evaluaciones de las poblaciones y o análisis de la estructura poblacional del pez espada (2007, estructura), marlín rayado del Pacífico oriental (2010, evaluación y estructura), marlín rayado del Pacífico noreste (2011, evaluación), pez espada del Pacífico sureste (2012, evaluación), y pez vela del Pacífico oriental (2013, evaluación). El grupo de trabajo sobre peces picudos del ISC realizar evaluaciones del [marlín rayado \(2015\)](#), [marlín azul del Pacífico](#), y [pez espada del Pacífico norte \(2017\)](#).

No se han realizado evaluaciones de las poblaciones del marlín negro y el marlín trompa corta, aunque datos publicados conjuntamente por científicos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) de Japón y la CIAT en la serie de boletines de la CIAT señalan tendencias en las capturas, esfuerzo, y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE).

En la Tabla A-2b of documento SAC-09-03 se presentan estimaciones preliminares de las capturas de peces picudos en el OPO durante 2017.

2.4. Mamíferos marinos

Mamíferos marinos, especialmente los delfines manchado (*Stenella attenuata*), tornillo (*S. longirostris*), y común (*Delphinus delphis*), se encuentran a menudo asociados a atunes aleta amarilla en el OPO. Los pescadores de cerco comúnmente lanzan la red alrededor de manadas de delfines y los atunes aleta amarilla asociados, y entonces liberan los delfines mientras retienen los atunes. Mientras que la mortalidad incidental de los delfines en la pesquería fue alta en los años 1960 y 1970, ha disminuido precipitadamente desde los años 1980.

En la [Tabla 1](#) se presentan estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de mamíferos marinos en la pesquería en 2017, y estimaciones correspondientes a 1993-2017 en la [Figura J-1](#). Rara vez ocurre mortalidad de delfines en lances no asociados y sobre objetos flotantes. Se observaron mortalidades decrecientes de delfines manchados nororientales, delfines tornillo panza blanca, delfines manchados occidentales-sureños, delfines comunes centrales, y otros delphinidae. El número de mortalidades fue variable para el delfín común norteño y delfín tornillo oriental, y generalmente menos de 40 en el caso del delfín común sureño, con la excepción de picos a 220 en 2004 y aproximadamente 120 en 2008..

2.5. Tortugas marinas

Se capturan tortugas marinas cuando toman el cebo en los anzuelos, se enganchan accidentalmente en los anzuelos, o se enredan en las líneas. Se cuenta con pocas estimaciones de la mortalidad incidental de tortugas debidas a la pesca con palangre o red agallera. Las tasas de mortalidad en la pesquería palangrera industrial del OPO son probablemente mínimas en los lances "profundos" (alrededor de 200-300 m) dirigidos al atún patudo, y máximas en los lances "someros" (<150 m) para albacora y pez espada. Además, existe una flota importante de buques palangreros artesanales que también afectan a las tortugas marinas (ver [Sección 9.2](#)).

Las tortugas marinas son capturadas ocasionalmente en las redes de cerco en la pesquería atunera del OPO, generalmente cuando se asocian a objetos flotantes y son capturadas cuando el objeto es cercado. Además, los lances sobre atunes no asociados o atunes asociados a delfines pueden capturar tortugas marinas que están en la zona por casualidad. Las tortugas a veces se enredan en la malla debajo de los dispositivos agregadores de peces (plantados) y se ahogan. En algunos casos, se enredan en el arte de pesca y pueden acabar heridas o muertas.

Las tortugas marinas son capturadas ocasionalmente en las redes de cerco en la pesquería atunera del OPO, generalmente cuando se asocian a objetos flotantes y son capturadas cuando el objeto es cercado. Además, los lances sobre atunes no asociados o atunes asociados a delfines pueden capturar tortugas marinas que están en la zona por casualidad. Las tortugas a veces se enredan en la malla debajo de los dispositivos agregadores de peces (plantados) y se ahogan. En algunos casos, se enredan en el arte de pesca y pueden acabar heridas o muertas.

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es, por mucho, la especie de tortuga marina capturada más frecuentemente por los buques de cerco. Le sigue la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y, muy infrecuentemente, las tortugas Carey (*Caretta caretta*) y caguama (*Eretmochelys imbricata*) ([Figura J-2](#)). Desde 1990, cuando los observadores de la CIAT comenzaron a registrar esta información, se han registrado solamente tres mortalidades de tortugas laúd (*Dermochelys coriacea*). Algunas tortugas no son identificadas por

TABLA 1. Mortalidad de delfines y otros mamíferos marinos causada por la pesquería en el OPO, 2017 (datos preliminares).

Especie y población	Mortalidad incidental	
	Número	t
Delfín manchado de altamar		
Nororiental	92	6.0
Occidental-sureño	178	11.6
Delfín tornillo		
Oriental	266	11.8
Panza blanca	98	5.9
Delfín común		
Norteño	26	1.8
Central	9	0.6
Sureño	16	1.1
Otros mamíferos*	3	0.2
Total	688	39.1

*"Otros mamíferos" incluye las especies y poblaciones siguientes cuyas mortalidades observadas fueron las siguientes: delfines no identificados 2 (0.1 t) y delfín rayado (*Stenella coeruleoalba*) 1 (0.06 t).

TABLA 2. Interacciones y mortalidades de tortugas marinas con buques cerqueros grandes en el OPO, 2017 (datos preliminares).

	Interacciones			Mortalidades				
	Tipo de lance			To- tal	Tipo de lance			To- tal
	OBJ	NOA	DEL		OBJ	NOA	DEL	
Golfina	132	16	48	196	2	-	2	4
Verde del OPO	29	19	30	78	-	-	-	-
Caguama	9	19	1	29	-	-	-	-
Carey	3	1	2	6	-	-	-	-
Laúd	1	-	1	2	-	-	-	-
No identificada	187	23	69	279	-	-	-	-

estar demasiado lejos del buque o porque no había suficiente luz para permitir al observador identificarla.

Se presentan estimaciones preliminares de las mortalidades e interacciones (en número) de tortugas en lances por buques cerqueros grandes sobre objetos flotantes (OBJ), atunes no asociados (NOA), y delfines (DEL), basadas en datos de observadores de la CIAT, durante 2017 en la [Tabla 2](#) y durante 1993-2017 en la [Figura J-2](#). Los datos de mortalidades e interacciones con tortugas en las pesquerías palangreras son deficientes ([SAC-08-07b](#)).

Las mortalidades de tortugas marinas causadas por la pesca cerquera atunera son probablemente menores que aquellas debidas a actividades humanas, que incluyen explotación de huevos y adultos, desarrollo de playas, contaminación, enredos en, e ingestión de, detritos marinos, y los impactos de otras pesquerías.

2.6. Tiburones y rayas

Se capturan tiburones, como captura incidental u objetivo, en las pesquerías atuneras palangrera y cerquera del OPO, así como en las pesquerías multiespecíficas y de múltiples artes de las naciones costeras.

Se dispone de evaluaciones o de indicadores de condición (*stock status indicators*; SSI) de las poblaciones de tan sólo cinco especies de tiburones en el OPO: sedoso (*Carcharhinus falciformis*) (CIAT: [SAC-05 INF-F](#), [SAC-08-08a\(i\)](#), [SAC-09-13](#)), azul (*Prionace glauca*) ([Grupo de trabajo sobre tiburones del ISC](#)), marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*) ([Grupo de trabajo sobre tiburones del ISC](#)), zorro (*Alopias vulpinus*) (NMFS), y zorro ojón (*Alopias superciliosus*) ([Proyecto Océanos Comunes de FAO](#)). Una evaluación del tiburón marrajo sardinero (*Lamna nasus*) a escala del Pacífico entero en el hemisferio sur completado a fines de 2017 como parte del [Proyecto Océanos Comunes de FAO](#). En el documento [BYC-08 INF-A](#) se resumen las interacciones de la pesquería atunera de cerco en el OPO con los tiburones ballena. Se desconocen los impactos de las pesquerías atuneras sobre las poblaciones de otras especies de tiburones en el OPO.

En la [Tabla 3](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de tiburones y rayas reportadas por observadores en buques cerqueros grandes en el OPO durante 2017 y estimaciones mínimas de las capturas por buques palangreros en 2016.

TABLA 3. Capturas, en toneladas, de tiburones y rayas en el OPO por buques cerqueros grandes, por tipo de lance, 2017, y por buques palangreros, 2016 (datos preliminares). Las estimaciones de palangre son mínimas.

	Cerco				Palangre
	OBJ	NOA	DEL	Total	
Tiburón sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	678	7	26	711	452
Tiburón oceánico punta blanca (<i>C. longimanus</i>)	4	<1	<1	5	65
Tiburones martillo (<i>Sphyrna</i> spp.)	21	6	2	28	34
Tiburones zorro (<i>Alopias</i> spp.)	2	3	2	7	107
Tiburones marrajos (<i>Isurus</i> spp.)	<1	<1	0	2	340
Otros tiburones	89	3	3	95	841
Tiburón azul (<i>Prionace glauca</i>)	-	-	-	-	1,816
Mantarrayas (Mobulidae)	10	30	9	49	-
Rayas pelágicas (Dasyatidae)	<1	<1	<1	<1	-

En la [Figura J-3](#) se ilustran las capturas de tiburones y rayas en las pesquerías de cerco y de palangre durante 1993-2017. La especie capturadas más comúnmente en la pesquería de cerco fue el tiburón sedoso. Las capturas de tiburones fueron generalmente máximas en los lances sobre objetos flotantes (principalmente tiburones sedoso, oceánico punta blanca (*C. longimanus*), martillo (*Sphyrna* spp.), y marrajos (*Isurus* spp.)), seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, los lances sobre delfines

(Figura J-3). Hasta aproximadamente 2007, los tiburones zorro (*Alopias* spp.) ocurrieron principalmente en lances no asociados (Figura J-3). Históricamente, los tiburones oceánicos punta blanca fueron capturados comúnmente en lances sobre objetos flotantes, pero desde 2005 fueron mucho menos frecuentes. En general, las tasas de captura incidental de mantarrayas (Mobulidae) y rayas pelágicas (Dasyatidae) son máximas en los lances no asociados, seguidos por los lances sobre delfines, y mínimas en lances sobre objetos flotantes, aunque las capturas por tipo de lance pueden ser variables (Figura J-3). En la Tabla A-7 del Documento SAC-09-03 se detalla el número de lances cerqueros de cada tipo en el OPO durante 2002-2017.

Las capturas palangreras de tiburones reportadas aumentaron bruscamente a partir de 2008, pero las capturas de tiburones sedoso, oceánico punta blanca, y martillo disminuyeron posteriormente. Las capturas de tiburones zorro, marrajo, y azul aumentaron hasta 2016. Estos datos deben ser interpretados con cautela debido a limitaciones en los requisitos de notificación de datos de especies no objetivo capturadas en la pesquería palangrera que resultan de las resoluciones C-03-05 y C-11-08 y documentadas en SAC-08-07b.

Las pesquerías palangreras artesanales a pequeña escala de los CPC costeros están dirigidas a tiburones, atunes, peces picudos, y dorado (*Coryphaena hippurus*), y algunos de estos buques operan en zonas más allá de aguas costeras y jurisdicciones nacionales³. Sin embargo, faltan datos esenciales de tiburones de las pesquerías palangreras, y por lo tanto no se pueden producir evaluaciones convencionales y/o indicadores de condición de población (ver síntesis de retos de datos en SAC-07-06b(iii)). Se ha iniciado un proyecto para mejorar la recolección de datos sobre tiburones, particularmente en Centroamérica, de la pesquería palangrera artesanal financiado por la Organización para la Agricultura y el Alimento de las Naciones Unidas (FAO) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) en el marco del programa Océanos Comunes (SAC-07-06b(ii), SAC-07-06b(iii)). Los datos obtenidos este proyecto serán incluidos en versiones futuras del presente informe para brindar mejores estimaciones de los tiburones capturados por las distintas flotas palangreras.

2.7. Otros peces grandes

En la Tabla 4 se presentan estimaciones preliminares de las capturas de dorado (*Coryphaena* spp.) y otros peces grandes en el OPO por buques cerqueros grandes durante 2017, junto con estimaciones mínimas de los datos de palangre de 2016. En la Figura J-4 se presentan las tendencias de las capturas de las especies más importantes durante 1993-2017, por tipo de lance y pesquería.

El dorado es la especie de captura incidental reportada con mayor frecuencia en la pesquería atunera de cerco en el OPO. Es también

TABLA 4. Capturas, en toneladas, de especies de peces grandes capturadas comúnmente en el OPO por buques cerqueros grandes, por tipo de lance, 2017, y por buques palangreros, 2016 (datos preliminares). Las estimaciones de palangre son mínimas.

	Cerco				Pa- langre
	OBJ	NOA	DEL	Total	
Dorado (<i>Coryphaena</i> spp.)	1,865	12	<1	1,877	184
Peta (<i>Acanthocybium solandri</i>)	368	1	<1	368	243
Salmón (<i>Elagatis bipinnulata</i>) y jurel (<i>Seriola lalandi</i>)	37	24	-	61	-
Japutas (Bramidae)	-	-	-	-	98

³ Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A.M., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M.N. 2015. The Ecuadorian artisanal fishery for large pelagics: species composition and spatio-temporal dynamics. PLoS ONE 10(8): e0135136.

una las especies más importantes capturadas en las pesquerías artesanales de las naciones costeras del OPO, lo cual condujo a una evaluación exploratoria de la población ([SAC-07-06a\(i\)](#)) y una evaluación de estrategia de ordenación (EEO) en el OPO sur ([SAC-07-06a\(ii\)](#)).

Alrededor de 2006 se observaron aumentos bruscos de las capturas palangreras de dorado, peto, japutas, y opa, aunque esto podría estar relacionado con cambios en la notificación de datos. Las capturas cerque-
ras de dorado, peto, salmón, y jurel fueron variables, y ocurrieron principalmente en lances sobre objetos flotantes.

3. OTRA FAUNA

3.1. Aves marinas

Existen aproximadamente 100 especies de aves marinas en el OPO tropical. Algunas se asocian a depredadores epipelágicos, como peces (especialmente atunes) y mamíferos marinos, cerca de la superficie del océano. Las oportunidades de alimentación para algunas especies de aves marinas dependen de la presencia de cardúmenes de atunes que se alimentan cerca de la superficie. La mayoría de las especies de aves marinas toman sus presas, principalmente calamar (mayormente Ommastrephidae), a menos de medio metro de la superficie, o en el aire (peces voladores, Exocoetidae). Los depredadores subsuperficiales, como los atunes, a menudo impulsan a sus presas hacia la superficie para atraparlas contra el interfaz de agua y aire, donde son accesibles a las aves, que también se alimentan de presas heridas o desorientadas, y de restos de presas grandes.

Algunas aves marinas, especialmente los albatros (de las Galápagos (*Phoebastria irrorata*), patinegro (*P. nigripes*), de Laysan (*P. immutabilis*), y ojeroso (*Thalassarche melanophrys*)) y petreles, son susceptibles a captura en anzuelos cebados en las pesquerías palangreras pelágicas. El albatros de las Galápagos es motivo de preocupación particular, porque es endémico al OPO y anida solamente en las islas Galápagos. Los datos de observadores en buques artesanales no señalan interacciones con albatros durante las faenas de pesca de esos buques. Datos de la pesquería palangrera pelágica estadounidense en el OPO norte indican que ocurren capturas incidentales de albatros patinegros y de Laysan.

La CIAT ha adoptado dos medidas sobre aves marinas (sección [9.3](#)); además, el Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP) y BirdLife International han actualizado sus mapas de las distribuciones de aves marinas en el OPO, y han recomendado directrices sobre la identificación, notificación, tratamiento y medidas de mitigación para aves marinas ([SAC-05-INF-E](#), [SAC-07-INF-C\(d\)](#), [SAC-08-INF-D\(a\)](#), [SAC-08-INF-D\(b\)](#), [SAC-08-INF-D\(d\)](#)). Adicionalmente, ACAP han reportado sobre el estatus de conservación de albatros y petreles grandes ([SAC-08-INF-D\(c\)](#)).

Los datos de interacciones con aves marinas en la base de datos de palangre de la CIAT son deficientes ([SAC-08-07b](#)).

3.2. Especies de alimento

El gran número de grupos taxonómicos que ocupa los niveles tróficos medios del ecosistema del OPO—denominados genéricamente “especies de alimento”— juegan un papel clave al constituir un vínculo trófico entre los productores primarios en la base de la red alimenticia y los depredadores de nivel trófico alto, como los atunes y peces picudos. Los cefalópodos, especialmente los calamares, juegan un papel central en muchas redes alimenticias marinas pelágicas, al vincular las biomásas masivas de micronecton, particularmente peces mictrófidos, con muchos depredadores oceánicos. Por ejemplo, el calamar de Humboldt (*Dosidicus gigas*) es una presa común de los atunes aleta amarilla y patudo y otros peces depredadores, pero es también un depredador voraz de peces pequeños y cefalópodos. Cambios recientes en la abundancia y distribución geográfica del calamar de Humboldt podrían afectar el comportamiento de alimentación de los atunes y otros depredadores, afectando quizás su vulnerabilidad a la captura y la

estructura trófica de los ecosistemas pelágicos. En vista del alto flujo trófico

TABLA 5. Capturas de peces pequeños, en toneladas, por buques cerqueros grandes en el OPO, 2017 (datos preliminares).

	Tipo de lance			Total
	OBJ	NOA	DEL	
Peces ballesta (<i>Balistidae</i>) y cachúas (<i>Monacanthidae</i>)	86	<1	-	87
Otros peces pequeños	12	<1	-	12
Melvas (<i>Auxis</i> spp.)	153	103	-	256

que pasa por la comunidad de calamares, es importante una investigación concertada de los calamares para comprender su papel como presa y depredador clave.

Algunos peces de alimento pequeños son capturados incidentalmente en el OPO por buques cerqueros en alta mar, principalmente en lances sobre objetos flotantes, y en pesquerías artesanales costeras, pero son generalmente descartados en el mar. Las melvas (*Auxis* spp.), por ejemplo, son una presa común de muchos depredadores de alto nivel trófico, y pueden formar el 10% o más de la biomasa de su dieta. En la [Tabla 5](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de peces pequeños por buques cerqueros grandes en el OPO durante 2017 y en la [Figura J-5](#) las capturas durante 1993-2017. Se observaron disminuciones las capturas de pequeños peces teleósteos durante el periodo.

3.3. Peces larvales y plancton

Durante muchos años científicos del Centro de Ciencias Pesqueras del Sudoeste del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de Estados Unidos recolectaron peces larvales en redes de arrastre de superficie en el OPO. Se descubrió que, de las 314 categorías taxonómicas identificadas, 17 tenían la mayor probabilidad de mostrar efectos de cambios ambientales; sin embargo, la frecuencia, abundancia, y distribución de estos grupos clave no mostró ninguna tendencia temporal consistente. Las investigaciones⁴ señalan una pendiente longitudinal en la estructura comunitaria de las concentraciones de ictioplancton en la “zona cálida” del Pacífico oriental, con abundancia, riqueza de especies, y diversidad de especies altas en el este (donde la termoclina es poco profunda y la productividad primaria es alta) pero bajas y variables en el oeste (donde la termoclina es profunda y la productividad primaria es baja).

Las poblaciones de fitoplancton y zooplancton en el OPO tropical son variables. Por ejemplo, las concentraciones de clorofila en la superficie del mar (un indicador de florecimientos de fitoplancton) y la abundancia de copépodos estuvieron marcadamente reducidos durante el evento de El Niño de 1982-1983, especialmente al oeste de 120°O. Similarmente, las concentraciones de clorofila en la superficie disminuyeron durante el episodio de El Niño de 1986-1987 y aumentaron durante el evento de La Niña de 1988 debido a cambios en la disponibilidad de nutrientes.

La composición por especies y tamaños de zooplancton es a menudo más variable que la biomasa de zooplancton. Cuando aumenta las temperaturas del agua, las especies de agua cálida a menudo reemplazan las especies de agua fría en lugares particulares. La abundancia relativa de copépodos pequeños frente al norte de Chile, por ejemplo, aumentó durante el evento de El Niño de 1997-1998, mientras que la biomasa de zooplancton no cambió.

⁴ Vilchis, L.I., L.T. Ballance, and W. Watson. 2009. Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool: Can community structure be linked to climate variability? *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 56(1): 125-140

4. INTERACCIONES TRÓFICAS

Lo siguiente es un breve resumen de los conocimientos actuales de las interacciones tróficas. En el Plan Científico Estratégico de la CIAT (SAC-09-01) y el informe de actividades del personal y plan de trabajo de investigación (SAC-09-02) se presentan síntesis de estudios propuestos.

Los atunes y peces picudos son depredadores generalistas ampliamente distribuidos, con altos requerimientos energéticos y, como tal, son componentes clave de los ecosistemas pelágicos. Los conocimientos de las relaciones ecológicas entre los grandes depredadores pelágicos, y entre ellos y los animales de niveles tróficos más bajos, son limitados, pero son necesarios para desarrollar modelos para evaluar los impactos de la pesca y del clima sobre el ecosistema. Los conocimientos de la ecología trófica de los peces depredadores en el OPO han sido derivados de análisis de contenido de estómagos, y más recientemente de indicadores químicos. Cada especie de atún parece tener una estrategia de alimentación generalizada (alta diversidad de presas y baja abundancia de tipos de presa individual) que varía espacial y ontogenéticamente.

Los análisis de isótopos estables pueden complementar los datos de dieta para delinear los flujos tróficos en las redes alimenticias marinas. Mientras que el contenido de estómagos representa una muestra de los eventos de alimentación más recientes, los isótopos estables de carbono y nitrógeno integran todos los componentes de la dieta entera en el tejido del animal, brindando un historial de interacciones tróficas recientes. Información de resolución más fina es provista por análisis isotópicos de aminoácidos por compuesto (*compound-specific isotope analysis of amino acids*; AA-CSIA). Por ejemplo, se puede determinar la posición trófica de un depredador en la red alimenticia a partir de sus tejidos si se relacionan los aminoácidos de “fuente” (por ejemplo, fenilalanina) con los aminoácidos “tróficos” (por ejemplo, ácido glutámico), que describen los valores isotópicos para los productores primarios y el depredador, respectivamente.

Los estudios tróficos han descubierto muchas de las conexiones tróficas clave en el OPO pelágico tropical, y han formado la base de representaciones de las interacciones en la red alimenticia en un modelo ecosistémico (Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 3) para explorar los impactos ecológicos de la pesca y del cambio climático. El personal piensa continuar y mejorar la recolección de datos tróficos para muchos componentes del ecosistema del OPO, tales como peces mesopelágicos grandes y pequeños, que conducirán a mejores conocimientos de la dinámica del ecosistema, pero también al desarrollo de un mejor modelo que representa el OPO entero.

5. MEDIO AMBIENTE FÍSICO⁵

Las condiciones ambientales afectan los ecosistemas marinos, la dinámica y capturabilidad de los atunes y peces picudos, y las actividades de los pescadores. Los atunes y peces picudos son pelágicos durante todas las etapas de la vida, y los factores físicos que afectan el Océano Pacífico tropical y subtropical pueden tener efectos importantes sobre su distribución y abundancia.

El medio ambiente oceánico varía en una variedad de escalas temporales, de estacional a interanual, decadal, y más largas (por ejemplo, fases o regímenes climáticos). La fuente dominante de variabilidad en las capas superiores del OPO es denominada El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), una fluctuación irregular que afecta el Océano Pacífico tropical y la atmósfera global en su totalidad. Los eventos de El Niño ocurren a intervalos de entre dos y siete años, y son caracterizados por vientos alisios más débiles, termoclinas más profundas, y temperaturas superficiales del mar (TSM) anormalmente altas en el OPO ecuatorial. La

⁵ Parte de la información en esta sección proviene de Fiedler, P.C. 2002. *Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 244: 265-283.

fase contraria de El Niño, denominada comúnmente La Niña, es caracterizada por vientos alisios más fuertes, termoclinas menos profundas, y TSM más bajas. Los cambios en el medio ambiente físico y químico debidos a ENOS tienen un impacto subsecuente sobre la productividad biológica, alimentación, y reproducción de peces, aves, y mamíferos marinos.

Con respecto a los atunes y peces picudos importancia comercial, se cree que ENOS causa variabilidad considerable en su reclutamiento y disponibilidad a la captura. Por ejemplo, una termoclina poco profunda en el OPO durante eventos de La Niña puede contribuir a mayor éxito en la pesca atunera de cerco, al comprimir el hábitat térmico preferido de los atunes pequeños cerca de la superficie del mar. Por contraste, durante un evento de El Niño, cuando la termoclina es profunda, los atunes son aparentemente menos vulnerables a la captura, y las tasas de captura pueden disminuir. Además, TSM superiores e inferiores al promedio pueden también causar que estos peces móviles se trasladen a hábitats más favorables.

La variabilidad inducida por el clima a escala decadal (o sea, de 10 a 30 años) afecta también al OPO; descritos a menudo en términos de "regímenes", caracterizados por promedios relativamente estables y patrones en las variables físicas y biológicas. Fluctuaciones decadales en el afloramiento y transporte de agua coinciden con los patrones de mayor frecuencia de ENOS, y tienen efectos a escala de cuenca sobre las TSM y la pendiente de la termoclina similares a aquellos causados por ENOS, pero a escalas temporales más largas. Por ejemplo, análisis por el personal de la CIAT han indicado que el aleta amarilla en el OPO ha pasado por regímenes de reclutamiento bajo (1975-1982) y alto (1983-2001), que se cree son debidos a un cambio en el régimen de productividad primaria en el Océano Pacífico.

Se usan los índices de variabilidad en las condiciones oceanográficas—de eventos de ENOS interanuales a plazo corto evaluados en distintas regiones del OPO, al índice PDO interdecadal a mayor plazo—para describir las anomalías de las TSM en el Océano Pacífico. Se pueden usar los índices oceanográficos para explorar la influencia de los impulsores ambientales sobre la vulnerabilidad de las especies no objetivo afectadas por la pesca (ver, por ejemplo, [SAC-08-08a\(i\)](#)). Estos índices incluyen el *Oceanic Niño Index* (ONI), el Índice Costero El Niño (ICEN), y el PDO. El ONI es usado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de EE.UU., y es el indicador primario de condiciones cálidas de El Niño ($ONI \geq +0.5$) y frías de La Niña ($ONI \leq -0.5$) en la región Niño 3.4 en el Océano Pacífico tropical oriental-central entre 120° y $170^\circ O$ ⁶. El índice ICEN es usado por el Comité Multisectorial para el Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN) para dar seguimiento a la frecuencia de magnitud de El Niño en la región Niño 1+2 (la más pequeña de las regiones de El Niño, de 0° a $10^\circ S$ entre 90° y $80^\circ O$), correspondiente a la región altamente dinámica a lo largo de la costa del Perú. El PDO— un patrón de variabilidad climática de larga vida en el Pacífico parecido a El Niño— sigue patrones interdecadales a gran escala de cambios ambientales y bióticos, principalmente en el Océano Pacífico norte⁷, con señales secundarias en el Pacífico tropical⁸. En la [Figura J-6](#) se ilustran datos mensuales del ONI⁹, ICEN¹⁰ y PDO¹¹ de 1993-2017 para dar una vista general de la variabilidad de estos índices durante las dos últimas décadas.

⁶ Dahlman, L. 2016. Climate Variability: Oceanic Niño Index. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>.

⁷ Mantua, N.J., S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, and R.C. Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 1069-1079.

⁸ Hare, S.R., and N.J. Mantua. 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Progress in Oceanography* 47: 103-145.

⁹ http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

¹⁰ <http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/indices.html>

¹¹ <http://research.jisao.washington.edu/pdo/>

Los valores de ICEN han sido categorizados como de eventos “fríos fuertes” (valores <-1.4) a eventos “cálidos extraordinarios” (valores >3)¹². Los valores de ICEN fueron >3 durante El Niño de 1997-1998; alcanzaron un pico de 2.23 en octubre de 2015, indicando un evento “muy fuerte”. Similarmente, los valores de ONI fueron >2 durante los eventos de El Niño de 1997-1998 y 2015-2016, representando eventos “muy fuertes”¹³. Los valores de PDO alcanzaron picos de 2.79 en agosto de 1997, y de 2.62 en abril de 2016.

Se crearon mapas de las TSM medias en todo el OPO para cada año durante 1993-2017 usando datos de NOAA_OI_SST_V2¹⁴ provistos por NOAA/OAR.ESRL PSD en Boulder, Colorado, EE.UU. En la [Figura J-7](#) se ilustra la expansión de aguas más cálidas durante los eventos extremos de El Niño de 1997-1998 y 2015-2016.

6. INDICADORES ECOLÓGICOS

Durante las dos últimas décadas, muchas pesquerías en todo el mundo han ampliado el alcance de la ordenación para considerar los impactos de la pesca sobre especies no objetivo y el ecosistema generalmente. Este enfoque ecosistémico a la ordenación pesquera es importante para mantener la integridad y productividad de los ecosistemas y al mismo tiempo maximizar la utilización de los recursos de importancia comercial. Sin embargo, demostrar la sostenibilidad ecológica de las pesquerías del OPO supone un reto importante, dada la amplia gama de especies con distintos ciclos vitales con los que interactúan esas pesquerías. Mientras que se han usado puntos de referencia biológicos para la ordenación de especies objetivo individuales, son necesarias medidas de desempeño y puntos de referencia alternativos para muchas especies no objetivo que carecen de datos de captura y/o biológicos fiables; por ejemplo, se han fijado límites de mortalidad incidental para delfines en la pesquería cerquera del OPO bajo el APICD.

Otro aspecto importante de la evaluación de la sostenibilidad ecológica es asegurar que la estructura y función del ecosistema no sean afectadas negativamente por las actividades pesqueras. Se han propuesto varias métricas o indicadores ecosistémicos para tratar esta cuestión, tales como estructura del tamaño de comunidades, índices de diversidad, riqueza o uniformidad de especies, índices de solape, espectros tróficos de las capturas, abundancia relativa de una especie o grupo indicador, y numerosos indicadores ambientales.

En vista de la complejidad de los ecosistemas marinos, ningún indicador puede por sí solo representar completamente su estructura y dinámica interna. Para poder dar seguimiento a cambios en estos sistemas multidimensionales y detectar los impactos potenciales de la pesca y del medio ambiente, es necesaria una variedad de indicadores. Por lo tanto, se usa en el presente informe una variedad de indicadores que pueden ser calculados con el software de modelado ecosistémico *Ecopath with Ecosim* (EwE) para describir los cambios a largo plazo en el ecosistema del OPO. El análisis abarca el periodo de 1970-2014, y los indicadores incluidos son: nivel trófico medio de la captura (MTL_c), el Índice Trófico Marino (MTI), el índice de pesca en equilibrio (FIB), el índice de diversidad Q de Kempton, y tres indicadores que describen el nivel trófico medio de tres componentes, o ‘comunidades’ (TL 2.0-3.5, 3.5-4.0, y >4.0), después de que las pesquerías han extraído biomasa como captura. En lo sucesivo se resumen estos indicadores, y los resultados derivados del modelo del ecosistema del Océano Pacífico tropical oriental pelágico (ETP)¹⁵.

Estructura trófica del ecosistema del OPO. Los enfoques a la ordenación pesquera basados en ecología precisan representaciones exactas de los vínculos tróficos y flujos de biomasa por la red alimenticia. En la

¹² http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_not_tecni_enfen_09abr12.pdf

¹³ <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

¹⁴ <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>

¹⁵ Olson, R.J., and G.M. Watters. 2003. A model of the pelagic ecosystem in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin* 22(3): 133-218.

ecología de redes alimenticias se usan niveles tróficos (TL) para caracterizar el papel funcional de los organismos y estimar los flujos de energía por las comunidades. En la [Figura J-8](#) se presenta un diagrama simplificado de la red alimenticia, con TL aproximados, de un modelo del ETP. Las ballenas dentadas (Odontoceti, TL promedio 5.2), depredadores grandes de calamares (atún patudo grande y pez espada, TL promedio 5.2), y tiburones (TL promedio 5.0) son depredadores de nivel alto. Los otros atunes, piscívoros grandes, delfines (TL promedio 4.8), y aves marinas (TL promedio 4.5) ocupan TL ligeramente inferiores. Los peces epipelágicos pequeños (por ejemplo, melvas y peces voladores, TL promedio 3.2), cefalópodos (TL promedio 4.4), y peces mesopelágicos (TL promedio 3.4) constituyen el alimento principal de muchos de los depredadores de alto nivel en el ecosistema. Los peces pequeños y crustáceos se alimentan de dos grupos de zooplancton, y el microzooplancton herbívoro (TL 2) se alimenta de los productores, fitoplancton, y bacteria (TL 1).

Indicadores ecológicos. En los ecosistemas pelágicos explotados, las pesquerías dirigidas a los peces piscívoros grandes actúan como depredadores ápice del sistema. A lo largo del tiempo, la pesca puede causar que disminuya la composición por tamaño general de la captura, y, en general, los TL de los organismos pequeños son más bajos que aquellos de los organismos más grandes. El nivel trófico medio de la captura (MTL_c) de las pesquerías puede ser una métrica útil del cambio y sostenibilidad del ecosistema, porque integra una variedad de información biológica sobre los componentes del sistema. Es también un indicador de si las pesquerías están cambiando sus prácticas de pesca u objetivo en respuesta a cambios en la abundancia o capturabilidad de las especies objetivo tradicionales. Por ejemplo, reducciones en la abundancia de peces depredadores grandes debidas a la sobrepesca han resultado en que las pesquerías se dirijan progresivamente a especies en niveles tróficos más bajos para seguir rentables. Los estudios que han documentado este fenómeno, conocido como “pescar hacia abajo en la red alimenticia”, han demostrado que el MTL_c disminuyó alrededor de 0.1 de un nivel trófico por década.

El Índice Trófico Marino (MTI) es esencialmente igual que el MTL_c, pero incluye solamente las especies de alto nivel trófico—generalmente TL>4.0—que son el primer indicador de ‘pescar hacia abajo en la red alimenticia’. Sin embargo, algunos ecosistemas han cambiado en la otra dirección, de comunidades de TL más bajas a más altas, a veces como resultado de tecnologías mejoradas para permitir la explotación de especies más grandes—denominado ‘pescar hacia arriba en la red alimenticia’— pero puede también resultar de mejores notificaciones de capturas, si se registran capturas previamente no reportadas de especies depredadoras descartadas, como tiburones.

El índice de Pesca en Equilibrio (FIB) indica si las pesquerías están en equilibrio en términos ecológicos y no están perjudicando la funcionalidad del ecosistema (FIB = 0). Un FIB negativo indica explotación excesiva, cuando las capturas no aumentan de la forma esperada dada la productividad disponible en el sistema, o si los efectos de la pesca son suficientes para perjudicar la funcionalidad del ecosistema, mientras que un FIB positivo indica expansión de la pesquería, espacialmente, o a través de una mayor diversidad de especies en la captura.

Por contraste con el MTL_c, el nivel trófico medio comunitario describe esencialmente lo que será el nivel trófico esperado de los componentes del ecosistema después de que la pesca haya extraído biomasa como captura. Tiene tres componentes—conocidos como “comunidades”— que agrupan la biomasa de grupos funcionales en el modelo por nivel trófico: 2.0-3.5 (MTL_{2.0}), 3.5-4.0 (MTL_{3.5}), y >4.0 (MTL_{4.0}). Se pueden usar estos indicadores simultáneamente para detectar cascadas tróficas, en las que una disminución de la biomasa de MTL_{4.0} debido a la pesca reduciría la presión de depredación sobre MTL_{3.5}, y por lo tanto incrementaría su biomasa, que a su vez aumentaría ayuda a presión de depredación sobre MTL_{2.0} y reduciría su biomasa.

Seguimiento del ecosistema del OPO usando indicadores ecológicos. En vista de la utilidad potencial de

combinar indicadores ecológicos para describir las distintas estructuras y la dinámica interna del ecosistema del OPO, se estimaron valores anuales de los indicadores de una serie de tiempo de 1970-2014 de capturas anuales y descartes, por especie, para tres modalidades de pesca cerquera, la pesquería de caña, y la pesquería palangrera en el OPO. Se calcularon las estimaciones asignando la captura anual de cada especie de las bases de datos de la CIAT de atunes, captura incidental, y descartes a un grupo funcional pertinente definido en el modelo del ecosistema del ETP, y reajustando el modelo Ecosim a la serie de tiempo de capturas para estimar MTL_c y los otros indicadores ecológicos antes mencionados.

Los valores de MTL_c y MTI aumentaron de 4.63 en 1970 a 4.66 en 1993, el año para lo cual se caracterizó el modelo del ecosistema, y casualmente el año cuando el esfuerzo de pesca cerquero sobre plantados aumentó significativamente ([Figura J-9](#)). A partir de 1993, MTL_c siguió aumentando, a un pico de 4.72 en 1997, debido a la expansión de la pesquería sobre plantados, que incrementó las capturas incidentales de otras especies de alto nivel trófico que también se concentran alrededor de objetos flotantes (por ejemplo, tiburones, peces picudos, peto, y dorado). Se observa esta expansión en el índice FIB positivo durante el mismo período, y también un cambio en la composición de la comunidad indicada por el índice de Q de Kempton. A partir de 1997, MTL_c , MTI , FIB y el índice de Q de Kempton muestran una disminución paulatina ([Figura J-9](#)). Desde su pico en 1997, MTL_c disminuyó 0.08 de un nivel trófico en los 18 años subsiguientes, o 0.044 niveles tróficos por década.

Estos indicadores generalmente describen el cambio en los componentes explotados del ecosistema, mientras que los indicadores de biomasa comunitaria describen cambios en la estructura del ecosistema una vez extraída la biomasa debido a la pesca. La biomasa de la comunidad $MTL_{4.0}$ alcanzó un pico de 4.444 en 1993, pero ha seguido disminuyendo, a 4.439 en 2014 ([Figura J-9](#)). Como resultado de cambios en la presión de depredación sobre los niveles tróficos más bajos, entre 1993 y 2014 la biomasa de la comunidad $MTL_{3.0}$ aumentó de 3.799 a 3.800, mientras que la de la comunidad $MTL_{2.0}$ disminuyó de 3.306 a 3.305.

Conjuntamente, estos indicadores señalan que la estructura del sistema probablemente ha cambiado durante el periodo de 44 años del análisis. Sin embargo, estos cambios, aún si son resultado directo de la pesca, no son considerados ecológicamente perjudiciales, pero los patrones de cambios, particularmente en el nivel trófico medio comunitario, definitivamente justifican la continuación, y posible expansión, de los programas de seguimiento de pesquerías en el OPO.

7. EVALUACIÓN DE RIESGOS ECOLÓGICOS

El objetivo principal de la ordenación pesquera basada en ecosistemas es asegurar la sostenibilidad a largo plazo de todas las especies afectadas, directa o indirectamente, por la pesca. Sin embargo, esto representa un reto importante por las pesquerías que interactúan con muchas especies no objetivo con distintos ciclos vitales, para las cuales se carece de datos de captura y biológicos suficientemente fiables para evaluaciones monoespecíficas. Un enfoque alternativo para estas situaciones de datos limitados es la evaluación de riesgos ecológicos (ERE), una herramienta para priorizar acciones de ordenación o recolección de datos e investigaciones adicionales para especies potencialmente vulnerables.

En la presente se define "vulnerabilidad" como el potencial que la productividad una población sea reducida por presión de pesca directa e indirecta. El personal de la CIAT ha aplicado un enfoque de ERE llamado "análisis de productividad-susceptibilidad" (APS) para estimar la vulnerabilidad de especies no objetivo de datos limitados capturadas en la pesquería cerquera del OPO por buques grandes (clase 6) en 2010 y en la pesquería palangrera en 2017. APS considera la vulnerabilidad de una población como una combinación de su susceptibilidad a captura y mortalidad por una pesquería y su capacidad de recuperación, dada su productividad biológica.

Pesquería de cerco. En 2014 se realizó una evaluación preliminar de tres "pesquerías" de cerco en el OPO,

usando 32 especies (3 atunes objetivo, 4 peces picudos, 3 delfines, 7 peces grandes, 3 rayas, 9 tiburones, 2 peces pequeños, y 1 tortuga) que conforman la mayor parte de la biomasa extraída por la flota cerquera 2005-2013 ([Tabla J-1](#)). En la [Tabla J-1](#) se presentan los valores generales de productividad (p) y susceptibilidad (s) que contribuyeron a la puntuación general de vulnerabilidad (v). La vulnerabilidad fue máxima para los tiburones marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*), zorro ojón (*Alopias superciliosus*), y zorro pelágico (*A. pelagicus*), la mantarraya gigante (*Manta birostris*), los tiburones martillo (*Sphyrna mokarran*, *S. lewini*, y *S. zygaena*), y el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*). Los peces picudos, delfines, rayas, y tortugas fueron todos moderadamente vulnerables, mientras que los peces pequeños, la mayoría de los peces grandes y dos de las tres especies de atunes objetivo tuvieron las puntuaciones de vulnerabilidad más bajas ([Tabla J-1](#); [Figura J-10a](#)).

Pesquería palangrera a gran escala. Se realizó una evaluación preliminar de la pesquería palangrera en el OPO para 2016 para 68 especies que tuvieron algún nivel de interacción (capturada, descartada, o impactada) con la pesquería. Hubo 12, 38, y 18 especies clasificadas como de vulnerabilidad baja, moderada, y alta, respectivamente ([Figura J-10b](#); [Tabla J-2](#)). De las 18 especies altamente vulnerables, 13 eran elasmobranchios, con los tiburones zorro ojón, tintorera tigre, jaquetón, y azul identificados como los más vulnerables, y cinco atunes y peces picudos de importancia comercial (atunes albacora, aleta azul del Pacífico, y aleta amarilla, pez espada, y marlín rayado). Otras especies afines a los atunes y mesópelagicas fueron clasificadas como de vulnerabilidad moderada o baja en la pesquería, aunque cuatro especies (peto, escolar sierra, y las dos especies de dorado) tenían puntuaciones de v cercanas a 2.0, muy cerca de ser altamente vulnerables ([Figura J-10b](#); [Tabla J-2](#)).

En respuesta a las solicitudes de participantes en SAC-07 en 2016 de extender la ERE a otras pesquerías que operan en el OPO, el personal de la CIAT produjo tres documentos para SAC-08, que cubren (1) mejoras metodológicas del APS mediante la resolución de redundancia en los atributos de productividad ([SAC-08-07c](#)), (2) una revisión de metadatos para la pesquería palangrera a gran escala en el OPO ([SAC-08-07b](#)) para establecer una lista de especies afectadas y parámetros de susceptibilidad necesarios para los APS, y (3) un APS preliminar para la pesquería palangrera a gran escala en el OPO ([SAC-08-07d](#)). Responder a solicitudes para evaluaciones ecológicas más cuantitativas para el OPO ha sido una prioridad para el personal de la CIAT, y ha conducido al desarrollo de un nuevo enfoque flexible espacialmente explícito que cuantifica los impactos acumulativos de múltiples pesquerías sobre especies de datos limitados ([SAC-09-12](#)). En SAC-09 se demostrará una forma preliminar del método.

8. MODELADO DE ECOSISTEMAS

Aunque la metodología de ERE puede ser útil para evaluar los impactos ecológicos de la pesca, generalmente no considera cambios en la estructura o dinámica interna de un ecosistema. A medida que mejoran los programas de recolección de datos y se realizan estudios ecológicos (de dietas, por ejemplo) de los componentes del ecosistema, se pueden usar modelos ecosistémicos de datos menos limitados que representan cuantitativamente las interacciones ecológicas entre especies o "grupos funcionales" ecológicos. Estos modelos son más útiles como herramientas descriptivas para explorar los impactos potenciales de la pesca y/o perturbaciones ambientales sobre componentes del sistema, o la estructura del ecosistema en su totalidad.

El personal de la CIAT ha desarrollado un modelo del ecosistema pelágico en el OPO tropical (Boletín de la CIAT, [Vol. 22, No. 3](#)) para explorar cómo la pesca y la variación climática podrían afectar los animales en los niveles tróficos medianos y superiores. El modelo tiene 38 componentes, incluyendo las principales especies explotadas (los atunes, por ejemplo), grupos funcionales (tiburones y peces voladores, por ejemplo), y especies de importancia para la conservación (por ejemplo, tortugas marinas). Se incluyen las descargas y descartes de la pesca como cinco "artes" de pesca: caña, palangre, y lances cerqueros sobre

atunes asociados a delfines, objetos flotantes, y no asociados. El modelo enfoca las regiones pelágicas; no se incluyen ecosistemas costeros locales.

El modelo ha sido calibrado a series de tiempo de datos de biomasa y captura de un número de especies objetivo y no objetivo durante 1961-1998. Los programas de recolección de datos en el OPO han mejorado significativamente desde 1998, y estos datos nuevos podrían permitir calibrar el modelo a los datos más recientes.

Una deficiencia del modelo es que describe solamente el componente tropical del ecosistema del OPO, y los resultados no pueden ser extrapolados de forma fiable a otras regiones del OPO. Por lo tanto, el trabajo futuro podría apuntar a actualizar el modelo a uno espacialmente explícito que cubra el OPO entero. Esto es un proyecto significativo, pero permitiría una representación mejorada del ecosistema y los escenarios del impacto potencial de la pesca y el clima que podrían ser modelados para guiar la ordenación pesquera basada en ecosistemas.

9. ACCIONES DE LA CIAT Y EL APICD RELATIVAS A CONSIDERACIONES ECOSISTÉMICAS

Tanto la Convención de Antigua de la CIAT como el APICD tienen objetivos que versan sobre la incorporación de consideraciones ecosistémicas en la ordenación de las pesquerías atuneras en el OPO. Acciones tomadas en el pasado incluyen:

9.1. Delfines

- a. Desde hace muchos años se evalúa el impacto de la pesquería sobre las poblaciones de delfines, y los programas para reducir o eliminar ese impacto han tenido un éxito considerable.
- b. Se ha limitado la mortalidad incidental de todas las poblaciones de delfines a niveles insignificantes con respecto al tamaño de las poblaciones.

9.2. Tortugas marinas

- a. Se ha compilado una base de datos sobre todos los avistamientos, capturas, y mortalidades de tortugas marinas reportadas por observadores.
- b. En junio de 2004, la CIAT adoptó la [Resolución C-04-07](#) sobre un programa de tres años para mitigar el impacto de la pesca atunera sobre las tortugas marinas; incluye disposiciones sobre la toma de datos, medidas de mitigación, educación de la industria, fomento de capacidad, e informes.
- c. La [Resolución C-04-05](#), adoptada por la CIAT en junio de 2004, contiene disposiciones relativas a la liberación y tratamiento de tortugas marinas capturadas en redes de cerco. Prohíbe también a los buques desechar bolsas y otra basura plástica en el mar, y encarga al Director estudiar y formular recomendaciones acerca del diseño de plantados, particularmente el uso de malla de red sujeta bajo el agua a los mismos.
- d. La [Resolución C-07-03](#), adoptada por la CIAT en junio de 2007, contiene disposiciones acerca de la instrumentación de programas de observadores en pesquerías bajo el amparo de la Comisión que podrían ejercer un efecto sobre las tortugas marinas y actualmente no son acatadas. La resolución exige que los pescadores fomenten la recuperación y reanimación de tortugas marinas de caparazón duro comatosas o inactivas antes de devolverlas al agua. Se dirige a los CPC con buques de cerco o palangre que pesquen especies abarcadas por la Convención de la CIAT en el OPO evitar a evitar encuentros con las tortugas marinas, reducir las mortalidades mediante el uso de una variedad de técnicas, y realizar investigaciones sobre la modificación de los diseños de los plantados y las artes de palangre y las prácticas de pesca.

9.3. Aves marinas

- a. La Recomendación [C-10-02](#), adoptada por la CIAT en octubre de 2010, reafirmó la importancia que los miembros de la CIAT y los no miembros cooperantes apliquen, en caso apropiado, el *Plan de Acción Internacional para reducir las capturas incidentales de aves marinas en la pesca con palangre* de la FAO (PAI – Aves marinas).
- b. La resolución [C-11-02](#), adoptada por la CIAT en julio de 2011, reafirmó la importancia de aplicar el PAI-Aves marinas (ver 9.3.a), y dispone que los Miembros y No miembros cooperantes (CPC) requerirán de sus buques palangreros de más de 20 metros de eslora total y que pesquen especies abarcadas por la CIAT en el OPO usar al menos dos de las medidas de mitigación detalladas, y establece estándares técnicos mínimos para dichas medidas.

9.4. Otras especies

- a. La Resolución C-00-08, adoptada en junio de 2000, la CIAT establece normas para la liberación de tiburones, rayas, peces picudos, dorados, petos, y otras especies no objetivo.
- b. La [Resolución C-04-05](#), adoptada por la CIAT en junio de 2006, encarga al Director buscar fondos para la reducción de la mortalidad incidental de atunes juveniles, para desarrollar técnicas y/o equipo para facilitar la liberación de peces picudos, tiburones y rayas de la cubierta o de la red, y para realizar experimentos para estimar las tasas de supervivencia de peces picudos, tiburones y rayas liberados.
- c. La [Resolución C-11-10](#), adoptada por la CIAT en julio de 2011, prohíbe la retención a bordo, transbordo, descarga, almacenamiento, venta, u ofrecimiento de venta del cadáver de tiburones oceánicos punta blanca, en parte o entero, en las pesquerías abarcadas por la Convención de Antigua, y requiere que se liberen con prontitud ilesos, en la medida de lo posible, tiburones punta blanca cuando sean aproximados al costado del buque.
- d. La Resolución C-15-04, adoptada por la CIAT en julio de 2015, prohíbe retener a bordo, trasbordar, descargar, almacenar, vender, u ofrecer para la venta rayas Mobulidae (que incluyen las rayas Manta y Mobula), en parte o enteras, y requiere que los buques liberen toda raya Mobulidae viva siempre que sea posible.
- e. La resolución [C-16-05](#), adoptada en julio de 2016, establece que el personal científico de la CIAT desarrollará un plan de trabajo para realizar evaluaciones completas de poblaciones para el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) y los tiburones martillo (*Sphyrna lewini*, *S. zygaena* y *S. mokarran*). Los CPC requerirán de sus pescadores recolectar y remitir datos de captura de tiburones sedosos y martillo, y remitirán los datos a la CIAT de conformidad con los requisitos de notificación de datos de la CIAT.
- f. La resolución [C-16-06](#), adoptada en julio de 2016, prohíbe la retención a bordo, transbordo, descarga, o almacenamiento, de cualquier parte o del cuerpo entero de tiburones sedosos capturados en el Área de la Convención por buques de cerco.

9.5. Dispositivos agregadores de peces (plantados)

- a. La resolución [C-16-01](#), adoptada por la CIAT en junio de 2016, enmienda y reemplaza la Resolución [C-15-03](#), adoptada por la CIAT en julio de 2015. Requiere que todos los buques cerqueros, cuando pesquen sobre plantados en el Área de la Convención, reúnan y notifiquen información sobre los mismos, incluyendo un inventario de los plantados presentes en el buque, y que especifiquen, para cada plantado, su identificación, tipo, y características. A fin de reducir el enmallamiento de tiburones, tortugas marinas, o cualquier otra especie, se especifican principios para el diseño y uso de

plantados. Se prohíbe lanzar una red de cerco sobre atunes asociados con un tiburón ballena vivo, si se observa el animal antes del lance. Se ha establecido un grupo de trabajo sobre plantados y sus objetivos son recolectar y compilar información sobre plantados, revisar los requisitos de recolección de datos, compilar información sobre los acontecimientos en otras OROP atuneras sobre los plantados, compilar información sobre avances en la información científica más actual sobre plantados, incluyendo información sobre plantados no enmallantes, preparar informes anuales para el Comité Científico Asesor, e identificar y revisar posibles medidas de ordenación.

- b. La Resolución C-17-02, adoptada en julio de 2017, especifica medidas para las pesquerías sobre plantados, incluido el número de plantados activos permisibles.

9.6. Todas especies

- a. Se está recabando datos sobre las capturas incidentales por buques cerqueros grandes, y se insta a los gobiernos a proveer información sobre las capturas incidentales de otros buques.
- b. Se han recabado datos sobre la distribución espacial de las capturas incidentales y las proporciones de captura incidental a captura para análisis de opciones de políticas de reducción de capturas incidentales.
- c. Se ha recabado información para evaluar medidas para reducir las capturas incidentales, tales como vedas, límites de esfuerzo, etc.
- d. Se han realizado evaluaciones de preferencias de hábitat y el efecto de cambios ambientales.
- e. Se han adoptado requisitos para los CPC para asegurar que, a partir del 1 de enero de 2013, un mínimo de 5% del esfuerzo de pesca realizado por sus buques palangreros de más de 20 metros de eslora total lleve un observador científico.

10. ACONTECIMIENTOS FUTUROS

Es poco probable, al menos en el futuro cercano, que se disponga de evaluaciones de las poblaciones de la mayoría de las especies de captura incidental. La experiencia del personal de la CIAT con los delfines sugiere que la tarea no es trivial si se desea una precisión relativamente alta. Es posible que en lugar de evaluaciones formales se puedan desarrollar índices para evaluar tendencias en las poblaciones de estas especies, que se hace ahora para el tiburón sedoso.

La mejor forma de facilitar un enfoque ecosistémico a la ordenación pesquera podría ser a través de un enfoque multifacético que implica el desarrollo y seguimiento de indicadores biológica y ecológicamente significativos para especies indicadoras clave y la integridad del ecosistema. Los indicadores ecológicos podrían ser índices agrupados que describen la estructura del ecosistema entero (diversidad, por ejemplo), o componentes específicos (nivel trófico de la captura, por ejemplo). Los indicadores biológicos pueden generalmente estar relacionados con una sola especie, tal vez aquellas de importancia ecológica clave, y tener la forma de puntos de referencia usados comúnmente en la pesca (por ejemplo, F_{RMS}), CPUE, u otras medidas sencillas tales como cambios en el espectro de tamaños. Sin embargo, los indicadores usados dependen fuertemente de la fiabilidad de la información disponible del nivel de especie a ecosistema.

La distribución de las pesquerías de atunes y peces picudos en el OPO es tal que incluye probablemente varias regiones con características ecológicas diferentes. Es posible que, dentro de éstas, masas de agua, características oceanográficas o topográficas, influencias del continente, etcétera, generen heterogeneidad que afecte la distribución de las distintas especies y su abundancia relativa en las capturas. Sería ventajoso incrementar los conocimientos de estos estratos ecológicos para poder usarlos en nuestros análisis.

Es importante continuar los estudios de los ecosistemas en el OPO. La capacidad de resolver problemas relacionados con la pesca y el ecosistema crecerá con el número de variables de hábitat, grupos taxonómicos y niveles tróficos estudiados y con series de tiempo de datos más largas.

En el Plan Científico Estratégico de la CIAT (SAC-09-01) y el informe de las actividades del personal (SAC-09-02). se describe el trabajo ecosistémica futuro. En breve, el trabajo incluirá mejorar las EEO, desarrollar y mantener bases de datos de parámetros biológicos y ecológicos clave (por ejemplo, parámetros de crecimiento), desarrollar propuestas de investigación para un muestreo biológico, monitoreos ecosistémicos, e investigaciones de campo sobre experimentos de consumo y evacuación, desarrollo de un modelo ecosistémico del OPO espacialmente explícito e indicadores ecológicos, e informes continuos de estimaciones de captura incidental.

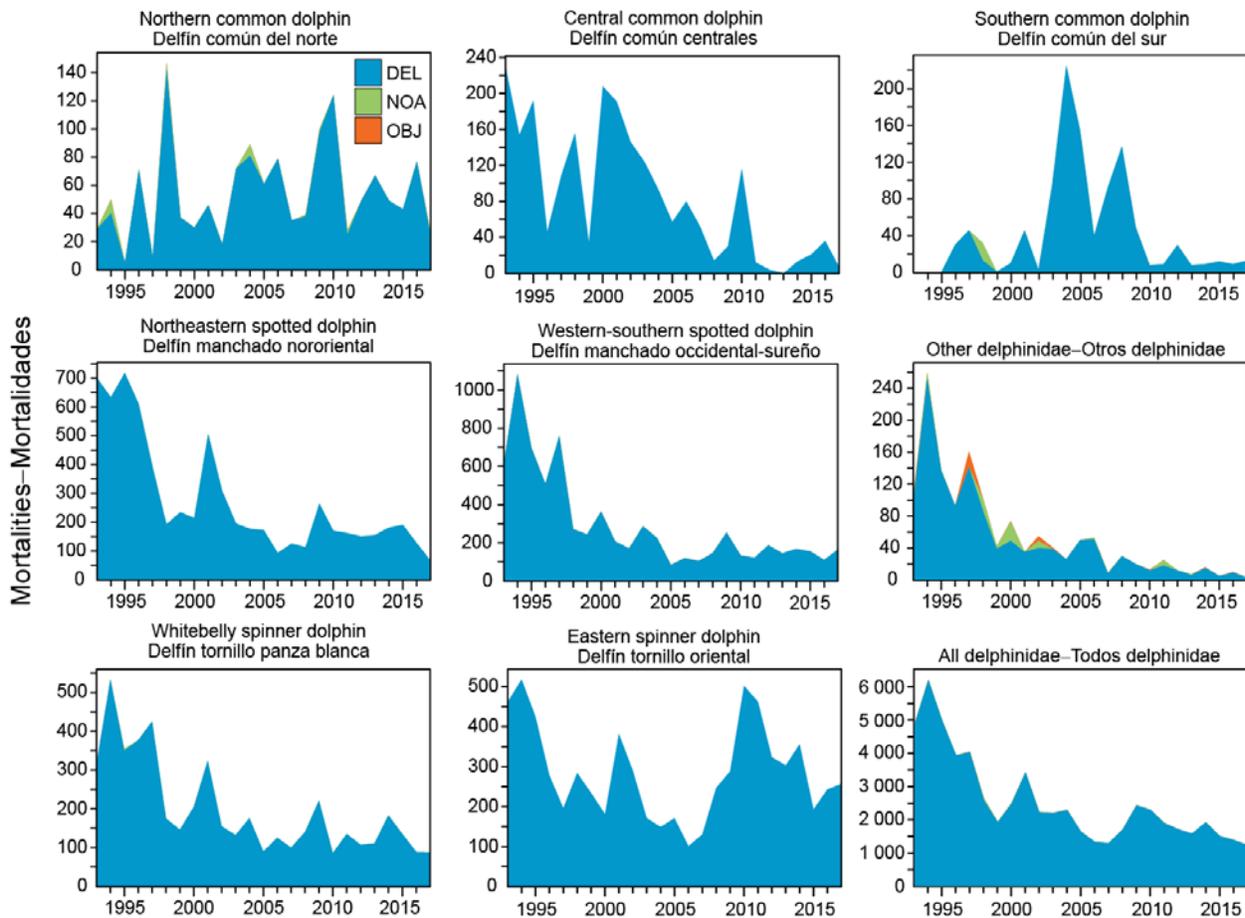


FIGURE J-1. Incidental dolphin mortalities, in numbers of animals, reported by observers aboard large purse-seine vessels, 1993-2017, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)). Data for 2017 are preliminary.

FIGURA J-1. Mortalidades incidentales de delfines, en número de animales, reportadas por observadores a bordo de buques cerqueros grandes, 1993-2017, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)). Los datos de 2017 son preliminares.

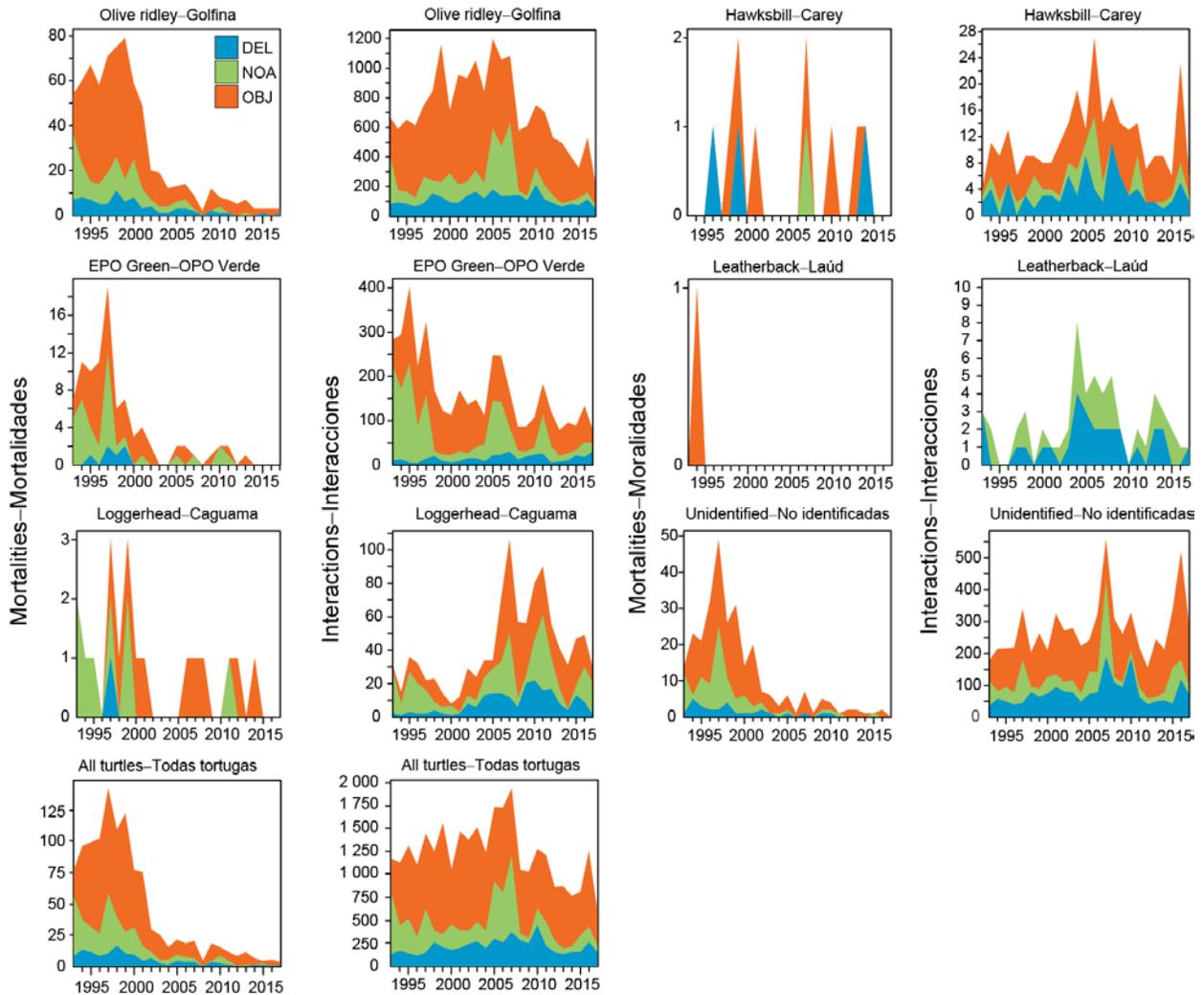


FIGURE J-2. Sea turtle interactions and mortalities, in numbers of animals, reported by observers aboard large purse-seine vessels, 1993-2017, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)). Data for 2017 are preliminary.

FIGURA J-2. Interacciones y mortalidades incidentales de tortugas marinas, en número de animales, reportadas por observadores a bordo de buques cerqueros grandes, 1993-2017, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)). Los datos de 2017 son preliminares.

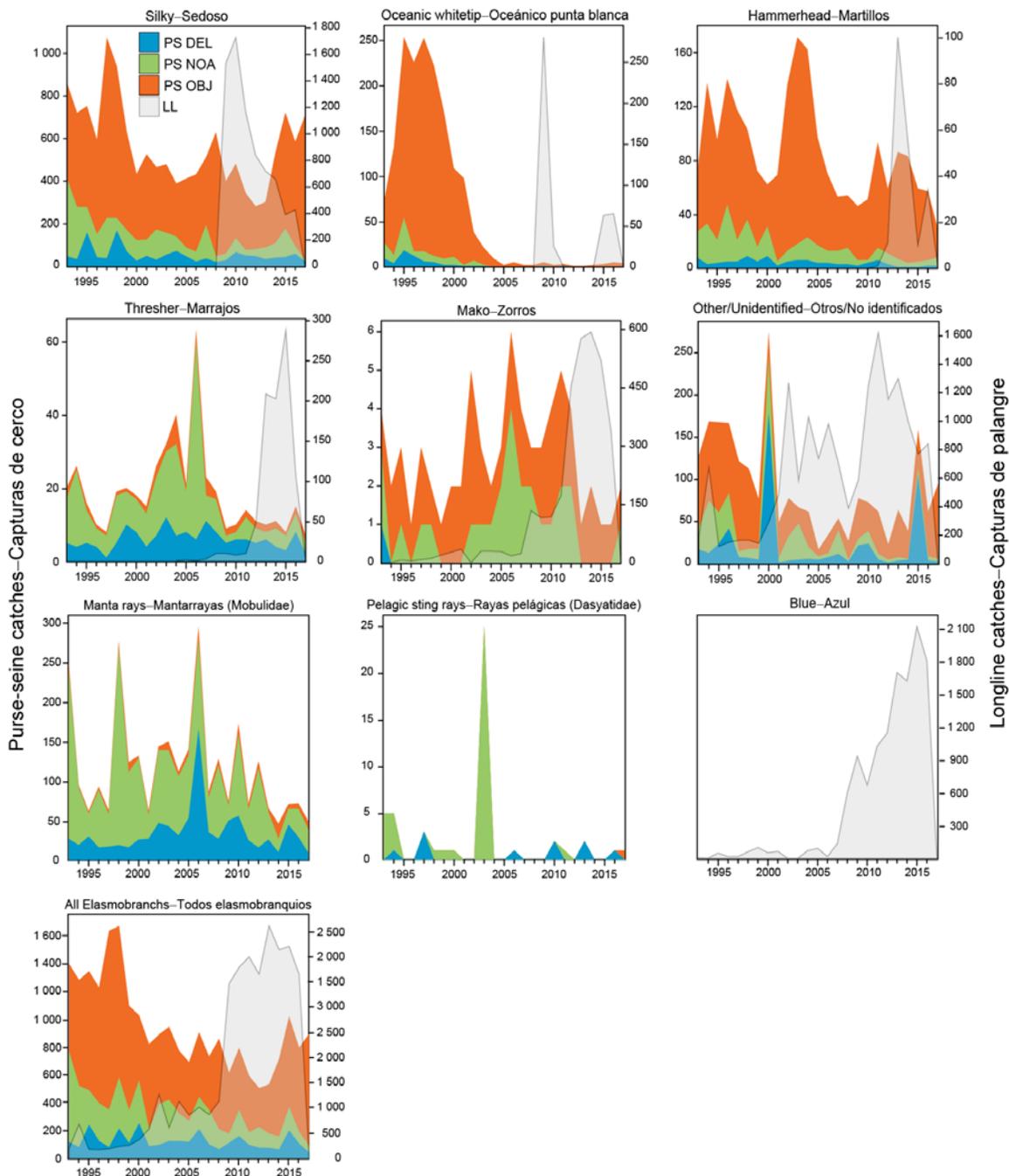


FIGURE J-3. Catches, in tons, of sharks and rays by large purse-seine vessels, 1993-2017, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) (left y-axis) and by longline vessels (LL), 1993-2016 (right y-axis). Purse-seine data for 2017 are preliminary; longline data for 2017 not available. See section 2.1 and SAC-08-07b for limitations associated with longline data.

FIGURA J-3. Capturas, en toneladas, de tiburones y rayas por buques cerqueros grandes, 1993-2017, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)) (eje y izquierdo) y por buques palanqueros (LL) 1993-2016 (eje y derecho). Los datos de cerco de 2017 son preliminares; datos de palangre para 2017 no disponibles. Ver sección 2.1 y SAC-08-07b para limitaciones asociadas a los datos de palangre.

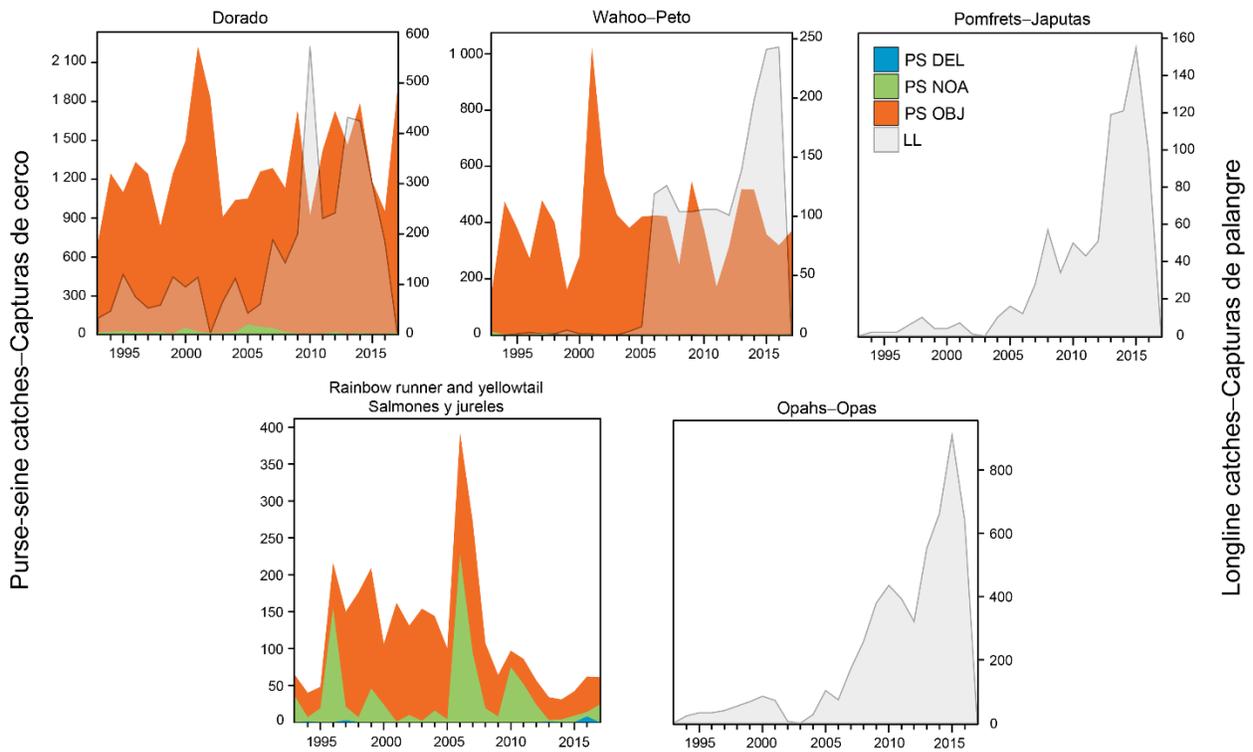


FIGURE J-4. Catches, in tons, of commonly-caught fishes by large purse-seine vessels, 1993-2017, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) (left y-axis) and by longline vessels (LL), 1993-2016 (right y-axis). Purse-seine data for 2017 are preliminary; longline data for 2017 not available. See section [2.1](#) and [SAC-08-07b](#) for limitations associated with longline data.

FIGURA J-4. Capturas, en toneladas, de peces capturados comúnmente por buques cerqueros grandes, 1993-2017, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)) (eje y izquierdo) y por buques palangreros (LL) 1993-2016 (eje y derecho). Los datos de cerco de 2017 son preliminares; datos de palangre para 2017 no disponibles. Ver sección [2.1](#) y [SAC-08-07b](#) para limitaciones asociadas a los datos de palangre.

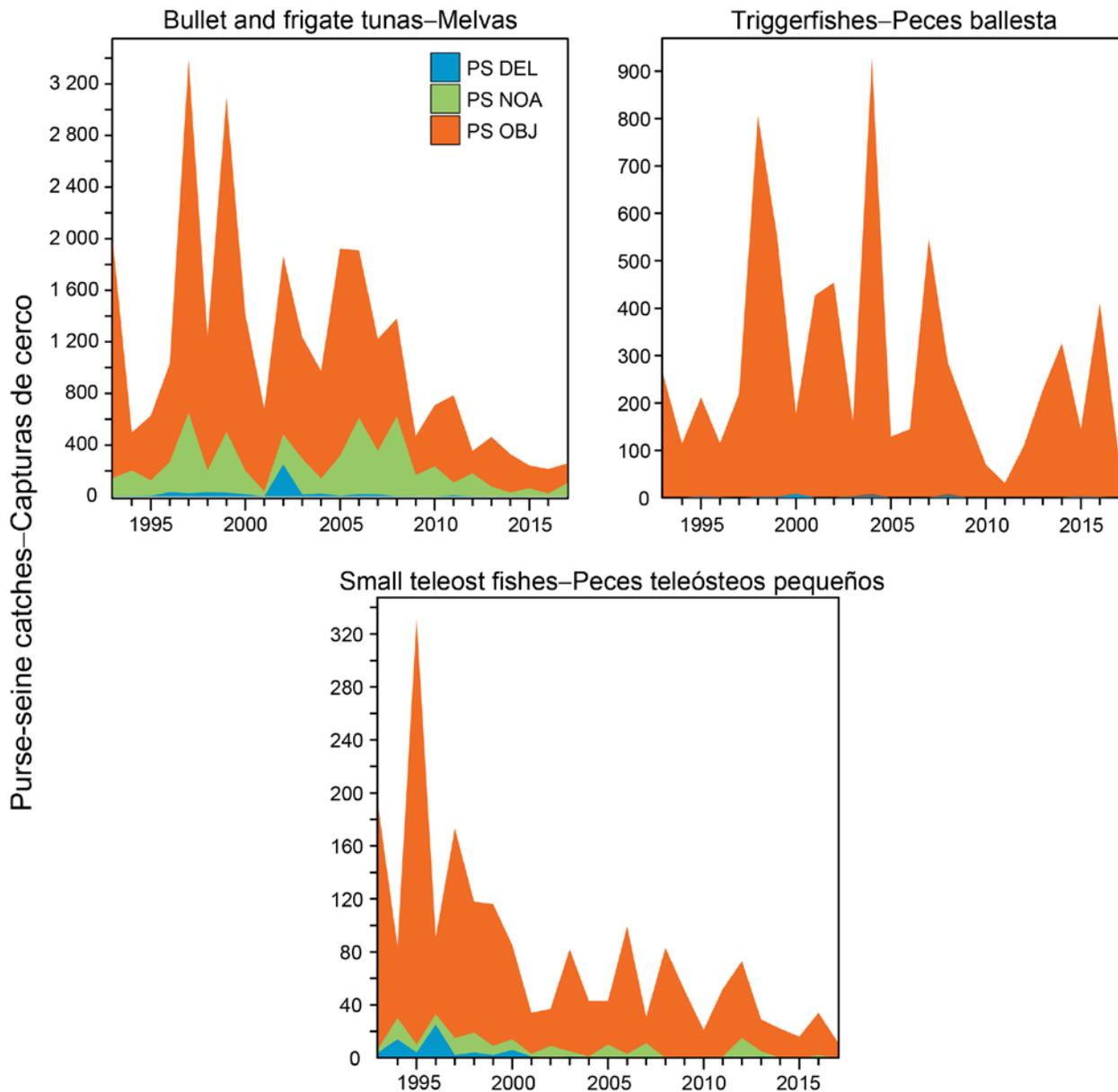


FIGURE J-5. Catches, in tons, of forage fishes by large purse-seine vessels, 1993-2017, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)). Data for 2017 are preliminary.

FIGURA J-5. Capturas, en toneladas, de peces de alimento por buques cerqueros grandes, 1993-2017, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)). Los datos de 2017 son preliminares.

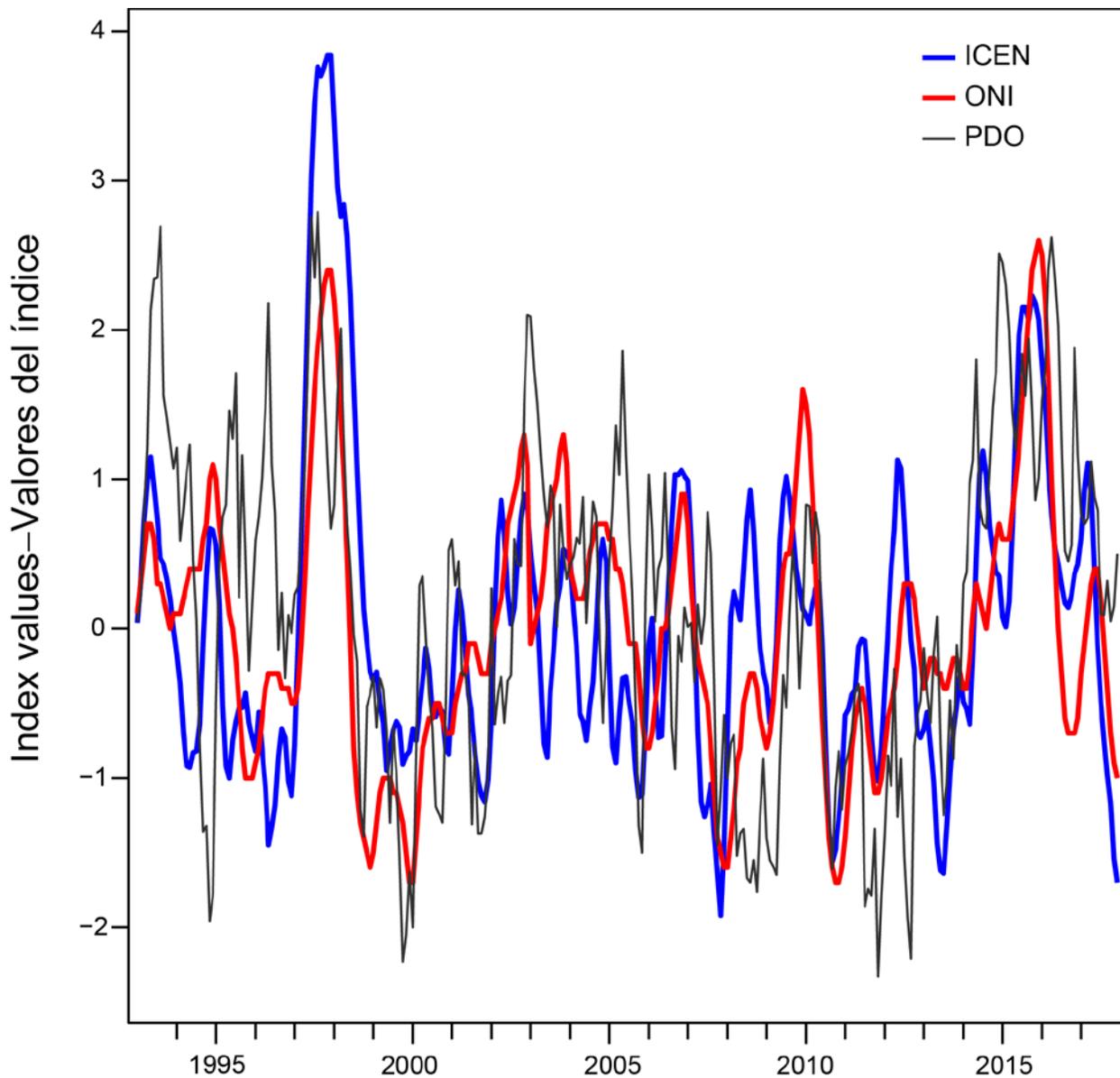


FIGURE J-6. Oceanographic indices used to characterize SST anomalies and El Niño-Southern Oscillation (ENSO) events in the Pacific Ocean, 1993-2017. ICEN: Índice Costero El Niño; ONI: Oceanic Niño Index; PDO: Pacific Decadal Oscillation. See section 5 of text for details.

FIGURA J-6. Índices oceanográficos usados para caracterizar las anomalías de las TSM y los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en el Océano Pacífico, 1993-2017. ICEN: Índice Costero El Niño; ONI: Índice Oceánico del Niño; PDO: Oscilación Decadal del Pacífico. Ver detalles en la sección 5 del texto.

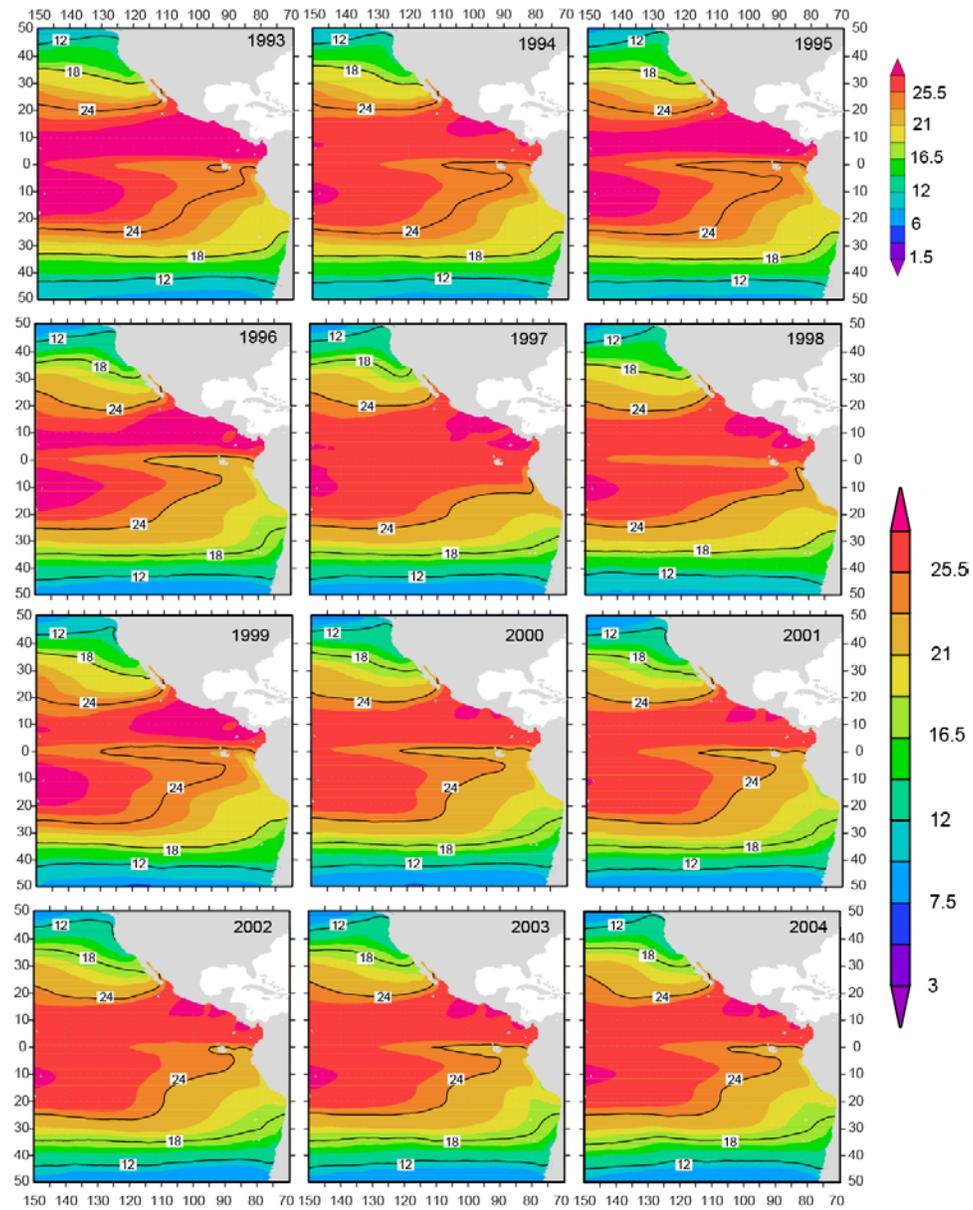


FIGURE J-7a. Mean annual SSTs in the EPO, 1993-2004. See section 5 of text for details.

FIGURA J-7a. TSM anuales medias en el OPO, 1993-2004. Ver detalles en la sección 5 del texto.

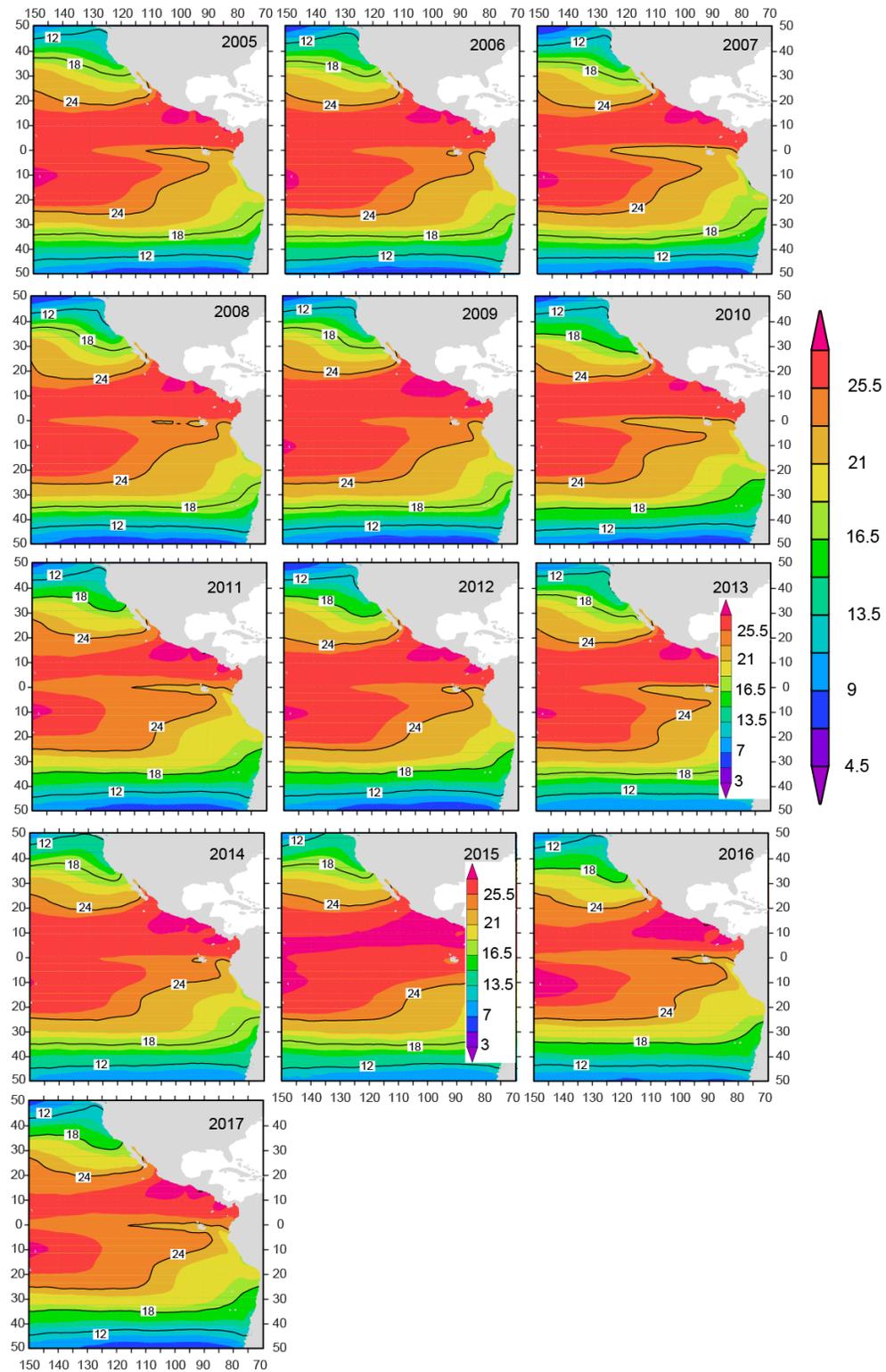


FIGURE J-7b. Mean annual SSTs in the EPO, 2005-2017. See section 5 of text for details.

FIGURA J-7b. TSM anuales medias en el OPO, 2005-2017. Ver detalles en la sección 5 del texto.

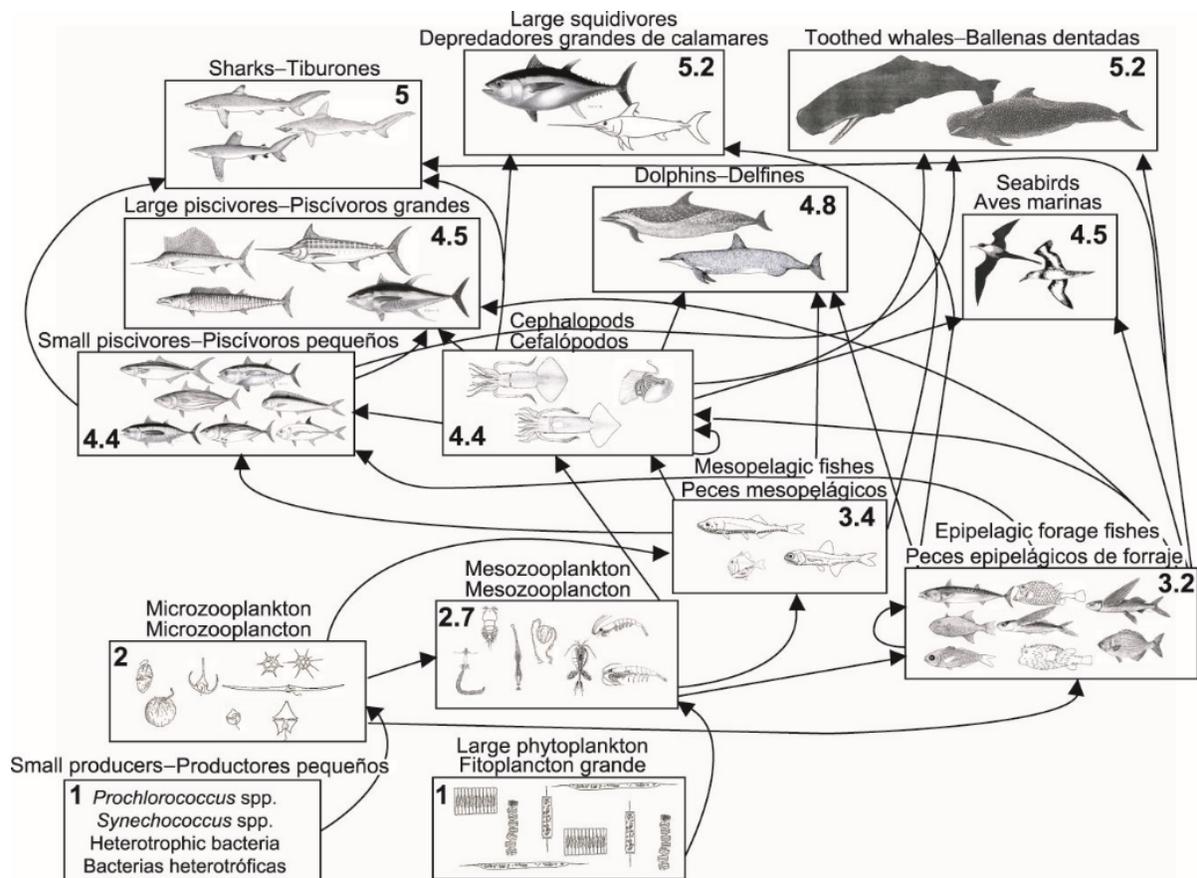


FIGURE J-8. Simplified food-web diagram of the pelagic ecosystem in the tropical EPO. The numbers inside the boxes indicate the approximate trophic level of each group.

FIGURA J-8. Diagrama simplificado de la red trófica del ecosistema pelágico en el OPO tropical. Los números en los recuadros indican el nivel trófico aproximado de cada grupo.

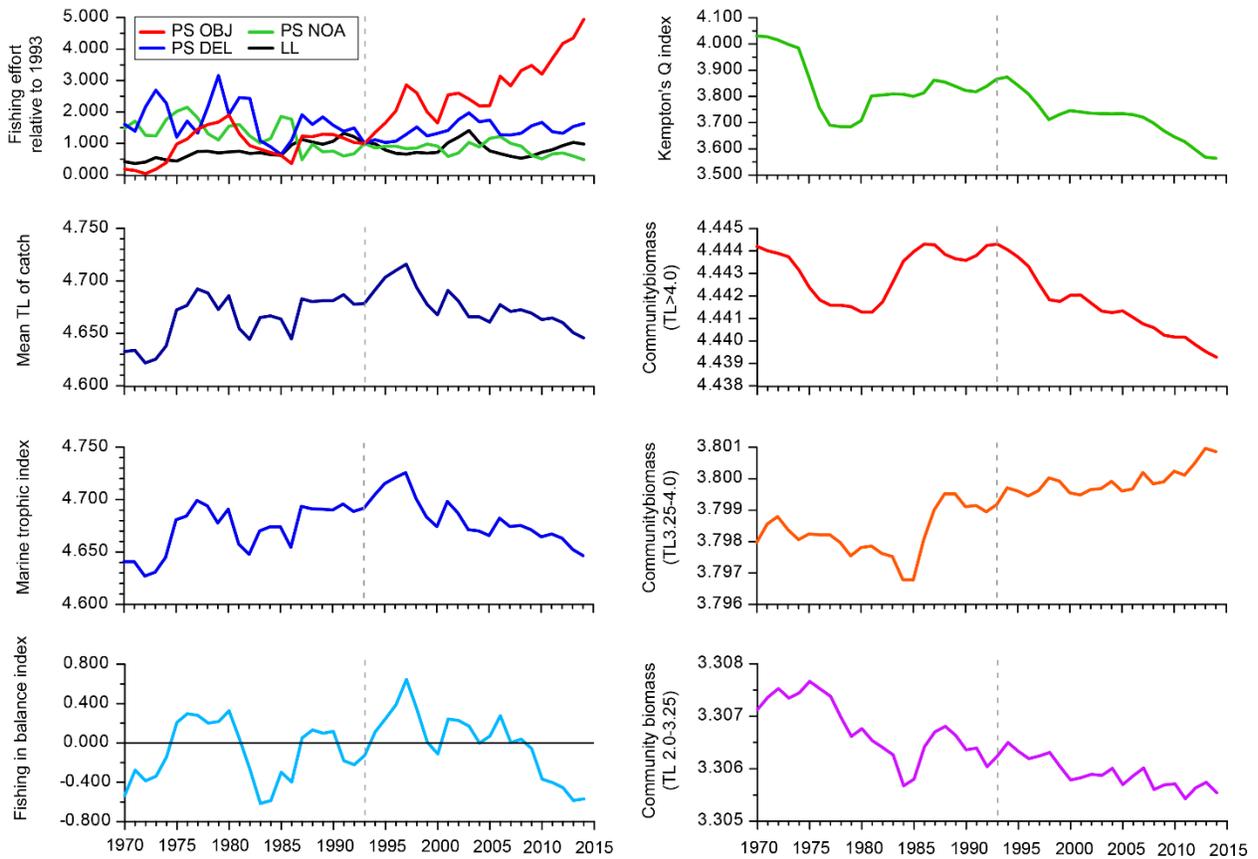


FIGURE J-9. Annual values for seven ecological indicators of changes in different components of the tropical EPO ecosystem, 1970-2014 (see Section 6 of text for details), and an index of longline (LL) and purse-seine (PS) fishing effort, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)), relative to the model start year of 1993 (vertical dashed line), when the expansion of the purse-seine fishery on FADs began.

FIGURA J-9. Valores anuales de siete indicadores ecológicos de cambios en diferentes componentes del ecosistema tropical del OPO, 1970-2014 (ver detalles en la sección 6 del texto), y un índice de esfuerzo palangrero (LL) y cerquero (PS), por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)) relativo al año de inicio del modelo de 1993 (línea de trazos vertical), cuando comenzó la expansión de la pesquería cerquera sobre plantados.

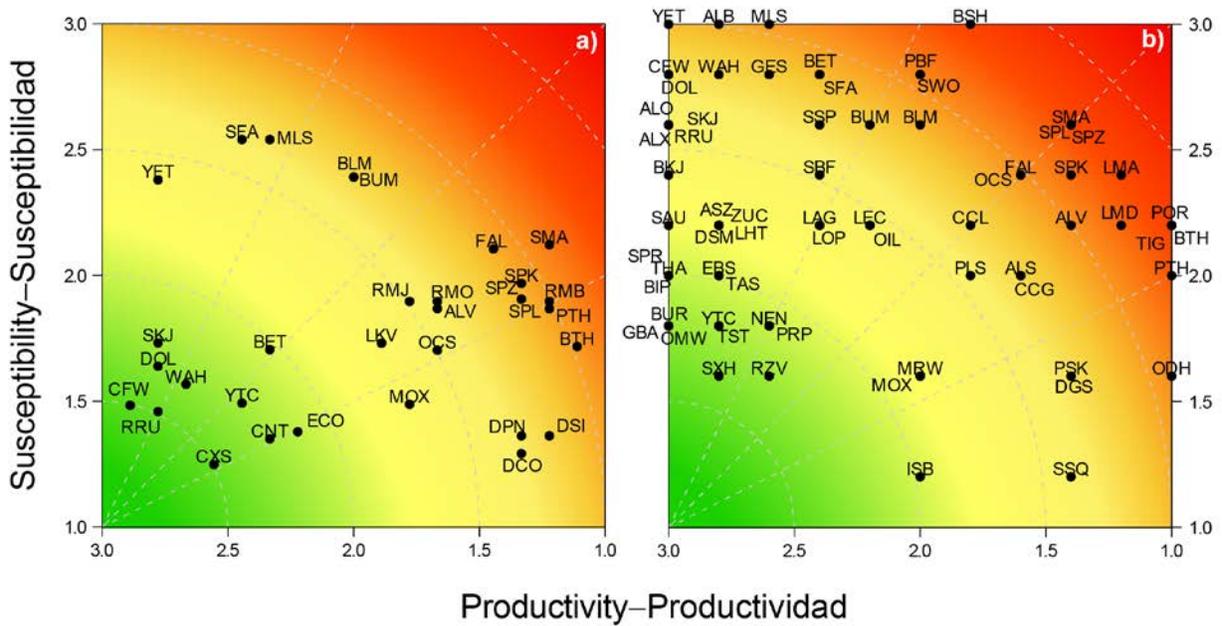


FIGURE J-10. Productivity and susceptibility x-y plot for target and bycatch species caught by the purse-seine fishery (a) and the longline fishery (b) in the EPO during 2005-2013 and 2017, respectively. See Tables [J-1](#) and [J-2](#) for species codes for each fishery.

FIGURA J-10. Gráfica x-y de productividad y susceptibilidad de especies objetivo y de captura incidental capturadas por la pesquería cerquera (a) y la pesquería palangrera (b) en el OPO durante 2005-2000 y 2017, respectivamente. Ver códigos de especies para cada pesquería en las Tablas [J-1](#) y [J-2](#).

TABLE J-1. Productivity (p) and susceptibility (s) scores used to compute the overall vulnerability measure v . Susceptibility (s) scores are shown for each fishery (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) and as a weighted combination of the individual fishery values. Vulnerability scores rated as low (green), medium (yellow), and high (red)

TABLA J-1. Puntuaciones de productividad (p) y susceptibilidad (s) usadas para computar la medida general de vulnerabilidad v . Se señalan las puntuaciones de susceptibilidad para cada pesquería (DEL: delfín; NOA: no asociada; OBJ: objeto flotante) y como combinación ponderada de los valores de las pesquerías individuales. Puntuaciones de vulnerabilidad clasificadas de baja (verde), mediana (amarillo), y alta (rojo).

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	s by fishery			p	s	v
					s por pesquería					
Grupo	Nombre científico			Código	DEL	NOA	OBJ			
Tunas	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin tuna	Atún aleta amarilla	YFT	2.38	2.38	2.38	2.78	2.38	1.4
Atunes	<i>Thunnus obesus</i>	Bigeye tuna	Atún patudo	BET	1	2.23	2.38	2.33	1.7	0.97
	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Skipjack tuna	Atún barrilete	SKJ	1	2.38	2.38	2.78	1.73	0.76
Billfishes	<i>Makaira nigricans</i>	Blue marlin	Marlín azul	BUM	2.23	2.23	2.69	2	2.39	1.71
Peces picudos	<i>Istiompax indica</i>	Black marlin	Marlín negro	BLM	2.23	2.23	2.69	2	2.39	1.71
	<i>Kajikia audax</i>	Striped marlin	Marlín rayado	MLS	2.54	2.54	2.54	2.33	2.54	1.68
	<i>Istiophorus platypterus</i>	Indo-Pacific sailfish	Pez vela indopacífico	SFA	2.54	2.54	2.54	2.44	2.54	1.64
Dolphins	<i>Stenella longirostris</i>	Unidentified spinner dolphin	Delfín tornillo no identificado	DSI	1.77	1	1	1.22	1.36	1.82
Delfines	<i>Stenella attenuata</i>	Unidentified spotted dolphin	Delfín manchado no identificado	DPN	1.77	1	1	1.33	1.36	1.71
	<i>Delphinus delphis</i>	Common dolphin	Delfín común	DCO	1.62	1	1	1.33	1.29	1.7
Large fishes	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish	Dorado	DOL	1	2	2.31	2.78	1.64	0.68
Peces grandes	<i>Coryphaena equiselis</i>	Pompano dolphinfish	Dorado pompano	CFW	1	1	2.38	2.89	1.48	0.5
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo	Peto	WAH	1	1	2.62	2.67	1.57	0.66
	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Rainbow runner	Salmón	RRU	1	1	2.31	2.78	1.46	0.51
	<i>Mola mola</i>	Ocean sunfish, Mola	Pez luna	MOX	1	1.92	1.92	1.78	1.49	1.31
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Bigeye trevally	Jurel voráz	CXS	1	2.38	1	2.56	1.25	0.51
	<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail amberjack	Medregal rabo amarillo	YTC	1	2.08	1.85	2.44	1.49	0.75
Rays	<i>Manta birostris</i>	Giant manta	Mantarraya gigante	RMB	1.92	2.08	1.77	1.22	1.9	1.99
Rayas	<i>Mobula japanica</i>	Spinetail manta		RMJ	1.92	2.08	1.77	1.78	1.9	1.51
	<i>Mobula thurstoni</i>	Smoothtail manta		RMO	1.92	2.08	1.77	1.67	1.9	1.6
Sharks	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	Tiburón sedoso	FAL	2.08	2.08	2.15	1.44	2.1	1.91
Tiburones	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic whitetip shark	Tiburón oceánico punta blanca	OCS	1.69	1	2.08	1.67	1.7	1.5
	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead shark	Cornuda común	SPZ	1.77	1.92	2.08	1.33	1.91	1.9
	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead shark	Cornuda gigante	SPL	1.77	1.92	2.08	1.33	1.91	1.9
	<i>Sphyrna mokarran</i>	Great hammerhead shark	Cornuda cruz	SPK	2.08	1.77	1.92	1.33	1.97	1.93
	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	Tiburón zorro pelágico	PTH	1.92	1.92	1.77	1.22	1.87	1.98

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	s by fishery			p	s	v
					s por pesquería					
Grupo	Nombre científico			Código	DEL	NOA	OBJ			
	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	Tiburón zorro ojón	BTH	1.77	2.08	1.46	1.11	1.72	2.02
	<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher shark	Tiburón zorro	ALV	1.92	1.92	1.77	1.67	1.87	1.59
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Short fin mako shark	Tiburón marrajo dientuso	SMA	2.23	2.23	1.92	1.22	2.12	2.1
Small fishes	<i>Canthidermis maculatus</i>	Ocean triggerfish	Pez ballesta oceánico	CNT	1	1	2	2.33	1.35	0.76
Peces pequeños	<i>Sectator ocyurus</i>	Bluestriped chub	Chopa	ECO	1	1	2.08	2.22	1.38	0.87
Turtles-Tortugas	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olive ridley turtle	Tortuga golfina	LKV	1.62	2.23	1.62	1.89	1.73	1.33

TABLE J-2. Species included in the productivity-susceptibility analysis for the large-scale tuna longline fishery in the eastern Pacific Ocean, showing average productivity (p) and susceptibility (s) scores used to compute the overall vulnerability score (v) for each species, rated as low (green), medium (yellow), and high (red).

TABLA J-2. Especies incluidas en el análisis de productividad-susceptibilidad de la pesquería atunera palangrera a gran escala en el Océano Pacífico oriental. indicado las puntuaciones promedio de productividad (p) y susceptibilidad (s) usadas para calcular la puntuación general de vulnerabilidad (v) para cada especie, clasificada como baja (verde), mediana (amarillo), y alta (rojo).

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	p	s	v
Billfishes	<i>Istiompax indica</i>	Black marlin	Marlín negro	BLM	2.00	2.60	1.89
Peces picudos	<i>Istiophorus platypterus</i>	Indo-Pacific sailfish	Pez vela indopacífico	SFA	2.40	2.80	1.90
	<i>Kajikia audax</i>	Striped marlin	Marlín rayado	MLS	2.60	3.00	2.04
	<i>Makaira nigricans</i>	Blue marlin	Marlín azul	BUM	2.20	2.60	1.79
	<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Shortbill spearfish	Marlín trompa corta	SSP	2.40	2.60	1.71
	<i>Xiphias gladius</i>	Swordfish	Pez espada	SWO	2.00	2.80	2.06
Tunas	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Skipjack	Barrilete	SKJ	3.00	2.60	1.60
Atunes	<i>Thunnus alalunga</i>	Albacore	Albacora	ALB	2.80	3.00	2.01
	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin	Aleta amarilla	YFT	3.00	3.00	2.00
	<i>Thunnus maccoyii</i>	Southern bluefin	Aleta azul del sur	SBF	2.40	2.40	1.52
	<i>Thunnus obesus</i>	Bigeye	Patudo	BET	2.40	2.80	1.90
	<i>Thunnus orientalis</i>	Pacific bluefin	Aleta azul del Pacífico	PBF	2.00	2.80	2.06
Elasmobranchs	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	Zorro pelágico	PTH	1.00	2.00	2.24
Elasmobranquios	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	Zorro ojón	BTH	1.00	2.20	2.33
	<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher shark	Zorro	ALV	1.40	2.20	2.00

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	ρ	s	v
Grupo	Nombre científico			Código			
	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Silvertip shark	Tiburón de puntas blancas	ALS	1.60	2.00	1.72
	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	Tiburón sedoso	FAL	1.60	2.40	1.98
	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Galapagos shark	Tiburón de Galápagos	CCG	1.60	2.00	1.72
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Blacktip shark	Tiburón macuira	CCL	1.80	2.20	1.70
	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic whitetip shark	Tiburón oceánico punta blanca	OCS	1.60	2.40	1.98
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiger shark	Tintorera tigre	TIG	1.00	2.20	2.33
	<i>Prionace glauca</i>	Blue shark	Tiburón azul	BSH	1.80	3.00	2.33
	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	Pelagic stingray		PLS	1.80	2.00	1.56
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Shortfin mako shark	Marrajo dientuso	SMA	1.40	2.60	2.26
	<i>Isurus paucus</i>	Longfin mako shark	Marrajo carite	LMA	1.20	2.40	2.28
	<i>Lamna ditropis</i>	Salmon shark	Marrajo salmón	LMD	1.20	2.20	2.16
	<i>Lamna nasus</i>	Porbeagle shark	Marrajo sardinero	POR	1.00	2.20	2.33
	<i>Odontaspis noronhai</i>	Bigeye sand tiger shark	Solrayo ojigrande	ODH	1.00	1.60	2.09
	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Crocodile shark	Tiburón cocodrilo	PSK	1.40	1.60	1.71
	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead shark	Cornuda común	SPL	1.40	2.60	2.26
	<i>Sphyrna mokarran</i>	Great hammerhead	Cornuda gigante	SPK	1.40	2.40	2.13
	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead	Cornuda cruz	SPZ	1.40	2.60	2.26
	<i>Isistius brasiliensis</i>	Cookie cutter shark	Tollo cigarro	ISB	2.00	1.20	1.02
	<i>Squalus acanthias</i>	Picked dogfish, Spiny dogfish	Mielga	DGS	1.40	1.60	1.71
	<i>Zameus squamulosus</i>	Velvet dogfish		SSQ	1.40	1.20	1.61
Mesopelagic fishes	<i>Alepisaurus brevirostris</i>	Short snouted lancetfish		ALO	3.00	2.60	1.60
	<i>Alepisaurus ferox</i>	Long snouted lancetfish	Lanzón picudo	ALX	3.00	2.60	1.60
Peces mesopelágicos	<i>Eumegistus illustris</i>	Brilliant pomfret		EBS	2.80	2.00	1.02
	<i>Taractes asper</i>	Rough pomfret		TAS	2.80	2.00	1.02
	<i>Taractichthys steindchneri</i>	Sickle Pomfret	Tristón segador	TST	2.80	1.80	0.82
	<i>Gempylus serpens</i>	Snake mackerel	Escolar de canal	GES	2.60	2.80	1.84
	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	Escolar	Escolar negro	LEC	2.20	2.20	1.44
	<i>Nesiarchus nasutus</i>	Black gemfish	Escolar narigudo	NEN	2.60	1.80	0.89
	<i>Promethichthys prometheus</i>	Roudi escolar	Escolar prometeo	PRP	2.60	1.80	0.89
	<i>Ruvettus pretiosus</i>	Oilfish	Escolar clavo	OIL	2.20	2.20	1.44
	<i>Lampris guttatus</i>	Opah	Opa	LAG	2.40	2.20	1.34

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code Código	ρ	s	v
Grupo	Nombre científico						
	<i>Lophotus capellei</i>	Crestfish		LOP	2.40	2.20	1.34
	<i>Masturus lanceolatus</i>	Sharptail mola		MRW	2.00	1.60	1.17
	<i>Mola mola</i>	Sunfish	Pez luna	MOX	2.00	1.60	1.17
	<i>Ranzania laevis</i>	Slender sunfish		RZV	2.60	1.60	0.72
	<i>Omosudis lowii</i>	Omosudid (Hammerjaw)		OMW	3.00	1.80	0.80
	<i>Scombrolabrax heterolepis</i>	Longfin escolar		SXH	2.80	1.60	0.63
	<i>Desmodema polystictum</i>	Polka-dot ribbonfish		DSM	2.80	2.20	1.22
	<i>Zu cristatus</i>	Scalloped ribbonfish		ZUC	2.80	2.20	1.22
	<i>Assurger anzac</i>	Razorback scabbardfish	Sable aserrado	ASZ	2.80	2.20	1.22
	<i>Trachipterus fukuzakii</i>	Tapertail ribbonfish		LHT	2.80	2.20	1.22
Tuna-like species	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Rainbow runner	Salmón	RRU	3.00	2.60	1.60
Especies afines a los atunes	<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail amberjack	Medregal rabo amarillo	YTC	2.80	1.80	0.82
	<i>Opisthonema oglinum</i>	Atlantic thread herring	Machuelo hebra atlántico	THA	3.00	2.00	1.00
	<i>Sprattus sprattus</i>	European sprat	Espadín	SPR	3.00	2.00	1.00
	<i>Coryphaena equiselis</i>	Pompano dolphinfish	Dorado pompano	CFW	3.00	2.80	1.80
	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish	Dorado	DOL	3.00	2.80	1.80
	<i>Pomadasys jubelini</i>	Sompat grunt	Ronco sompat	BUR	3.00	1.80	0.80
	<i>Scomberesox saurus</i>	Atlantic saury	Paparda del Atlántico	SAU	3.00	2.20	1.20
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo	Peto	WAH	2.80	2.80	1.81
	<i>Euthynnus lineatus</i>	Black skipjack	Barrilete negro	BKJ	3.00	2.40	1.40
	<i>Sarda orientalis</i>	Striped bonito	Bonito mono	BIP	3.00	2.00	1.00
	<i>Sphyraena barracuda</i>	Great barracuda	Picuda barracuda	GBA	3.00	1.80	0.80