

ACUERDO SOBRE EL PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS DELFINES

41ª REUNIÓN DE LAS PARTES (2020)¹

DOCUMENTO AIDCP-41-02

INFORME SOBRE EL PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LOS DELFINES

1. Introducción	1
2. Programa de observadores a bordo	2
3. Mortalidad de delfines	3
4. Panel Internacional de Revisión.....	4
5. Seguimiento y verificación del atún.....	4
6. Resoluciones, enmiendas, y otras decisiones que afectan el funcionamiento del PICD.....	5
7. Otras funciones desempeñadas por la Secretaría	6
8. Investigaciones.....	6

1. INTRODUCCIÓN

En el Océano Pacífico oriental (OPO), los cardúmenes de atunes aleta amarilla se asocian frecuentemente con mamíferos marinos, especialmente delfines manchados, tornillo, y comunes. Cuando se inició la pesca de atún con redes de cerco en el OPO alrededor del año 1960, los pescadores descubrieron que podían maximizar sus capturas de aleta amarilla calando la red alrededor de una manada de delfines y el cardúmenes de atunes asociados. Sin embargo, liberar los delfines capturados sin dejar de retener el atún resultó ser más difícil, y en los primeros años de la pesquería muchos delfines murieron durante este proceso. A medida que se fueron desarrollando equipos y técnicas para resolver este problema, esta mortalidad disminuyó, paulatinamente al principio y radicalmente en la década de los 1990, gracias a los esfuerzos combinados de la industria pesquera, los gobiernos, la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), organizaciones no gubernamentales ambientalistas, y otras partes interesadas.

El Acuerdo de La Jolla de 1992 proporcionó el marco para los esfuerzos realizados a nivel internacional por reducir esta mortalidad, e introdujo medidas novedosas y eficaces como los Límites de Mortalidad de Delfines (LMD) para buques individuales, y el establecimiento del Panel Internacional de Revisión para analizar el desempeño y cumplimiento de la flota atunera. El [Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines \(APICD\)](#), que amplía y formaliza las disposiciones del Acuerdo de La Jolla, se firmó en mayo de 1998 y entró en vigor en febrero de 1999. Las Partes del APICD se comprometieron a *«asegurar la sostenibilidad de las poblaciones de atún en el Océano Pacífico oriental y a reducir progresivamente la mortalidad incidental de delfines en la pesquería de atún del Océano Pacífico oriental a niveles cercanos a cero y evitar, reducir y minimizar la captura incidental y los descartes de atunes juveniles y la captura incidental de las especies no objetivo, considerando la interrelación entre especies en el ecosistema.»*

Al 1 de julio de 2020, Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, la Unión Europea, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Estados Unidos, y Venezuela han ratificado o se han adherido al Acuerdo; Bolivia y Vanuatu lo aplican provisionalmente. A petición de las Partes, y en cumplimiento del Artículo VII, párrafo 1 (t) de la Convención de Antigua, la CIAT provee la Secretaría para el APICD, incluido el apoyo para la implementación del Acuerdo, que comprende la coordinación del Programa de

¹ Aplazada hasta fecha posterior por decidir

Observadores a Bordo y el [Sistema de Seguimiento y Verificación de Atún](#).

2. PROGRAMA DE OBSERVADORES A BORDO

El Programa de Observadores a Bordo del APICD está compuesto por el programa de observadores de la CIAT y los programas nacionales de observadores de Colombia (Programa Nacional de Observadores de Colombia, PNOC), Ecuador (Programa Nacional de Observadores Pesqueros de Ecuador; PROBECUADOR), la Unión Europea (Programa Nacional de Observadores de Túnidos, Océano Pacífico; PNOT), México (Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines; PNAAPD), Nicaragua (Programa Nacional de Observadores de Nicaragua (PRONAON), administrado por el Programa Nacional de Observadores Panameños (PRONAOP); Panamá (PRONAOP), y Venezuela (Programa Nacional de Observadores de Venezuela; PNOV). Adicionalmente, en su 82ª reunión en julio de 2011, la CIAT acordó un [Memorándum de Cooperación](#) (MDC) con la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central (WCPFC) sobre el reconocimiento mutuo de observadores del programa de la CIAT y el Programa Regional de Observadores de la WCPFC, para dar seguimiento a los buques que pescan o navegan en el alta mar u otras áreas especificadas en las Áreas de Convención de ambas organizaciones.

2.1. Cobertura por observadores

En 2019, tal como lo requiere el APICD, se asignaron observadores a bordo del 100% de los viajes en el Área del Acuerdo de buques cerqueros de más de 363 toneladas (t) de capacidad de acarreo (Clase 6).

En consistencia con las disposiciones del APICD, los programas nacionales de observadores cubrieron un porcentaje de los viajes de las distintas flotas. En 2019, el programa nacional ecuatoriano tuvo como objetivo asignar observadores a bordo del 33% de los viajes de su flota, mientras que los programas nacionales de Colombia, la Unión Europea, México, Nicaragua, Panamá, y Venezuela tuvieron cada uno el objetivo de asignar observadores a bordo del 50% de los viajes de sus flotas respectivas.

El programa de la CIAT cubrió el resto de los viajes de los buques de estas siete flotas, más el 100% de los viajes de los buques de otras flotas, lo que representa un total del 60% de todos los viajes.

Durante 2019, observadores del APICD zarparon en 857 viajes de pesca en el Área del Acuerdo por buques bajo bandera de Colombia, Ecuador, El Salvador, Unión Europea (España), México, Nicaragua, Panamá, Perú, Estados Unidos, y Venezuela (Tabla 1). De éstos, 20 viajes fueron de buques de menos de 363 t de capacidad obligados a llevar observadores: quince de ellos, conforme a lo requerido por la Resolución [C-12-08](#) de la CIAT, porque estaban operando con bodegas selladas, cuatro de ellos para maximizar el tiempo que podían permanecer en el mar antes o después de una veda, y uno como un programa piloto de un programa nacional de muestreo de buques cerqueros de clase 5 (no incluido como viaje requerido del APICD en la Tabla 1). Veintiún viajes fueron de buques de clase 6 monitoreados por observadores de la Comisión de Pesca del Pacífico Central y Occidental (WCPFC, por sus siglas en inglés).

Además, hubo cinco viajes a los que se asignaron observadores del APICD en el Océano Pacífico central, aunque al final los buques no entraron en el Área del Acuerdo.

Los datos recolectados por el observador a bordo de uno de los buques de clase 6 que operan en el Área del Acuerdo se perdieron cuando el buque se hundió.

2.2. Capacitación de observadores

El personal de la CIAT realizó un curso de capacitación de observadores del 27 de mayo al 13 de junio de 2019 en Mazatlán, México, para 15 observadores.

Además, personal de la CIAT y de la WCPFC realizaron un curso de capacitación para 15 observadores de la WCPFC en Nauru, del 28 de agosto al 2 de septiembre de 2019, con apoyo financiero de la WCPFC.

3. MORTALIDAD DE DELFINES

3.1. Límites de Mortalidad de Delfines (LMD)

3.1.1. LMD de 2019

El límite de mortalidad de delfines (LMD) general para la flota internacional en 2019 fue de 5,000 animales, y la porción no reservada de 4,900 fue dividida entre 107 buques calificados que solicitaron LMD. El LMD promedio (LMDP) por buque, basado en 107 solicitudes de LMD, fue 45.79. Un buque renunció su LMD. Además, se permitió a 12 buques que no utilizaron su LMD antes del 1 de abril conservarlo durante el resto del año, conforme a la exención por fuerza mayor permitida por el APICD, pero nueve de estos LMD no fueron utilizados. Dos buques perdieron su LMD por no utilizarlo antes del 1 de abril. A un buque se le otorgó un LMD de segundo semestre durante el año, pero renunció a él posteriormente. A tres buques se les asignaron LMD de la Reserva para la Asignación de LMD (RAL), manejada a discreción del Director de la CIAT de conformidad con el párrafo 7, Sección I del Anexo IV del APICD; uno no se utilizó. Ningún buque rebasó su LMD durante 2019.

En la Figura 1 se ilustra la distribución de las mortalidades de delfines en la pesquería.

3.1.2. LMD de 2020

Las Partes solicitaron 108 LMD para 2020 de la porción no reservada (4,900) del límite general de mortalidad de la flota. La utilización de estos LMD al 26 de julio es como sigue:

Tipo de LMD (límite por buque)	Otorgados	Utilizados antes del 1 de abril	Renunciados	Perdidos por no ser utilizados	Eximidos por fuerza mayor
Año completo (45)	108	85	3	0	20
Segundo semestre	1	-	-	-	-
RAL	0	-	-	-	-

3.2. Estimaciones de la mortalidad de delfines en 2019 causada por la pesca

La mortalidad de delfines registrada en la pesquería en 2019 es de 778 animales (Tabla 2), comparada con 819 en 2018. En la Tabla 3 se detallan las mortalidades durante 1979-2019, por especie y población, y en la Tabla 4 los errores estándar de estas estimaciones. Las estimaciones correspondientes a 1979-1992 se basan en una razón de mortalidad por lance, mientras que las mortalidades correspondientes a 1993-2018 son las sumas de las mortalidades observadas registradas por los programas de la CIAT y nacionales, aunque las estimaciones correspondientes a 2001-2003 tuvieron que ser ajustadas para viajes no observados.

Las mortalidades de las principales especies de delfines afectadas por la pesquería han disminuido desde principios de los años 1990 (Figuras 2 y 3). En la Tabla 2 se presentan también estimaciones de la abundancia de las varias poblaciones de delfines y sus mortalidades relativas (mortalidad/abundancia).

El número de lances sobre delfines por buques de Clase 6 fue 9,680 en 2019, comparado con 9,774 en 2018, y los lances de ese tipo constituyeron el 37% del número total de lances realizados por dichos buques en 2019, comparado con el 38% en 2018. La mortalidad promedio por lance fue 0.080 delfines en 2019, comparado con 0.084 delfines en 2018. En la Figura 3 se ilustran las tendencias en el número de lances sobre delfines, mortalidad por lance, y mortalidad total en los últimos años.

Las capturas de aleta amarilla asociado a delfines aumentaron un 5% en 2019 con respecto a 2018. El porcentaje de la captura de aleta amarilla tomado en lances sobre delfines se cifró en el 71% de la captura total en 2019, comparado con 67% en 2018, y la captura media de aleta amarilla por lance sobre delfines en 15.5 toneladas en 2019, comparado con 14.7 toneladas en 2018. La mortalidad de delfines por tonelada de aleta amarilla capturada fue 0.0052 en 2019, comparado con 0.0057 en 2018.

La reducción a largo plazo en la mortalidad por lance es resultado de esfuerzos por parte de los pescadores

para controlar mejor los factores que causan la mortalidad de delfines. Indicativos de este esfuerzo son el número de lances sin mortalidades, que ha aumentado de 38% en 1986 a 96% en 2019, y el número de delfines que permanecen en la red después del retroceso, que ha disminuido de un promedio de 6.0 en 1986 a 0.1 o menos desde 2001 (Tabla 5). Los factores bajo el control de los pescadores que afectan la mortalidad de delfines por lance incluyen la ocurrencia de averías, especialmente aquéllas que llevan a abultamientos y colapsos de la red, y la duración de la maniobra de retroceso (Tabla 5). El porcentaje de lances con averías mecánicas importantes ha disminuido de un promedio de un 11% a fines de los años 1980 a menos de 5% durante 1998-2019; en el mismo período el porcentaje de lances con colapsos de la red ha disminuido de un 30% a menos de 2%, y aquéllos con abultamientos de la red de un 20% a menos de 2%. Aunque la probabilidad de mortalidad de delfines aumenta con la duración del retroceso, la duración media del mismo ha cambiado poco desde 1986.

3.3. Informes de mortalidad de delfines por los observadores en el mar

El APICD requiere que las Partes establezcan un sistema, basado en informes de los observadores en tiempo real, para asegurar la aplicación y cumplimiento efectivos de los límites anuales de mortalidad por población de delfines. Los observadores preparan informes semanales de la mortalidad de delfines por población, y éstos son transmitidos a la Secretaría por correo electrónico, fax, o radio. En junio de 2003 la Reunión de las Partes adoptó la Resolución [A-03-02](#), la cual asigna a la tripulación del buque la responsabilidad de transmitir dichos informes. Durante 2019, el porcentaje medio de informes recibidos fue 99.9% (Tabla 6).

Desde el 1 de enero de 2001, la Secretaría informa a las Partes semanalmente de la mortalidad acumulativa para las siete poblaciones de delfines más frecuentemente asociadas a la pesca. En la Tabla 7 se detallan los datos de mortalidad más recientes.

4. PANEL INTERNACIONAL DE REVISIÓN

El Panel Internacional de Revisión (PIR) sigue un procedimiento general para reportar a los gobiernos correspondientes el incumplimiento por parte de sus buques con las medidas establecidas por el APICD. Durante cada viaje de pesca, el observador prepara un resumen de la información pertinente a la mortalidad de delfines, y la Secretaría envía este informe al gobierno con jurisdicción sobre el buque. Ciertas posibles infracciones son reportadas automáticamente al gobierno con jurisdicción sobre el buque en cuestión; el Panel analiza los datos del observador de otros casos en sus reuniones, y todo caso identificado como posible infracción es asimismo reportado al gobierno pertinente. Los gobiernos informan al Panel acerca de las acciones que se hayan tomado con respecto a estas posibles infracciones.

El PIR se reunió en Bilbao, España el 15 de julio de 2019 y en La Jolla, California (EE. UU.) el 21 de octubre de 2019. Las actas de las reuniones del PIR están disponibles en el [portal de internet de la CIAT](#), junto con los otros documentos publicados para cada serie de reuniones. En las Tablas 8 y 9 y el Anexo A del presente informe se resumen las posibles infracciones identificadas por el Panel en estas reuniones, y las acciones subsecuentes tomadas por los gobiernos.

5. SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN DEL ATÚN

El [Sistema de Seguimiento y Verificación de Atún](#), establecido de conformidad con el Artículo V.1.f del APICD, permite identificar atún *dolphin safe*, definido como atún capturado en lances sin mortalidad ni heridas graves de delfines, y darle seguimiento desde el momento de su captura y por todo el proceso de descarga, procesamiento, y venta. El Registro de Seguimiento de Atún (RSA), completado en el mar por los observadores, designa el atún capturado como *dolphin safe* (Formulario 'A') o no *dolphin safe* (Formulario 'B'). Esto a su vez permite verificar la calidad *dolphin safe* de todo atún capturado por buques abarcados por el APICD. Este marco, administrado por la Secretaría, permite también a cada Parte establecer su propio sistema de seguimiento y verificación de atún, instrumentado y operado por una autoridad nacional designada. Estos programas incluyen auditorías periódicas y revisiones de atún en los puntos de captura, descarga, y procesamiento, y contienen mecanismos para comunicación y cooperación entre autoridades nacionales, y acceso oportuno a datos pertinentes. Se requiere que cada Parte remita a la Secretaría un

informe detallando su programa de seguimiento y verificación.

Se emitieron RSA a todos los viajes iniciados en 2019 por buques que pescaron en el Área del Acuerdo con un observador del PICD a bordo.

6. RESOLUCIONES, ENMIENDAS, Y OTRAS DECISIONES QUE AFECTAN EL FUNCIONAMIENTO DEL PICD

Durante su 39ª reunión en julio de 2019, las Partes adoptaron la resolución [A-19-01](#) sobre el financiamiento a los programas nacionales. En aplicación de esta resolución, las Partes asignaron \$207,268.90 (10% del superávit al 31 de diciembre de 2018) a los programas nacionales con el objetivo de mejorar su operación. Este financiamiento debía utilizarse para reemplazar y actualizar el equipo de los observadores y los sistemas informáticos usados en el procesamiento y la gestión de datos. De acuerdo con la resolución, esta contribución del 10% debía distribuirse equitativamente entre todos los programas nacionales. El 10 de agosto de 2020, el Director envió una carta al Sr. Alvin Delgado, en su doble capacidad de Presidente del APICD y Jefe del Programa Nacional de Observadores de Venezuela, pidiéndole que coordinara entre los programas nacionales para determinar una distribución equitativa entre ellos. Una vez resuelto este tema, la compra de equipos y materiales para los programas se hará en coordinación con la Secretaría técnica del APICD.

En su 38ª reunión en 2018, las Partes adoptaron las resoluciones [A-18-02](#) y [A-18-03](#), ambas sobre la seguridad de los observadores en el mar. Mediante la resolución [A-18-02](#), las Partes autorizaron la compra, e hicieron obligatorio el uso, de (1) un dispositivo independiente de comunicación satelital bidireccional, y (2) una radiobaliza salvavidas personal a prueba de agua, para mejorar la seguridad de los observadores de los programas de la CIAT y nacionales que integran el Programa de Observadores a Bordo del APICD. Las Partes acordaron cubrir los gastos futuros de mantenimiento, servicio, y reemplazo de estos aparatos del presupuesto anual del APICD.

El personal de la CIAT adquirió 250 juegos de dispositivos aprobados por los CPC. De conformidad con la resolución A-18-02, los programas nacionales solicitaron 102 pares de dispositivos como sigue:

Programa nacional	Pares	Programa nacional	Pares
Colombia	11	México	31
Ecuador	28	Nicaragua	6
UE	5	Panamá	11
		Venezuela	10
		Total	102

El resto de los dispositivos fueron asignados al personal de las oficinas de campo de la CIAT.

En agosto de 2019, se envió un cargamento a la CIAT en Panamá para ser distribuido a los programas nacionales de Colombia, Ecuador, la UE, Nicaragua, Panamá y Venezuela. El personal en Panamá distribuyó los dispositivos a los programas nacionales de Colombia, Nicaragua, Panamá y Venezuela entre octubre de 2019 y marzo de 2020.

Debido a cuestiones logísticas relacionadas con la condición de la CIAT en México, el personal no pudo enviar un cargamento de dispositivos al programa nacional de México y a las oficinas de campo de Mazatlán y Manzanillo hasta marzo de 2020.

Una cuestión logística similar en Ecuador ha impedido enviar un cargamento de Panamá a Ecuador con los dispositivos de seguridad para los programas nacionales de Ecuador, la UE y las oficinas ecuatorianas de la CIAT, excepto un par de dispositivos para un observador de la UE que fue expedido por el personal de la CIAT en Panamá.

Al 14 de julio de 2020, se han dotado esos dispositivos para 35 viajes de observadores de la CIAT en buques de Colombia, Panamá y México, mientras que se han dotado para 17 viajes de observadores de la UE y México.

La resolución [A-18-03](#) establece procedimientos y otras orientaciones aplicables a la seguridad y salud de los observadores, así como la implementación del párrafo 6(f) del Anexo II del APICD relativo a las responsabilidades de las Partes de asegurar que los capitanes, tripulantes y armadores de los buques no interfieran en el trabajo de los observadores. La resolución cubre también circunstancias de enfermedad grave o muerte del observador, casos de desaparición o de presunta caída por la borda del observador, y los procesos por seguir en caso de existir razones por creer que un observador ha sido asaltado, intimidado, amenazado, o acosado.

7. OTRAS FUNCIONES REALIZADAS POR LA SECRETARÍA

7.1. Alineaciones del paño de protección de delfines

Durante 2019, el personal de la CIAT realizó dos alineaciones del paño de protección de delfines y revisiones del equipo de protección de delfines en buques de cerco.

7.2. Entrenamiento y certificación de capitanes de pesca

La CIAT realiza desde 1980 seminarios para los pescadores sobre la reducción de mortalidad de delfines. En el Artículo V del APICD se contempla el establecimiento, en el marco de la CIAT, de un sistema de entrenamiento técnico y certificación para los capitanes de pesca. Bajo este sistema, el personal de la CIAT es responsable de preparar y mantener una lista de todos los capitanes calificados para pescar sobre atunes asociados a delfines en el OPO. Los nombres de los capitanes que satisfacen los requisitos son provistos al Panel para aprobación y circulación a las Partes del APICD.

Los requisitos para capitanes nuevos son (1) asistencia a un seminario de entrenamiento organizado por el personal de la CIAT, o por el programa nacional competente en coordinación con el personal de la CIAT, y (2) contar con experiencia práctica pertinente para realizar lances sobre atunes asociados con delfines, más una carta de recomendación de un capitán actualmente en la Lista, de un armador o gerente de un buque con LMD, o de un gremio industrial pertinente. Estos seminarios están ideados no solamente para los capitanes de pesca, directamente encargados de las faenas de pesca, sino también para otros tripulantes y para el personal administrativo responsable del equipo y mantenimiento de los buques. Se presentan certificados de asistencia a todos los que participan en los seminarios.

Durante 2019 tuvo lugar un seminario de capacitación, con 56 asistentes.

Fecha	Programa	Lugar
15 de enero	PNAAPD (Programa Nacional de México)	Mazatlán, México

7.3. Constancias de Participación

Las Constancias de Participación son proporcionadas por la Secretaría a solicitud de los buques que llevan observadores del Programa de Observadores a Bordo. Esta constancia certifica que el buque viene participando en el PICD, y que todos sus viajes fueron acompañados por observadores; el segundo, emitido a buques de no Partes, certifica solamente que todos sus viajes fueron acompañados por observadores. Durante 2019 se emitieron constancias del primer tipo para 125 viajes de pesca realizados por buques de Ecuador, El Salvador, la Unión Europea, Nicaragua, Panamá, Estados Unidos, y Venezuela.

8. INVESTIGACIONES

8.1. Distribución del esfuerzo de pesca

En las Figuras 4-6 se compara la distribución espacial del esfuerzo de pesca en el Área del Acuerdo de los buques con observador, en número de lances, por tipo, en 2018 y 2019. En el caso de los lances no asociados, se reportaron más lances en el extremo occidental del Área del Acuerdo en 2019 que en 2018,

continuando la tendencia observada en el informe de 2018 (Figura 5).

8.2. Estudio de abundancia de delfines

Debido al cese desde 2006 de los estudios de mamíferos marinos realizados por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de Estados Unidos, hay una brecha en los conocimientos científicos de la condición de las poblaciones de delfines en el Océano Pacífico oriental tropical (POT). A fin de llenar esta laguna, y en vista de la naturaleza problemática del seguimiento de la condición de las poblaciones con base en datos que dependen de la pesca², la CIAT, en colaboración con el gobierno de México, la Alianza del Pacífico para el Atún Sostenible (PAST), y el [Centro de Investigación del Modelado Ecológico y Ambiental](#) (CREEM) en la Universidad de St Andrews (Escocia), está llevando a cabo un proyecto para evaluar las poblaciones de delfines en el POT. Se necesitan nuevas estimaciones de abundancia para asegurar que la mortalidad de delfines en la pesquería de cerco sea sostenible e insignificante (el sistema de Límites de Mortalidad por Stock del APICD depende de esas estimaciones); por lo tanto, se ha enfatizado particularmente la actualización de las evaluaciones de dos de las principales poblaciones que interactúan con la pesquería, el delfín manchado de altamar nororiental y el delfín tornillo oriental. El proyecto actual, presentado en julio de 2019 ([MOP-39-01 Adenda 1](#)), se basa en el taller de la CIAT realizado en octubre de 2016 ([DEL1](#)) y en los diseños del estudio y los detalles del proyecto que fueron presentados en agosto de 2018 ([MOP-37-02](#)) y en julio de 2019 ([MOP-39-01 Adenda 1](#)). Se provee más información sobre el Proyecto y las dos pruebas en el mar que se han realizado a la fecha en el Anexo 2 del presente informe.

Se están preparando varios documentos derivados de este proyecto. Científicos de la Universidad de St Andrews ya elaboraron un informe detallado del proyecto del estudio de prueba, el cual se encuentra en proceso de ser formateado como Informe Especial de la CIAT. Además, se están preparando varios artículos, para ser publicados en revistas científicas revisadas por pares., que abarcan temas que van desde los algoritmos de aprendizaje automático para el análisis de imágenes que fueron desarrollados para el proyecto hasta los métodos de MRDS que pueden acomodar tanto el modo de paso como el de cierre

8.3. El clima y el vínculo atún-delfín

Caitlynn Birch, de la Universidad de San Diego, y Michael Scott, de la CIAT, están preparando para su publicación un estudio sobre cómo los cambios ambientales estacionales, como El Niño/La Niña, y las tendencias climáticas a largo plazo, afectan la distribución y frecuencia del vínculo atún-delfín. Sus resultados señalan que el cambio climático está intensificando las condiciones oceanográficas que fomentan la asociación atún-delfín. Durante 1992-2017, el área en que se produce la asociación delfín tornillo-atún aleta amarilla se ha cuadruplicado; el área en que se produce la asociación delfín manchado-atún aleta amarilla se ha duplicado. Estacionalmente, el área donde ocurren ambas asociaciones se expande hacia el norte en el verano del hemisferio norte y hacia el sur en el verano del hemisferio sur. Las implicaciones para la ordenación han sido evidentes en la última década, ya que la proporción relativa de mortalidades de delfines tornillo ha aumentado, y los delfines tornillo han rebasado a los delfines manchados como la especie con mayor mortalidad.

² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783615301028>

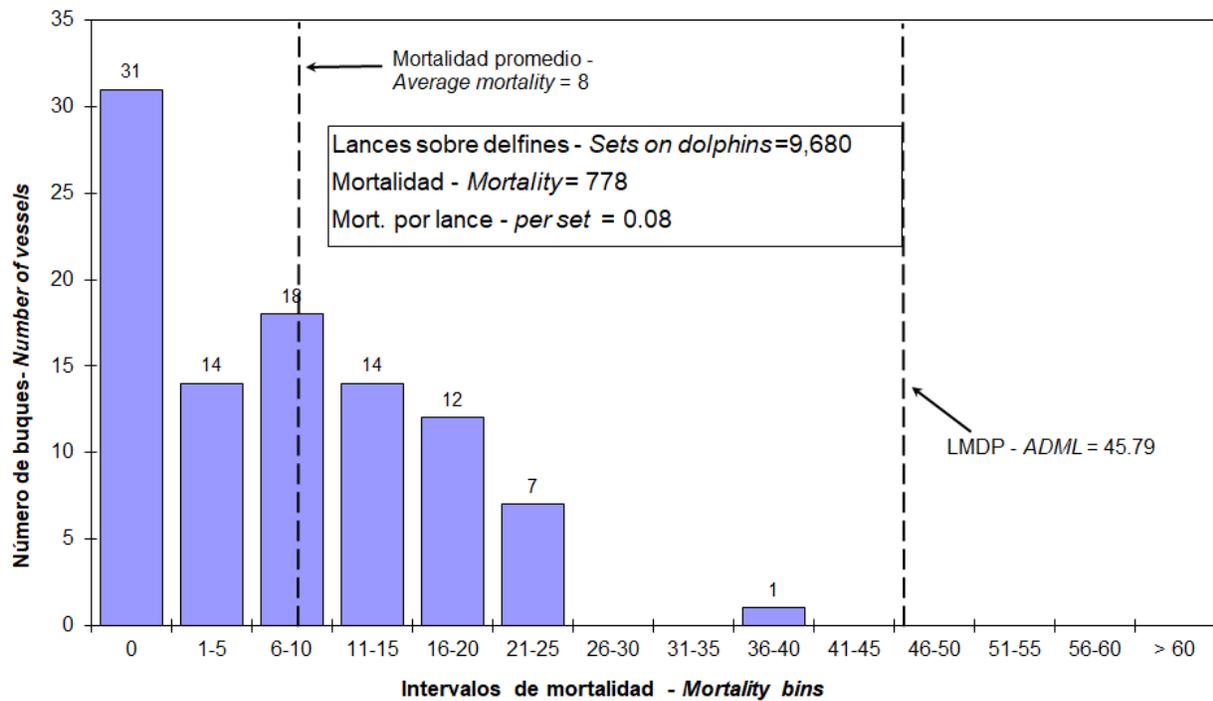
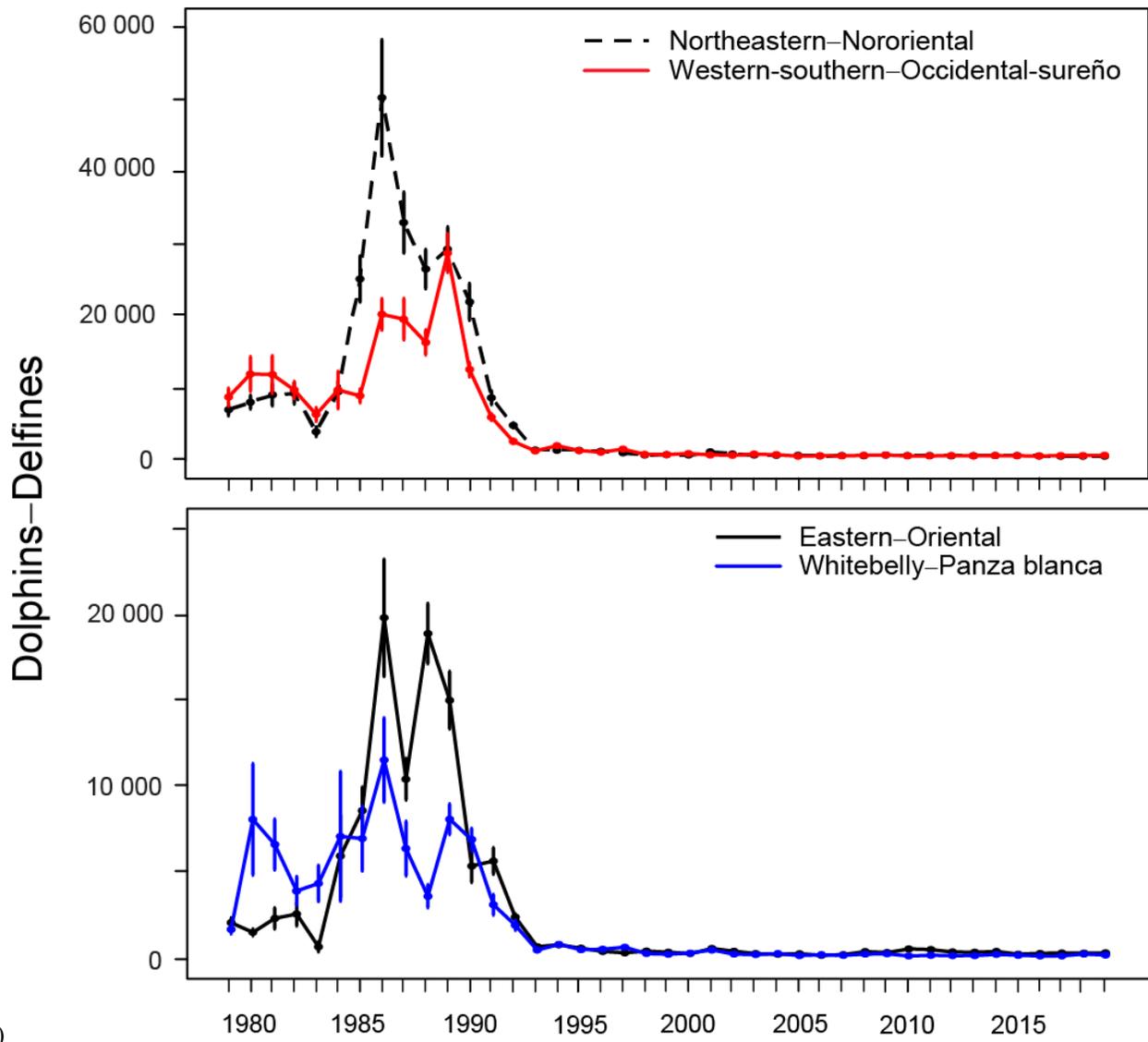


FIGURE 1. Distribution of dolphin mortality caused by vessels with DMLs during 2019.

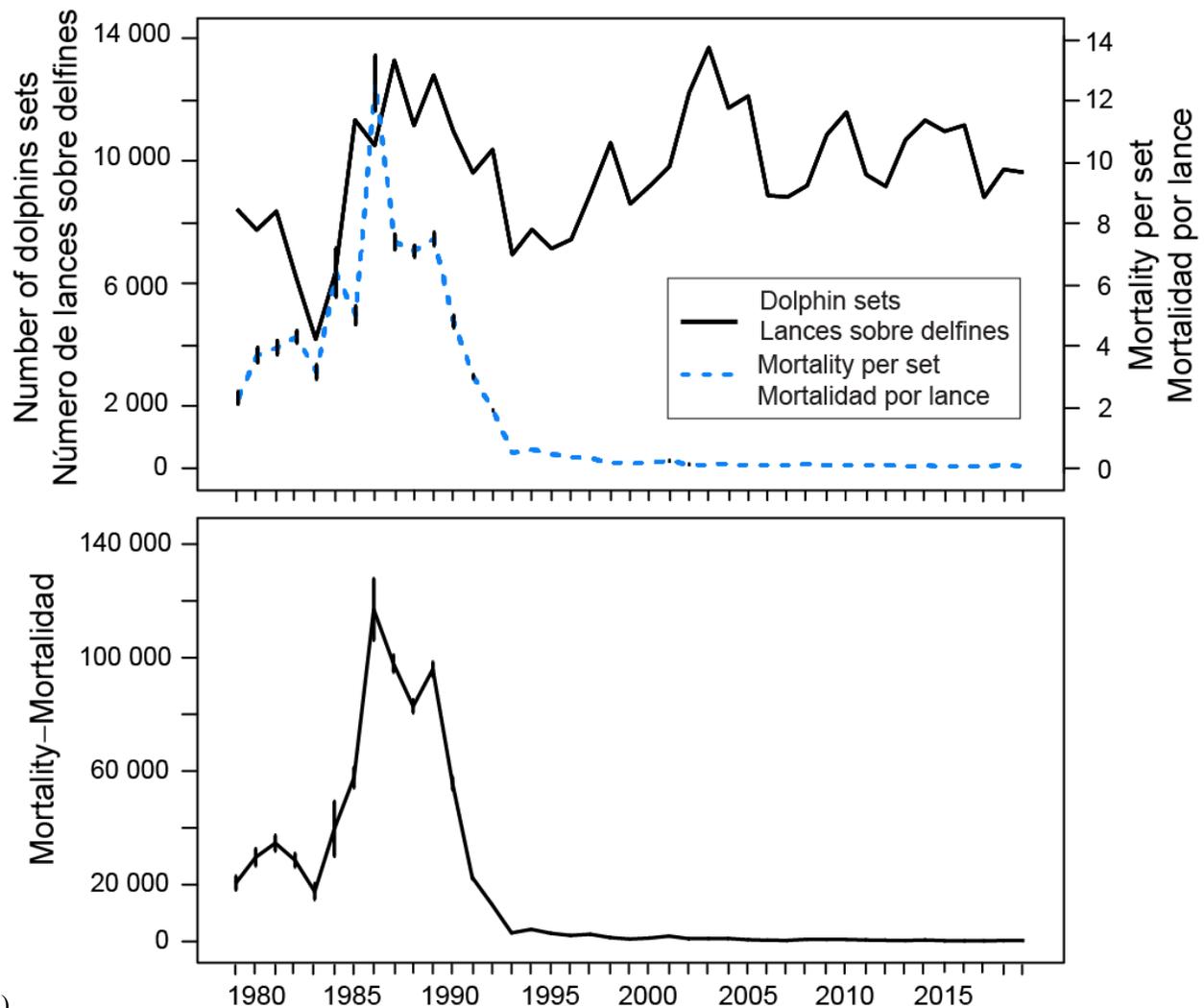
FIGURA 1. Distribución de la mortalidad de delfines causada por buques con LMD durante 2019.



1)

FIGURE 2. Estimated mortalities for the stocks of spotted (upper panel) and spinner (lower panel) dolphins in the Agreement Area, 1979-2019. Each vertical line represents one positive and one negative standard error.

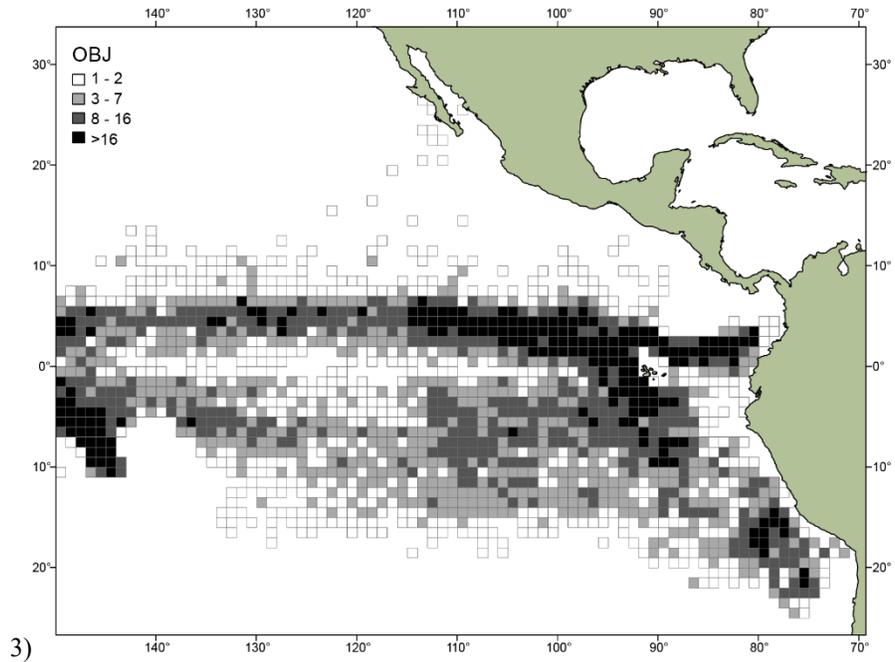
FIGURA 2. Mortalidad estimada de las poblaciones de delfines manchados (panel superior) y tornillo (panel inferior) en el Área del Acuerdo, 1979-2019. Cada línea vertical representa un error estándar positivo y un error estándar negativo.



2)

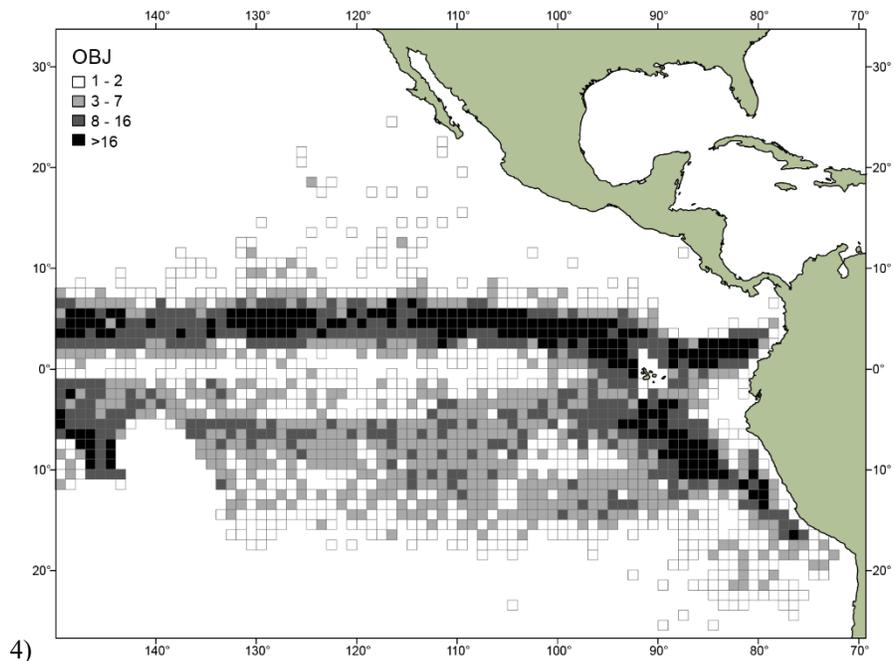
FIGURE 3. Total number of dolphin sets and average mortality per set (upper panel) and estimated total mortality (lower panel) for all dolphins in the Agreement Area, 1979-2019. Each vertical line represents one positive and one negative standard error.

FIGURA 3. Número total de lances sobre delfines y mortalidad media por lance (panel superior) y mortalidad total estimada (panel inferior) para todas especies de delfines en el Área del Acuerdo, 1979-2019. Cada línea vertical representa un error estándar positivo y un error estándar negativo.



3) **FIGURE 4a.** Spatial distribution of sets on tuna associated with floating objects in the Agreement Area, 2018.

FIGURA 4a. Distribución espacial de los lances sobre atunes asociados a objetos flotantes en el Área del Acuerdo, 2018.



4) **FIGURE 4b.** Spatial distribution of sets on tuna associated with floating objects in the Agreement Area, 2019.

FIGURA 4b. Distribución espacial de los lances sobre atunes asociados a objetos flotantes en el Área del Acuerdo, 2019.

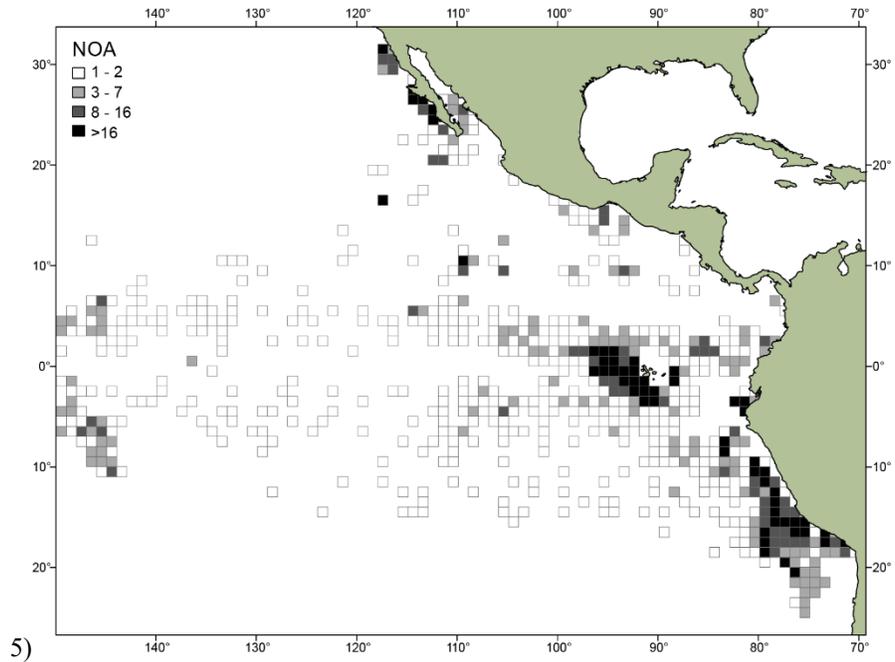


FIGURE 5a. Spatial distribution of sets on unassociated schools of tunas in the Agreement Area, 2018.
FIGURA 5a. Distribución espacial de lances sobre cardúmenes de atunes no asociados en el Área del Acuerdo, 2018.

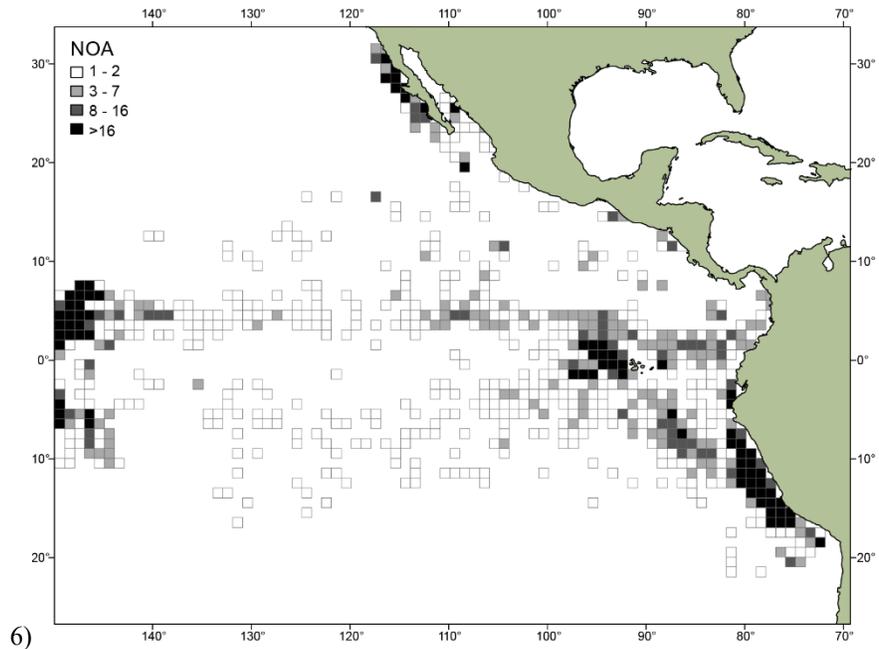


FIGURE 5b. Spatial distribution of sets on unassociated schools of tunas in the Agreement Area, 2019.
FIGURA 5b. Distribución espacial de lances sobre cardúmenes de atunes no asociados en el Área del Acuerdo, 2019.

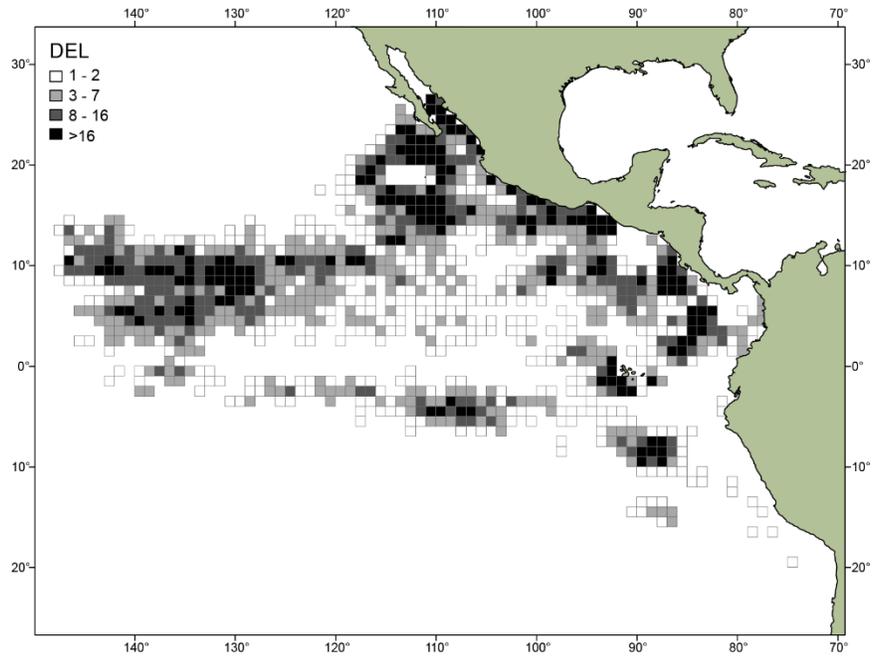


FIGURE 6a. Spatial distribution of sets on tuna associated with dolphins in the Agreement Area, 2018.
FIGURA 6a. Distribución espacial de los lances sobre atunes asociados a delfines en el Área del Acuerdo, 2018.

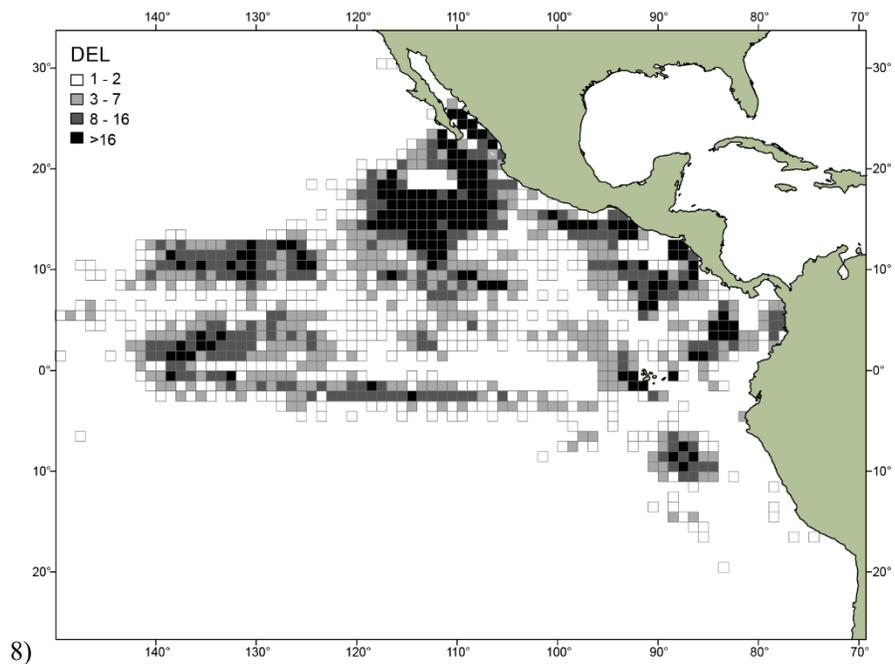


FIGURE 6b. Spatial distribution of sets on tuna associated with dolphins in the Agreement Area, 2019.
FIGURA 6b. Distribución espacial de los lances sobre atunes asociados con delfines en el Área del Acuerdo, 2019.

TABLE 1. Coverage of vessels by the On-Board Observer Program of trips initiated during 2019 with activity in the Agreement Area.

TABLA 1. Cobertura de buques por el Programa de Observadores a Bordo de viajes iniciados durante 2019 con actividad en el Área del Acuerdo.

Pabellón - Flag		Clase 6 – Class-6 por/by prog.				
		Viajes/Trips	Nac./Nat	CIAT/IATTC	% obs.	
Colombia	COL	49	23	26	100	
Ecuador	ECU	367	122	245	100	
El Salvador	SLV	16		16	100	
EU–UE (España – Spain)	ESP	7	2	5	100	
México	MEX	203	103	100	100	
Nicaragua	NIC	22	11	11	100	
Panamá	PAN	72	37	35	100	
Perú	PER	14		14	100	
United States	USA	47	21 ¹	26	100	
Venezuela	VEN	41	21	20	100	
Subtotal		838	340	498	100	
Otras Clases – Other Class por/by prog.²						
Pabellón – Flag / Clase - Class						
Ecuador	ECU	4	6	2	4	-
Ecuador	ECU	5	13	4	9	-
All classes – Todas las clases						
Total		857	346	511	-	

¹ Sampled by crossed-endorsed observers of the WCPFC – Muestreados con observadores homologados de la WCPFC.

² The AIDCP requires 100% coverage only on Class-6 vessels – El APICD requiere 100% de cobertura solamente para buques clase 6.

TABLE 2. Estimates of mortalities of dolphins in 2019, population abundance, and relative mortality, by stock.

TABLA 2. Estimaciones de la mortalidad de delfines en 2019, la abundancia de las poblaciones, y la mortalidad relativa, por población.

Species and stock	Mortality	Population abundance	Relative mortality (%)
Especie y población	Mortalidad	Abundancia de la población	Mortalidad relativa (%)
Offshore spotted dolphin—Delfín manchado de altamar ¹			
Northeastern—Nororiental	104	911,177	0.01
Western/southern—Occidental y sureño	220	911,830	0.02
Spinner dolphin—Delfín tornillo ¹			
Eastern—Oriental	270	790,613	0.03
Whitebelly—Panza blanca	142	711,883	0.02
Common dolphin—Delfín común ²			
Northern—Norteño	25	449,462	< 0.01
Central	3	577,048	<0.01
Southern—Sureño	2	1,525,207	<0.01
Other dolphins—Otros delfines ³	12		
Total	778		

¹ Logistic model for 1986-2006 (IATTC SAB-07-05);

¹ Modelo logístico para 1986-2006 (CIAT SAB-07-05)

² Weighted averages for 1998-2003 (IATTC Special Report 14: Appendix 5)

² Promedios ponderados para 1998-2003 (Informe Especial de la CIAT 14: Anexo 5)

³ "Other dolphins" includes the following species and stocks, whose observed mortalities were as follows: Central American spinner dolphin (*Stenella longirostris centroamericana*) 6, striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) 3, rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) 2, and unidentified dolphins, 1.

³ "Otros delfines" incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfín tornillo centroamericano (*Stenella longirostris centroamericana*) 6, (*Steno bredanensis*) 2, y delfines no identificados, 1.

TABLE 3. Annual estimates of dolphin mortality, by species and stock since 1979.

TABLA 3. Estimaciones anuales de la mortalidad de delfines, por especie y población desde 1979.

	Offshore spotted ¹		Spinner		Common			Others	Total
	Northeast-ern	Western-southern	Eastern	White belly	Northern	Central	Southern		
	Manchado de altamar ¹		Tornillo		Común			Otros	Total
	nor-oriental	Occidental y sureño	Oriental	Panza blanca	Norteño	Central	Sureño		
1979	4,828	6,254	1,460	1,312	4,161	2,342	94	880	21,331
1980	6,468	11,200	1,108	8,132	1,060	963	188	633	29,752
1981	8,096	12,512	2,261	6,412	2,629	372	348	367	32,997
1982	9,254	9,869	2,606	3,716	989	487	28	1,347	28,296
1983	2,430	4,587	745	4,337	845	191	0	353	13,488
1984	7,836	10,018	6,033	7,132	0	7,403	6	156	38,584
1985	25,975	8,089	8,853	6,979	0	6,839	304	1,777	58,816
1986	52,035	20,074	19,526	11,042	13,289	10,884	134	5,185	132,169
1987	35,366	19,298	10,358	6,026	8,216	9,659	6,759	3,200	98,882
1988	26,625	13,916	18,793	3,545	4,829	7,128	4,219	2,074	81,129
1989	28,898	28,530	15,245	8,302	1,066	12,711	576	3,123	98,451
1990	22,616	12,578	5,378	6,952	704	4,053	272	1,321	53,874
1991	9,005	4,821	5,879	2,974	161	3,182	115	990	27,127
1992	4,657	1,874	2,794	2,044	1,773	1,815	64	518	15,539
1993	1,112	773	725	437	139	230	0	185	3,601
1994	847	1,228	828	640	85	170	0	298	4,096
1995	952	859	654	445	9	192	0	163	3,274
1996	818	545	450	447	77	51	30	129	2,547
1997	721	1,044	391	498	9	114	58	170	3,005
1998	298	341	422	249	261	172	33	100	1,876
1999	358	253	363	192	85	34	1	62	1,348
2000	295	435	275	262	54	223	10	82	1,636
2001	592	315	470	374	94	205	46	44	2,140
2002	435	203	403	182	69	155	3	49	1,499
2003	288	335	290	170	133	140	97	39	1,492
2004	261	256	223	214	156	97	225	37	1,469
2005	273	100	275	108	114	57	154	70	1,151
2006	147	135	160	144	129	86	40	45	886
2007	189	116	175	113	55	69	95	26	838
2008	184	167	349	171	104	14	137	43	1,169
2009	266	254	288	222	109	30	49	21	1,239
2010	170	135	510	92	124	116	8	15	1,170
2011	172	124	467	139	35	12	9	28	986
2012	151	187	324	107	49	4	30	18	870
2013	158	145	303	111	69	0	8	7	801
2014	181	168	356	183	49	13	9	16	975
2015	191	158	196	139	43	21	12	5	765
2016	127	111	243	89	82	36	9	5	702
2017	92	178	266	98	26	9	16	3	688
2018	99	197	252	205	41	1	18	6	819
2019	104	220	270	142	25	3	2	12	778

¹ Estimates for offshore spotted dolphins include mortalities of coastal spotted dolphins.

¹ Las estimaciones de delfines manchados de altamar incluyen mortalidades de delfines manchados costeros.

TABLE 4. Standard errors of annual mortality estimates of dolphins, by species and stock, for 1979-1994. There are no standard errors for 1995-2000 and after 2003 because the coverage was at or nearly at 100% during those years.

TABLA 4. Errores estándar de las estimaciones anuales de la mortalidad de delfines, por especie y población, para 1979-1994. No se cuenta con errores estándar para 1995-2000 y después de 2003, porque la cobertura fue de 100%, o casi, en esos años.

	Offshore spotted		Spinner		Common			Other
	North-east- ern	Western- southern	Eastern	Whitebelly	Northern	Central	Southern	
	Manchado de altamar		Tornillo		Común			Otros
Nor- oriental	Occidental y sureño	Oriental	Panza blanca	Norteño	Central	Sureño		
1979	817	1,229	276	255	1,432	560	115	204
1980	962	2,430	187	3,239	438	567	140	217
1981	1,508	2,629	616	1,477	645	167	230	76
1982	1,529	1,146	692	831	495	168	16	512
1983	659	928	284	1,043	349	87	-	171
1984	1,493	2,614	2,421	3,773	-	5,093	3	72
1985	3,210	951	1,362	1,882	-	2,776	247	570
1986	8,134	2,187	3,404	2,454	5,107	3,062	111	1,722
1987	4,272	2,899	1,199	1,589	4,954	2,507	3,323	1,140
1988	2,744	1,741	1,749	668	1,020	1,224	1,354	399
1989	3,108	2,675	1,674	883	325	4,168	295	430
1990	2,575	1,015	949	640	192	1,223	95	405
1991	956	454	771	598	57	442	30	182
1992	321	288	168	297	329	157	8	95
2001	3	28	1	6	7	7	-	1
2002	1	2	1	1	1	1	1	1
2003	1	1	1	1	-	1	1	-

TABLE 5. Percentages of sets with no dolphin mortalities, with major gear malfunctions, with net collapses, with net canopies, average times of backdown (in minutes), and average number of live dolphins left in the net at the end of backdown. 1986-2008 data are from trips observed by the IATTC program only; data after 2008 include trips covered by national programs.

TABLA 5. Porcentajes de lances sin mortalidad de delfines, con averías mayores, con colapso de la red, con abultamiento de la red, duración media del retroceso (en minutos), y número medio de delfines en la red después del retroceso. Los datos de 1986-2008 provienen de viajes observados por el programa de la CIAT solamente; los datos posteriores a 2008 incluyen viajes observados por los programas nacionales.

	Lances sin mortalidad (%)	Lances con averías mayores (%)	Lances con colapso de la red (%)	Lances con abultamiento de la red (%)	Duración media del retroceso (minutos)	Número medio de delfines en la red después del retroceso
1986	38.1	9.5	29.0	22.2	15.3	6.0
1987	46.1	10.9	32.9	18.9	14.6	4.4
1988	45.1	11.6	31.6	22.7	14.3	5.5
1989	44.9	10.3	29.7	18.3	15.1	5.0
1990	54.2	9.8	30.1	16.7	14.3	2.4
1991	61.9	10.6	25.2	13.2	14.2	1.6
1992	73.4	8.9	22.0	7.3	13.0	1.3
1993	84.3	9.4	12.9	5.7	13.2	0.7
1994	83.4	8.2	10.9	6.5	15.1	0.3
1995	85.0	7.7	10.3	6.0	14.0	0.4
1996	87.6	7.1	7.3	4.9	13.6	0.2
1997	87.7	6.6	6.1	4.6	14.3	0.2
1998	90.3	6.3	4.9	3.7	13.2	0.2
1999	91.0	6.6	5.9	4.6	14.0	0.1
2000	90.8	5.6	4.3	5.0	14.9	0.2
2001	91.6	6.5	3.9	4.6	15.6	0.1
2002	93.6	6.0	3.1	3.3	15.0	0.1
2003	93.9	5.2	3.5	3.7	14.5	<0.1
2004	93.8	5.4	3.4	3.4	15.2	<0.1
2005	94.9	5.0	2.6	2.7	14.5	<0.1
2006	93.9	5.7	3.3	3.5	15.8	<0.1
2007	94.2	5.1	1.6	3.4	15.2	<0.1
2008	92.4	4.9	2.9	3.7	16.1	0.1
2009	93.3	5.2	1.8	3.1	16.7	<0.1
2010	94.1	4.7	1.3	2.4	16.2	<0.1
2011	94.0	4.1	1.9	2.1	16.3	<0.1
2012	94.5	4.3	1.9	1.5	16.5	<0.1
2013	95.4	4.2	1.3	1.3	15.4	<0.1
2014	95.5	3.7	1.3	1.3	16.2	<0.1
2015	96.4	4.3	1.1	1.2	15.4	<0.1
2016	96.4	3.8	0.9	0.9	15.2	<0.1
2017	96.2	3.6	1.0	1.0	15.9	<0.1
2018	95.8	3.3	0.8	1.5	17.3	<0.1
2019	95.8	4.1	1.1	1.1	16.6	<0.1

TABLE 6. Weekly reports of dolphin mortality received, 2019.**TABLA 6.** Informes semanales de mortalidad de delfines recibidos, 2019.

Bandera	Programa	Requeridos	Recibidos	%
COL	CIAT - IATTC	237	236	99
	Nal.-Nat.	213	213	100
ECU	CIAT - IATTC	1,563	1,563	100
	Nal.-Nat.	830	830	100
ESP	CIAT - IATTC	44	44	100
	Nal.-Nat.	19	19	100
MEX	CIAT - IATTC	699	699	100
	Nal.-Nat.	734	734	100
NIC	CIAT - IATTC	84	84	100
	Nal.-Nat.	77	77	100
PAN	CIAT - IATTC	252	252	100
	Nal.-Nat.	239	239	100
PER	CIAT - IATTC	42	41	97
SLV	CIAT - IATTC	123	123	100
USA	CIAT - IATTC	84	84	100
	WCPFC	168	168	100
VEN	CIAT - IATTC	152	152	100
	Nal.-Nat.	155	155	100
Total		5,715	5,713	99.9

TABLE 7. Preliminary reports of the mortalities of dolphins in 2020, to 19 August.**TABLA 7.** Informes preliminares de las mortalidades de delfines en 2020, hasta el 19 de agosto.

Species and stock	Total mortality	Limit	Used (%)
Especie y población	Mortalidad total	Límite	Usado (%)
Offshore spotted dolphin – Delfin manchado de altamar			
Northeastern--Nororiental	82	793	10.3
Western-southern--Occidental-sureño	110	881	12.5
Spinner dolphin – Delfin tornillo			
Eastern—Oriental	208	655	31.8
Whitebelly--Panza blanca	83	666	12.5
Common dolphin – Delfin común			
Northern—Norteño	1	562	0.2
Central	13	207	6.3
Southern—Sureño	3	1,845	0.2
Others and unidentified--Otros y no identificados	10		
Total	510	5,000	11.4

TABLE 8. Summary of possible infractions identified by the International Review Panel at its 65th and 66th meetings, **July** and **October 2019**.

TABLA 8. Resumen de posibles infracciones identificadas por el Panel Internacional de Revisión en su 65^a and 66^a reuniones, **julio** y **octubre de 2019**.

INFRACCIONES MAYORES / MAJOR INFRACTIONS:	
Viaje sin observador Trips without an observer	1
Viajes con lances en delfines sin LMD asignado Trips with dolphin sets but no DML assigned	0
Viajes con capitanes no incluidos en la lista del APICD Trips with captains not on the AIDCP list	3
Viajes sin paño de protección de delfines Trips without a dolphin safety panel	1
Lances intencionales después de alcanzar el LMD Intentional sets made after reaching the DML	0
Lances o cazas con uso de explosivos Sets or chases with use of explosives	0
Lances sobre stocks o tipos de manadas prohibidas Sets on banned stocks or school types	0
Lances sin retroceso Sets without a required backdown	0
Lances con embolsamiento o salabardeo de delfines Sets with dolphin sack-up or brail	0
Lances sin evitar herir o matar delfines Sets with unavoided dolphin injury or mortality	0
Total	5
OTRAS INFRACCIONES / OTHER INFRACTIONS:	
Viajes sin balsa Trips without a required raft	3
Viajes con < 3 lanchas rápidas y/o sin bridas de remolque Trips with < 3 speedboats and/or missing towing bridles	1
Viajes sin reflector de alta intensidad Trips without a required high-intensity floodlight	5
Viajes sin máscaras de buceo Trips without required facemasks	1
Lances nocturnos (ocurrieron en dos viajes) Night sets (occurred in two trips)	0
Lances sin rescate adicional Sets without required deployment of rescuer	0
Lances sin rescate después del retroceso Sets without continued rescue effort after backdown	0
Viajes con lances sobre delfines antes de la notificación del LMD Trips with dolphin sets before the DML notification	0
Total	10
Casos de interferencia al observador Cases of observer interference	2
Viajes revisados en estas reuniones Trips reviewed in these meetings	889
Lances sobre delfines revisados en estas reuniones Dolphin sets reviewed in these meetings	9,827
Lances accidentales revisados en estas reuniones Accidental sets reviewed in these meetings	1

TABLE 9. Responses for six types of possible infractions identified by the International Review Panel at its 65th and 66th meetings.

TABLA 9. Respuestas para seis tipos de posibles infracciones identificadas por el Panel Internacional de Revisión en su 65^a y 66^a reuniones.

	No. de casos	Sin respuesta	Respuestas					Total
			Bajo investigación ¹	No hubo infracción	Infracción: sin sanción	Infracción: aviso	Infracción: sanción ²	
	No. of cases	No response	Responses					Total
			Under investigation ¹	No infraction	Infraction: no sanction	Infraction: warning	Infraction: sanction ²	
HOSTIGAMIENTO AL OBSERVADOR – OBSERVER HARASSMENT								
ECU	2	1 (50%)	1	0	0	0	0	1 (50%)
Total:	2	1 (50%)	1	0	0	0	0	1 (50%)
USO DE EXPLOSIVOS – USE OF EXPLOSIVES								
<i>Ningún caso identificado durante el periodo de este informe</i> <i>No identified cases during this report period</i>								
LANCES NOCTURNOS– NIGHT SETS								
<i>Ningún caso identificado durante el periodo de este informe</i> <i>No identified cases during this report period</i>								
PESCAR SIN OBSERVADOR – FISHING WITHOUT AN OBSERVER								
USA	1	0 -	0	0	0	0	1	1 (100%)
Total:	1	0 -	0	0	0	0	1	1 (100%)
PESCAR SOBRE DELFINES SIN LMD – FISHING ON DOLPHINS WITHOUT A DML								
<i>Ningún caso identificado durante el periodo de este informe</i> <i>No identified cases during this report period</i>								
LANCES SOBRE DELFINES DESPUES DE ALCANZAR EL LMD-- SETS ON DOLPHINS AFTER REACHING DML								
<i>Ningún caso identificado durante el periodo de este informe</i> <i>No identified cases during this report period</i>								

Anexo 1.

POSIBLES INFRACCIONES IDENTIFICADAS POR EL PANEL DE REVISIÓN

Se incluyen detalles de toda acción gubernamental reportada a la Secretaría antes del 26 julio de 2020. Si no se indica ninguna tomada para una posible infracción, significa que la Secretaría no ha recibido respuesta del gobierno en cuestión

Abreviaciones: PPD = paño de protección de delfines

COLOMBIA				
<i>Buque</i>	<i>PIR recno</i>	<i>Fecha rev.</i>	<i>Infracciones identificadas</i>	
COL 1	2019-563	2019/10	1) 1 Viaje sin balsa	
COL 2	2019-091	2019/07	1) 1 Viaje sin reflector de alta intensidad	
COL 3	2018-851	2019/07	1) 1 Viaje con < 3 lanchas rápidas y/o sin bridas de remolque	
ECUADOR				
<i>Buque</i>	<i>PIR recno</i>	<i>Fecha rev.</i>	<i>Infracciones identificadas</i>	
ECU 1	2019-052	2019/07	1) 1 Viaje sin balsa	
ECU 2	2019-448	2019/10	1) 1 Caso de interferencia al observador Acción tomada: 1) El gobierno inició el proceso administrativo correspondiente, para investigar las presuntas infracciones.	
ECU 3	2019-582	2019/10	1) 1 Viaje sin balsa	
		2019/10	2) 1 Viaje sin reflector de alta intensidad	
		2019/10	3) 1 Viaje sin máscaras de buceo Acción tomada: 1), 2), 3) Después de haber investigado, el gobierno concluyó que no hubo infracción, debido a que la autoridad pesquera nacional aún no había notificado al armador acerca de la asignación del LMD	
ECU 4	2019-303	2019/07	1) 1 Viaje con capitán no incluido en la lista del APICD	
ECU 5	2019-372	2019/07	1) 1 Caso de interferencia al observador	
ESTADOS UNIDOS				
<i>Buque</i>	<i>PIR recno</i>	<i>Fecha rev.</i>	<i>Infracciones identificadas</i>	
USA 1	2018-889	2019/07	1) 1 Viaje sin observador Acción tomada: 1) Se aplicó una multa al propietario de la embarcación	
VENEZUELA				
<i>Buque</i>	<i>PIR recno</i>	<i>Fecha rev.</i>	<i>Infracciones identificadas</i>	
VEN 1	2018-630	2019/07	1) 1 Viaje sin reflector de alta intensidad Acción tomada: 1) El gobierno se encuentra en el proceso de aplicar una multa.	
		2019-074	2019/07	1) 1 Viaje sin paño de protección de delfines
		2019/07	2) 1 Viaje sin reflector de alta intensidad Acción tomada: 1), 2) El gobierno se encuentra en el proceso de aplicar una multa.	
VEN 2	2019-212	2019/07	1) 1 Viaje con capitán no incluido en la lista del APICD Acción tomada: 1) Después de haber investigado, el gobierno concluyó que no hubo infracción.	
VEN 3	2019-278	2019/07	1) 1 Viaje sin reflector de alta intensidad Acción tomada: 1) Después de haber investigado, el gobierno concluyó que no hubo infracción.	
		2019-614	2019/10	1) 1 Viaje con capitán no incluido en la lista del APICD

ESTUDIO DE ABUNDANCIA DE DELFINES

Debido al cese desde 2006 de los estudios de mamíferos marinos realizados por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de Estados Unidos, existe un hueco en los conocimientos científicos de la condición de las poblaciones de delfines en el Océano Pacífico oriental tropical (POT). A fin de llenar este hueco, y en vista de la naturaleza problemática del seguimiento de la condición de las poblaciones basado en datos que dependen de la pesca⁴, la CIAT, en colaboración con el gobierno de México, la Alianza del Pacífico para el Atún Sostenible (PAST), y el [Centro de Investigación del Modelado Ecológico y Ambiental](#) (CREEM) en la Universidad de St Andrews (Escocia), está llevando a cabo un proyecto para evaluar las poblaciones de delfines en el POT. Se necesitan nuevas estimaciones de abundancia para asegurar que la mortalidad de delfines en la pesquería de cerco sea sostenible e insignificante (el sistema de Límites de Mortalidad por Stock del APICD depende de esas estimaciones); por lo tanto, se ha enfatizado particularmente la actualización de las evaluaciones de dos de las principales poblaciones que interactúan con la pesquería, el delfín manchado de altamar nororiental y el delfín tornillo oriental. El proyecto actual, presentado en julio de 2019 ([MOP-39-01 Adenda 1](#)), se desprende del taller de la CIAT en octubre de 2016 ([DEL1](#)) y de los diseños del estudio y los detalles del proyecto presentados en agosto de 2018 ([MOP-37-02](#)) y en julio de 2019 ([MOP-39-01 Adenda 1](#)).

A la fecha, se han realizado dos pruebas en el mar como parte de este proyecto. El 16 de julio de 2019, la Dra. Cornelia Oedekoven, de CREEM, la científica encargada del proyecto, con personal de la CIAT, PAST, y el Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) de México, realizaron una prueba en el mar de un día, financiada por el gobierno de México y PAST, desde Mazatlán, México, a bordo del buque de investigación de INAPESCA *Jorge Carranza*. Se realizaron varias pruebas básicas de la capacidad del buque para un estudio de delfines, incluyendo: 1) mantener la velocidad de estudio de 10 nudos sin que vibre el casco del buque, y 2) cambios rápidos de velocidad y dirección para simular el acercamiento a una manada de delfines. Además, se realizaron varias pruebas básicas del equipo de drones recomendado para el proyecto por Gtt NetCorp (el proveedor de drones del proyecto): 1) despegar y aterrizar en el buque en marcha a la velocidad de estudio (10 nudos); 2) volar en un patrón zigzag más de 5 km adelante del buque; y 3) transmitir al buque video de buena calidad en tiempo real. Todas las pruebas fueron realizadas con éxito, y se concluyó que se justificaba una prueba de mar más extensa.

Con fondos adicionales provistos por el gobierno de México y PAST, se realizó un estudio de prueba de 14 días, del 17 al 30 de noviembre de 2019, a bordo del *Jorge Carranza*. El estudio de prueba se llevó a cabo en la costa mexicana entre Manzanillo y Acapulco porque se ha demostrado que esta área tiene la mayor densidad de delfines manchados y tornillo en el POT, independientemente de la temporada⁵. El equipo fue dirigido por la Dra. Cornelia Oedekoven, y estaba compuesto por científicos, mecánicos y pilotos de drones de cuatro países diferentes (México, EE. UU., Alemania y Taipéi Chino). El equipo incluyó personal de la CIAT y de PAST. El objetivo principal de esta prueba era evaluar, en detalle: a) la idoneidad del equipo de drones seleccionado y proporcionado al proyecto por Gtt NetCorp; b) la funcionalidad del protocolo de drones para el estudio principal planeado, que prepararon los Dres. Oedekoven, Stephen Buckland, y Laura Marshall, todos de CREEM; y c) la funcionalidad de las modificaciones del puente de observación (*flying bridge*). El protocolo de drones implicaba la operación continua de un dron adelante del buque durante todas las horas de luz del día mientras estuvieran de turno observadores de mamíferos marinos y la recolección de imágenes de video, tanto para ser archivadas a bordo del dron como para ser transmitidas en tiempo real al buque. Las imágenes del dron debían proporcionar datos críticos para dos objetivos científicos fundamentales del proyecto: a) evaluar la probabilidad de detectar manadas de delfines en la línea de derrota del buque, y b) calibrar las estimaciones de los observadores del tamaño de las manadas de delfines.

⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783615301028>

⁵ <https://www.int-res.com/articles/meps/66/m066p001.pdf>

En el estudio principal, se usarán las imágenes tomadas por el dron para evaluar si la probabilidad de detectar manadas de delfines que se encuentran en la línea de derrota del buque por parte de los observadores del puente se acerca al valor supuesto de 1.0 o está sesgada, como se sugiere en una publicación del Dr. Jay Barlow de 2015⁶. El sesgo en la estimación de la probabilidad de detección en la línea de derrota lleva a estimaciones sesgadas de la abundancia de delfines. El método preferido para evaluar la probabilidad de detección en la línea de derrota es el muestreo de distancia de marcado y recaptura (MRDS⁷, por sus siglas en inglés). A diferencia del muestreo de distancia convencional (por ejemplo, transectos lineales), en el que se recolectan datos desde una sola plataforma (por ejemplo, el puente de observación), los métodos de MRDS requieren datos de doble plataforma de observación en los que las detecciones de manadas se hacen desde dos plataformas. Aquí, las detecciones hechas desde una plataforma (digamos la plataforma 2) representan pruebas para la otra plataforma (digamos la plataforma 1). Cada una de estas pruebas puede tener dos resultados, éxito o fracaso, dependiendo de si la plataforma 1 detecta la misma manada o no. Para el estudio principal, un dron servirá como la plataforma 2, mientras que los observadores del puente servirán como la plataforma 1. A fin de probar esta metodología durante el estudio de prueba, las secuencias de video capturadas por el dron debían ser enviadas al buque para ser monitoreadas en tiempo real por los observadores del dron y grabadas a bordo del dron para el análisis de las imágenes después del estudio. Las detecciones de manadas de cetáceos realizadas por medio del dron (tanto en tiempo real como en el análisis de imágenes posterior a la prueba) debían servir de pruebas para los observadores en el puente. Un paso importante es comparar las detecciones realizadas por el dron con las realizadas por los observadores del puente; es decir, determinar si las detecciones del dron también fueron detectadas (un éxito) o no (un fracaso) por los observadores en el puente.

Para el estudio de prueba, el buque de investigación fue equipado con una plataforma de observación especial en el nivel encima del puente, llamado puente de observación (*flying bridge*). Un equipo de seis observadores experimentados en una rotación de dos horas con tres observadores de guardia en cualquier momento en condiciones adecuadas escaneó el 180° delantero en busca de cetáceos y registró la información requerida de acuerdo con el protocolo de estudio del NMFS⁸ que se ha utilizado consistentemente durante estudios anteriores en el POT. Este protocolo prescribe que los estudios se lleven a cabo en modo de cierre, es decir, cuando se detecta una manada de cetáceos, el buque se acerca a la manada para reunir información sobre la identificación de las especies, la composición de la manada y las estimaciones del tamaño de la manada. La alternativa al modo de cierre es el modo de paso en el que toda la información sobre una manada detectada se reúne a distancia sin cambiar el curso y la velocidad del buque. El protocolo también incluye un componente de calibración del tamaño de la manada en el que las estimaciones del tamaño de la manada de los observadores se comparan con los recuentos reales de las manadas de las que se puedan obtener (las manadas de calibración). Durante estudios anteriores, esto suponía que fotografías aéreas de estas manadas fueran tomadas desde helicópteros transportados en el buque o desde aeronaves de ala fija con base en la costa. En el estudio de prueba se utilizaron drones en su lugar. Los desafíos abordados durante el estudio de prueba incluyeron la maniobra del dron sobre la manada y la toma de imágenes adecuadas que capturarán toda la manada para poder obtener verdaderos recuentos de estas manadas.

La implementación del protocolo de estudio del NMFS en el *Jorge Carranza* fue exitosa, debido en gran parte a la amplia experiencia de los observadores del puente. El equipo del puente funcionó bien, aunque se necesitan algunos arreglos y alteraciones para el estudio principal. El capitán y los demás tripulantes del buque fueron muy eficaces y de gran ayuda en la implementación del protocolo de estudio, incluyendo respuestas rápidas a las solicitudes de los observadores del puente, maniobrando el buque en modo de cierre

⁶ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mms.12205>

⁷ Borchers, D. 2012. A non-technical overview of spatially explicit capture-recapture models. *Journal of Ornithology*. 152, (2), 435-444.

⁸ Kinzey, D., Gerrodette, T., Dizon, A., Perryman, W., Olson, P., & Rankin, S. (2001). *Marine mammal data collected during a survey in the eastern tropical Pacific Ocean aboard the NOAA ships McArthur and David Starr Jordan, July 28 - December 9, 2000*. La Jolla, California: NOAA Technical Memorandum NOM-TM-NMFS-SWFSC-303.

para poder obtener estimaciones de la composición por especie y del tamaño de las manadas. Durante el estudio de prueba de 14 días se estudiaron un total de 1,733.06 km de transectos lineales, de los cuales 766.41 km se realizaron en modo de cierre y 966.65 km en modo de paso. Fue necesario cambiar el esfuerzo del puente del modo de cierre requerido al modo de paso a fin de facilitar la prueba del dron para la toma de video para evaluar la probabilidad de detección en la línea de derrota. Esto se debió principalmente a que la resistencia del dron Seahawk fue demasiado corta para cumplir el protocolo requerido mientras el puente operaba en modo de cierre. Durante el estudio de prueba de 14 días, los observadores en el puente realizaron un total de 215 avistamientos (205 en esfuerzo, 10 fuera de esfuerzo) de 26 categorías de especies diferentes. Una comparación de las probabilidades de detección estimadas para los delfines manchados y tornillo del estudio de prueba con estudios anteriores realizados en buques de investigación más pequeños no reveló diferencias significativas entre los buques.

En contraste con el desempeño de los observadores del buque y del puente, los resultados del estudio de prueba mostraron claramente que se necesitarán diferentes drones y mejores cámaras para un estudio principal a fin de implementar plenamente el protocolo de drones, en particular, para la evaluación de la probabilidad de detección en la línea de derrota. El equipo de drones fue capaz de lanzar y aterrizar drones en estados del mar de Beaufort de hasta 5 sin incidentes mayores. Sin embargo, se perdió un dron en el mar a mitad de vuelo debido a una pérdida repentina de cobertura satelital. El equipo de drones realizó un total de 94 vuelos con poco más de 69 horas de vuelo. De los 94 vuelos, 74 fueron vuelos puramente para la recolección de datos de probabilidad de detección en la línea de derrota, 15 vuelos fueron puramente de calibración y cuatro fueron una combinación de los dos modos. Sin embargo, como solo se proporcionó un piloto experimentado para el estudio de prueba, no fue posible volar dos drones simultáneamente, que había sido la solución del proveedor de drones al requisito del proyecto de proporcionar una recolección continua de datos durante todo el tiempo en que los observadores del puente estuvieran en esfuerzo. Como el tiempo promedio de vuelo del dron Seahawk era inferior a una hora, esto significó que el objetivo de volar drones durante todas las horas de luz del día y durante el esfuerzo en modo de cierre no se cumplió. Aunque el equipo de drones realizó de forma segura hasta unos impresionantes 13 vuelos al día, esto no fue suficiente para cubrir todas las horas de operación en el puente. Con base en los resultados de este estudio de prueba, se estima que se necesitarían más de 27 vuelos por día de 12 horas para proporcionar un esfuerzo ininterrumpido para la detección en la línea de derrota con el dron Seahawk. Incluso con un segundo piloto altamente cualificado a bordo, una cobertura completa de todas las horas de luz del día requeriría demasiados lanzamientos y aterrizajes durante un estudio principal de 120 días, lo que sería un problema importante de seguridad.

Los videos capturados con el sistema de drones fueron de mala calidad, lo que afectó negativamente tanto la detección en la línea de derrota como la calibración del tamaño de la manada. El método originalmente prescrito para capturar y archivar video era grabar a bordo del dron. Sin embargo, contrariamente al protocolo de drones, el proveedor de drones usó la grabación de pantalla como método principal para capturar y archivar video (que originalmente se pensó como el método de respaldo). En consecuencia, la calidad del video se vio considerablemente afectada, lo que impactó gravemente al análisis de las secuencias de video, tanto manualmente por un observador humano como automáticamente mediante el análisis de las imágenes. El proceso de grabación de pantalla de las secuencias de video resultó en reducciones importantes de la calidad de video debido a la pérdida de transmisión, dos capas de compresión del video, diversos artefactos, pixelación frecuente, pérdida completa del video y una reducción de la frecuencia de cuadros en comparación con lo que originalmente fue capturado por la cámara a bordo del dron. Sin hacer *zoom* con la cámara del dron, la calidad del video era demasiado baja para identificar objetos de interés potencial como los delfines con certeza a partir de las imágenes fijas. La identificación a nivel de especie de cualquier individuo era imposible sin hacer *zoom* con la cámara del dron durante el monitoreo en tiempo real, lo que requería interrumpir la recolección de datos de detección en la línea de derrota. Otro resultado de la mala calidad de la imagen fue que hubo que reducir la altitud y la velocidad del dron, lo que a su vez resultó en una reducción del ancho de la franja y en distancias más cortas estudiadas por el dron, por lo que se redujo el área cubierta por el dron. La superficie total cubierta por el dron durante esos vuelos de detección en la línea de derrota

equivalía a <1% de la superficie examinada por los observadores del puente dentro del radio de giro de 3 mn a cada lado de la línea de derrota.

A pesar de la mala calidad del video, el estudio de prueba demostró que los observadores de drones podían detectar cetáceos en tiempo real y, por lo tanto, es posible utilizar drones para recolectar datos de MRDS. Durante el monitoreo en tiempo real, los observadores de drones registraron 92 objetos de interés potencial; de éstos, seis pudieron ser confirmados como detecciones de manadas de cetáceos por drones durante la revisión posterior al vuelo por un observador humano. Dos de ellos eran de la misma manada, lo que dio un total de cinco puntos de datos (pruebas) para los análisis de MRDS. En tres de estas pruebas se determinó que el resultado fue un fracaso, es decir, que los observadores en el puente no detectaron la manada que fue detectada por el dron. Estos fracasos se produjeron a 134 m, 654 m y 5961 m de distancia perpendicular a la línea de derrota del buque. En el caso de las otras dos detecciones de drones, una posible coincidencia con las detecciones del puente no pudo ser confirmada ni excluida completamente. Es posible que la información adicional, incluyendo la identificación de las especies y el comportamiento, haya mejorado esta evaluación; sin embargo, debido a la mala calidad de video, esta información no estaba disponible para las detecciones de los drones. Esta información se registra rutinariamente para cada detección hecha por los observadores del puente. Es necesario desarrollar nuevos métodos de análisis de MRDS para incorporar esta incertidumbre en la coincidencia duplicada, así como para acomodar el esfuerzo en modo de cierre.

Como parte del estudio de prueba, se desarrollaron dos modelos diferentes de aprendizaje automático para analizar las secuencias de video del dron. Estos algoritmos serán necesarios para un estudio principal porque la revisión manual de los videos de 120 días de mar sería imposible y, por lo tanto, se necesitarán algoritmos informáticos para detectar manadas de delfines en las imágenes de video. El primer modelo de aprendizaje automático usó redes neurales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) e imágenes fijas de las secuencias de video. El segundo usó algoritmos de agrupamiento y las secuencias de video a partir de las cuales se calcularon las velocidades de los objetos en el cuadro usando la técnica de flujo óptico. Ambos modelos lograron alrededor de un 74% de precisión equilibrada en sus conjuntos de datos de prueba/validación. Luego se creó un tercer modelo, que combinó estos dos enfoques para lograr una precisión mejor equilibrada de alrededor del 85%. A pesar de este desempeño en los conjuntos de datos de prueba/validación, el principal problema que se presentó al aplicar los modelos a los datos de video sin filtrar fue que los datos eran de muy baja calidad como para poder hacer detecciones útiles en las grabaciones tanto de la detección en la línea de derrota como de los vuelos de calibración. No obstante, se concluye que la utilización de datos de imagen o de movimiento por sí solos no da tan buenos resultados como la utilización de ambos en un modelo combinado, lo que supone un avance en la metodología de revisión de imágenes.

A pesar del fracaso del dron Seahawk para recolectar datos adecuados con los que evaluar la probabilidad de detección en la línea de derrota, el estudio de prueba demostró que los vuelos de calibración pueden completarse con éxito con el dron Seahawk. Sin embargo, al igual que con el componente de detección en la línea de derrota del proyecto, se necesita una cámara de mayor resolución para identificar todos los individuos a nivel de especie sin tener que hacer *zoom* durante el vuelo y para asegurar que se puedan distinguir los animales que nadan muy cerca unos de otros. Ambos son necesarios para obtener los recuentos reales por especie para las manadas de calibración. La grabación de múltiples barridas sobre una determinada manada de calibración con ángulos ligeramente variables demostró ser importante para atenuar los posibles problemas de deslumbramiento. Para seis manadas fue posible capturar todos los grupos con las imágenes del dron. Se obtuvieron recuentos manuales para cinco de estas manadas y, por lo tanto, son manadas de calibración válidas para su uso en el análisis de datos de estudios futuros. Al momento de este informe, se ha llegado a la conclusión de que, debido a la mala calidad del video, es necesario afinar más los modelos de análisis de imágenes para hacer detecciones fiables de los vuelos de calibración y obtener recuentos.

En resumen, el estudio de prueba demostró que:

- El *Jorge Carranza* puede usarse como buque de estudio para el próximo estudio del POT, en el que el equipo de observadores experimentados, en combinación con el mando del buque, pudo implementar el protocolo de estudio del NMFS.
- El *Jorge Carranza*, con su plataforma de drones hecha a la medida, también puede usarse para llevar a cabo operaciones con drones en los estados del mar de Beaufort de hasta 5.
- El dron Seahawk puede usarse para realizar vuelos de calibración del tamaño de las manadas; sin embargo, se necesita una mejor cámara para la identificación de especies de todos los individuos dentro de las manadas de calibración.
- La recolección de datos de MRDS como parte de los estudios de delfines del POT es posible mediante el uso de drones.
- El dron Seahawk no es una opción viable para la recolección de datos para evaluar la probabilidad de detección en la línea de derrota.
- El desempeño de los modelos de aprendizaje automático para analizar los datos de video puede mejorarse combinando los modelos que usan datos de imagen con los modelos que usan datos de movimiento.
- Las cámaras y las capacidades de archivo/transmisión de video que cumplen con las especificaciones del protocolo de drones son indispensables para el éxito de un estudio principal.

En la siguiente fase del proyecto, los sistemas de drones deberían probarse con una mayor resistencia y mejores capacidades de video que las proporcionadas para el estudio de prueba. Una mayor resolución de video permitiría al dron operar a mayores altitudes manteniendo la misma resolución terrestre. El aumento de la altitud incrementará el área cubierta por el dron y, por lo tanto, aumentará el tamaño de la muestra (número de pruebas) para evaluar la probabilidad de detección en la línea de derrota de los observadores del puente. Por lo tanto, recomendamos que se pruebe un sistema diferente de cámara-dron, como el que se propuso originalmente para el proyecto en el documento MOP-37-02, en una prueba corta en el mar a bordo del *Jorge Carranza*, o en un buque desde el que se puedan lanzar drones en condiciones similares a las del *Jorge Carranza*. Recomendamos que, antes de tal prueba, todo posible proveedor de drones presente una evaluación detallada de cómo logrará los objetivos del proyecto. La duración de tal prueba en el mar debería ser lo suficientemente larga como para recolectar datos adecuados para mejorar los algoritmos de análisis de imágenes. Esto requiere que las manadas de delfines se capturen con el video grabado a bordo del dron durante los vuelos de detección en la línea de derrota, donde el dron deberá lograr una cobertura completa del área 5 mn delante del buque, y que el video se revise manualmente, después del vuelo, en el buque durante la prueba.

Se están preparando varios documentos de este proyecto. Científicos de la Universidad de St Andrews ya elaboraron un informe detallado del proyecto del estudio de prueba y está en proceso de ser formateado para un Informe Especial de la CIAT. Además, se están preparando varios artículos, que abarcan temas que van desde los algoritmos de aprendizaje automático para el análisis de imágenes desarrollados para el proyecto hasta los métodos de MRDS que pueden acomodar tanto el modo de paso como el de cierre, para enviarlos a revistas científicas revisadas por pares.