

Kammeran González-Keola/Pexels

MEJORES PRÁCTICAS PARA EVALUAR Y MANEJAR LA CAPTURA INCIDENTAL DE MAMÍFEROS MARINOS

Resumen de resultados y productos del grupo de trabajo de captura incidental de mamíferos marinos

INTRODUCCIÓN

La captura incidental en las pesquerías marinas es la principal fuente de mortalidad de mamíferos marinos causada por el hombre a nivel mundial. En el marco de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos (Regla MMPA), administradores y pescadores de los EE. UU., junto con otros actores relevantes, han trabajado durante décadas para reducir la captura incidental. Con el fin de evitar mayores descensos poblacionales, y para ser justos con las pesquerías de los EE. UU. que compiten en un mercado mundial de productos marinos, en el año 2016, la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) emitió disposiciones para las importaciones según la Regla MMPA. Estas disposiciones exigen a los países que exportan productos pesqueros a los EE. UU. cumplir con estándares de captura incidental equiparables a los de esta nación. Para enero de 2023, los países deberán solicitar y recibir un “resultado de comparabilidad” para cada una de sus pesquerías a fin de continuar exportando productos del mar a los EE. UU.

Desarrollar evaluaciones cuantitativas y programas de monitoreo permitirá a los países determinar dónde, cómo y a qué tasa se produce la captura incidental de mamíferos marinos, lo cual mejoraría la efectividad de potenciales medidas de mitigación. Los enfoques y métodos para evaluar la importancia de la captura incidental de mamíferos marinos se basan en estimaciones de los niveles de abundancia y captura incidental. Estos datos son necesarios para calcular los puntos de referencia de la captura incidental y para determinar el estado de conservación de las especies y/o poblaciones. Contar con esta información permitirá a los países priorizar las medidas de mitigación en aquellas pesquerías donde la mortalidad y las lesiones por captura incidental afectan de manera más significativa a las poblaciones.

Grupo de trabajo de captura incidental de mamíferos marinos: un equipo internacional de expertos

Con el inicio de las disposiciones para las importaciones de la Regla MMPA, el [Foro de Modelación Oceánica](#) (Ocean Modeling Forum) convocó a un grupo de trabajo de captura incidental de mamíferos marinos, un equipo internacional de expertos, para asistir a los países en sus esfuerzos tendientes a evaluar la captura incidental de mamíferos marinos. Durante los últimos años, el grupo de trabajo ha producido un conjunto de productos y herramientas que exploran cómo:

- Comprender cuáles son las pesquerías que presentan problemas de captura incidental.
- Recopilar los mejores datos posibles para cuantificar la abundancia y captura incidental de mamíferos marinos.
- Desarrollar puntos de referencia para establecer objetivos medibles de conservación y recuperación.
- Monitorear el progreso para el cumplimiento de dichos objetivos.

En particular, el grupo de trabajo está consciente de que muchos países diseñarán y llevarán a cabo evaluaciones por primera vez. Por lo tanto, ofreció orientación que puede ser utilizada en una variedad de condiciones en términos de disponibilidad de datos y recursos.

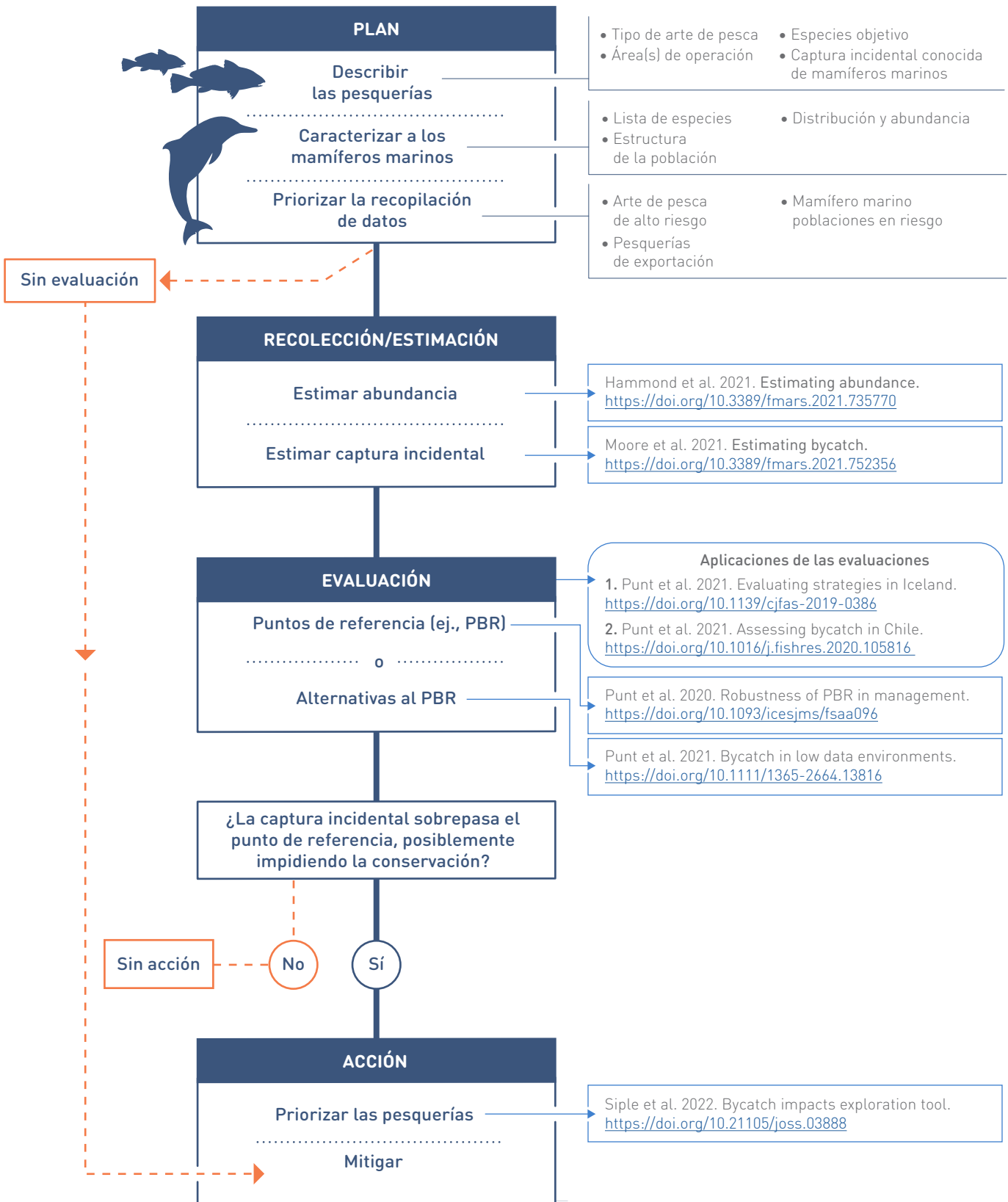
GRUPO DE TRABAJO DE CAPTURA INCIDENTAL DE MAMÍFEROS MARINOS:

- André Punt, copresidente, Universidad de Washington, EE. UU.
- Tessa Francis, copresidente, Universidad de Washington (Tacoma), EE. UU.
- Rob Williams, copresidente, Oceans Initiative, EE. UU.
- Philip Hammond, Universidad de San Andrés, Reino Unido
- Dennis Heinemann, Comisión de Mamíferos Marinos, EE. UU.
- Kristy Long, Office of Protected Resources de la NOAA, EE. UU.
- Jeffrey Moore, Southwest Fisheries Science Center de la NOAA, EE. UU.
- Randall Reeves, Okapi Wildlife Associates, Canadá
- Maritza Sepúlveda, Universidad de Valparaíso, Chile
- Guðjón Már Sigurðsson, Marine and Freshwater Research Institute, Islandia
- Margaret Siple, Alaska Fisheries Science Center de la NOAA, EE. UU.
- Gísli Víkingsson, Marine and Freshwater Research Institute, Islandia
- Paul Wade, National Marine Mammal Laboratory de la NOAA, EE. UU.
- Alex Zerbini, National Marine Mammal Laboratory de la NOAA, EE. UU.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA CUANTIFICAR ABUNDANCIA Y CAPTURA INCIDENTAL

Explore paso a paso los principales componentes de la evaluación de la captura incidental, incluidos los productos del grupo de trabajo de captura incidental de mamíferos marinos.

Consulte Wade, Long et al. 2021. Best practices for assessing and managing bycatch of marine mammals. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.757330>



PLANIFICAR UNA EVALUACIÓN DE CAPTURA INCIDENTAL

El objetivo es identificar las pesquerías que utilizan arte de pesca con un alto riesgo de captura incidental o que se superponen en tiempo y/o espacio con poblaciones de mamíferos marinos. La combinación de estos componentes es un indicador relevante de un problema de captura incidental.

Paso 1: Describir las pesquerías que interactúan con poblaciones de mamíferos marinos

Comience resumiendo lo que se conoce acerca del arte de pesca que se utiliza en un área. Es importante describir las pesquerías por especies objetivo y tipo de arte de pesca, y sintetizar la información sobre el número de pescadores, número de embarcaciones y esfuerzo pesquero. Ya se cuenta con información suficiente sobre la captura incidental de mamíferos marinos en el mundo que permite caracterizar el arte de pesca que puede representar riesgos para los mamíferos marinos que coexisten en las áreas de operación de esas pesquerías. Por último, se requiere recopilar la información existente sobre la incidencia de la captura incidental.

OPCIONES DE MÉTODOS:

- Sintetice los datos y la información públicos.
- Use literatura de referencia para identificar el arte de pesca de alto riesgo.
- Examine registros de captura incidental y varamientos.
- Recopile reportes e información anecdótica proveniente de medios de comunicación.
- Entreviste a pescadores o lleve a cabo otras investigaciones en el puerto.

Paso 2: Caracterizar las poblaciones de mamíferos marinos

Confeccione una lista de las especies de mamíferos marinos que coexisten con las pesquerías de interés y, en la medida de lo posible, describa (a.) su estructura poblacional, o bien la cantidad y los límites de cada población de una misma especie; (b.) las fuentes conocidas de mortalidad causada por el hombre; y (c.) su manejo y estado de conservación (p. ej., alguna especie en peligro o sobreexplotada, leyes o planes de manejo relevantes).

OPCIONES DE MÉTODOS:

Como mínimo, caracterice las especies que habitan en una región. Más allá de eso, sintetice la información disponible sobre los siguientes aspectos:

- Preferencias de hábitat y distribución
- Abundancia y tendencias poblacionales
- Genética y estructura de las poblaciones
- Desplazamiento
- Historia de vida
- Manejo y estado de conservación

Paso 3: Priorizar la recopilación de datos

Una vez compilados los datos existentes sobre las pesquerías y los mamíferos marinos, desarrolle programas de recopilación de datos para cubrir vacíos claves de información. Los datos sobre abundancia y captura incidental de mamíferos marinos son un aspecto fundamental para comprender y abordar los problemas de captura incidental. Si cuenta con escasa o nula información, aplique criterios de acuerdo con la información sintetizada en los pasos 1 y 2 sobre la distribución del esfuerzo pesquero en el tiempo y el espacio y la presencia de poblaciones de mamíferos marinos, con el fin de clasificar de alto a bajo el riesgo de captura incidental de las pesquerías. Posteriormente, se podrán priorizar áreas de coexistencia entre pesquerías y mamíferos marinos para la recopilación de datos.

PLAN

Describir las pesquerías

Caracterizar a los mamíferos marinos

Priorizar la recopilación de datos

OPCIONES DE MÉTODOS:

Para comprender la coexistencia:

- Utilice la Lista de pesquerías extranjeras de la NOAA para identificar las pesquerías en riesgo.
- Ordene las pesquerías con captura incidental en categorías de riesgo alto (p. ej., las pesquerías con redes de enmalle), medio (p. ej., las pesquerías con palangre) y bajo (p. ej., las pesquerías con anzuelo y línea).
- Aplique marcos de trabajo para la toma de decisiones basadas en sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), como por ejemplo el paquete Evaluación del riesgo de captura incidental (Bycatch Risk Assessment, ByRA) (consulte el cuadro 1).



CUADRO 1. USO DEL PAQUETE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CAPTURA INCIDENTAL (BYRA) EN CHILE

El paquete ByRA es una herramienta que se basa en los sistemas de información geográfica y que permite generar visualizaciones o “mapas de riesgo” de captura incidental potencial utilizando una diversidad de calidad y cantidad de datos. En un proyecto independiente —[Evaluación del riesgo de captura incidental de mamíferos marinos en Chile](#)— que, en parte, derivó del grupo de trabajo, la Dra. Maritza Sepúlveda (Universidad de Valparaíso), la Dra. Ellen Hines (Universidad Estatal de San Francisco) y el Dr. Carlos Montenegro Silva (Instituto de Fomento Pesquero) lideran un equipo de investigadores y administradores de pesquerías que tiene como finalidad producir mapas de riesgo para la costa de Chile.

El equipo interactúa con científicos locales y actores relevantes para identificar sitios y pesquerías con riesgo de captura incidental de mamíferos marinos y para reunir todas las fuentes de datos disponibles. Ellos utilizan el paquete ByRA para calcular la probabilidad de que una especie interactúe con un tipo de arte de pesca en particular. Luego, el equipo utiliza distintos escenarios de ByRA para comprender qué les ocurriría a las poblaciones ante diversas circunstancias, como diferentes índices de captura incidental, condiciones oceánicas, incremento o disminución del número de observadores, o el uso de distintas medidas de mitigación. Con este análisis, se obtendrán mapas de riesgo de captura incidental para cada sitio, pesquería y estación del año.

RECOPIRAR LOS DATOS APROPIADOS Y ESTIMAR LA CAPTURA INCIDENTAL

En esta instancia, el objetivo es estimar la magnitud de la captura incidental respecto del tamaño de las poblaciones de mamíferos marinos. Los administradores podrán luego establecer los objetivos de conservación o recuperación para orientar las medidas de mitigación de la captura incidental. Esto implica cuantificar la abundancia de las poblaciones de mamíferos marinos, describir las operaciones de pesca y recopilar datos de captura incidental y esfuerzo pesquero para estimar tanto las proporciones como la cantidad total de captura incidental.

RECOLECCIÓN/ESTIMACIÓN

Estimar abundancia

Estimar captura incidental

Paso 1: Estimar la abundancia de las poblaciones de mamíferos marinos

Una estimación objetiva de la abundancia absoluta es la herramienta más útil para evaluar el estado de conservación de una población de mamíferos marinos. En [Estimating abundance of marine mammal populations](#) (Hammond et al. 2021), el grupo de trabajo proporciona una guía integral que incluye los requerimientos mínimos y las mejores prácticas para obtener estimaciones de abundancia confiables. Las técnicas y los métodos usados se basan en las especies de mamíferos marinos y regiones de interés. Consulte el árbol de decisiones del Apéndice 1 para explorar opciones para estimar la abundancia.

OPCIONES DE MÉTODOS:

Para recopilar datos de abundancia:

- En pinnípedos, conteos de crías o de animales de todas las edades
- Marcas o fotoidentificación de individuos (para realizar seguimiento de historias de captura)
- Análisis de transectas (aéreas, en barcos o en embarcaciones pequeñas)

Para analizar datos:

- Extrapolación de recuentos (usando multiplicadores, tablas de vida, modelos poblacionales o proporciones de animales fuera del agua)
- Análisis de marca y recaptura de historias de captura (incluyendo la corrección por animales no identificados)
- Análisis de distancia de los datos de transectas (incluida la corrección por disponibilidad y/o sesgo de percepción)

Paso 2: Estimar la captura incidental de mamíferos marinos

La manera estándar de cuantificar la captura incidental es (a.) observar las operaciones de pesca y la captura incidental para una proporción de la pesquería, y (b.) recopilar datos de esfuerzo de la pesquería. Con estos datos, es posible estimar la tasa de captura incidental para la proporción observada de la pesquería y cuantificar la captura incidental total de mamíferos marinos para toda la pesquería. En [Estimating bycatch mortality for marine mammals: Concepts and best practices](#) (Moore et al. 2021), el grupo de trabajo proporciona una guía paso a paso sobre cómo cuantificar la captura incidental frente a una variedad de condiciones de datos, incluidos los requerimientos (p. ej., la proporción de esfuerzo pesquero que requiere ser observado) y cómo recopilar los datos. Consulte el Apéndice 2 para ver un árbol de decisiones que explique paso a paso la estimación de la captura incidental.

OPCIONES DE MÉTODOS:

Para caracterizar las operaciones de pesca:

- Programas de observadores a bordo y/o sistemas de cámara
- Programas de observadores desde plataformas secundarias
- Registros de la bitácora de a bordo
- Entrevistas estructuradas con pescadores
- Encuestas en el puerto

Para analizar datos:

- Estimadores de proporciones simples
- Métodos basados en diseños (asumiendo que la captura incidental observada puede ser extrapolada a la totalidad de la pesquería)
- Estimadores basados en modelos (cuando no se puede inferir que el monitoreo de la captura incidental sea representativo)



Jeremy Bishop/Unsplash

LLEVAR A CABO UNA EVALUACIÓN DE LA CAPTURA INCIDENTAL

Los científicos y los administradores rara vez disponen de datos suficientes para evaluar los niveles de agotamiento de las especies que se han capturado incidentalmente. Además de ello, lo que se requiere no es solo una forma de evaluar el agotamiento actual, sino que también es necesario saber si la captura incidental es lo suficientemente relevante como para, en el tiempo, dificultar la recuperación de una población o conducir a su agotamiento. El enfoque más sencillo es desarrollar un punto de referencia de captura incidental basado especialmente en los datos de abundancia.

Calculando los puntos de referencia: Remoción biológica potencial (ejemplo de los EE. UU.)

En los EE. UU., las enmiendas de 1994 a la Regla MMPA exigían el uso de un punto de referencia, conocido como el nivel de la remoción biológica potencial (PBR, por sus siglas en inglés), para evaluar el impacto de la mortalidad causada por el hombre sobre las poblaciones de mamíferos marinos. El objetivo general es evitar que el tamaño poblacional caiga por debajo de su población sostenible óptima, definida como el valor situado entre el nivel de productividad neta máxima (MNPL, por sus siglas en inglés) y el número máximo de ejemplares que el ambiente puede sustentar. El PBR refleja un cálculo científico de un nivel de captura incidental que permite a las poblaciones regenerarse y mantenerse por encima de sus MNPL.

El primer paso es comprender la estructura de las poblaciones de mamíferos marinos o de las poblaciones independientes (y manejables) de mamíferos marinos. Luego, el nivel de PBR se puede calcular mediante una ecuación matemática que incluye una estimación mínima de abundancia, una estimación de la tasa máxima de aumento de la población y un factor de recuperación. Los administradores de los EE. UU. definen la estimación mínima de abundancia como el percentil 20.^{avo} de una estimación de abundancia. Basado en este umbral, las poblaciones cuya mortalidad es igual o inferior al nivel de PBR calculado deberían mantener el MNPL o recuperarse hasta ese nivel con una probabilidad del 95 %. En los EE. UU., una población se designa como “estratégica” si el nivel de la mortalidad anual causada por el hombre excede el PBR, lo que posiblemente expone a las pesquerías a exigencias de reducción de la captura incidental.

EVALUACIÓN

Puntos de referencia (ej., PBR)

.....
Alternativas al PBR

Métodos de evaluación alternativos

En [Can we manage marine mammal bycatch effectively in low-data environments?](#) (Punt et al. 2021), el grupo de trabajo explora métodos alternativos para calcular puntos de referencia de captura incidental que se puedan utilizar en distintos escenarios. En situaciones en las que los datos son insuficientes, se pueden calcular puntos de referencia alternativos, aunque inferiores y más variables que el nivel de PBR, según las tendencias registradas en la abundancia (en lugar de estimaciones de abundancia). En situaciones en las que se dispone de una gran cantidad de datos, el cálculo del nivel de PBR puede ser más robusto a través de la incorporación de múltiples estimaciones de abundancia.

A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES, ACTUAR PARA ORIENTAR LA REDUCCIÓN DE LA CAPTURA INCIDENTAL

Los resultados de las evaluaciones de la captura incidental de mamíferos marinos pueden ayudar a establecer prioridades para la mitigación de la captura incidental. A partir de allí, se pueden desarrollar e implementar planes de manejo, y su progreso para la recuperación de las poblaciones disminuidas se puede monitorear en el tiempo.

ACCIÓN

Priorizar las pesquerías

Mitigar

Paso 1: Priorizar las pesquerías para la reducción de la captura incidental

Priorizar las pesquerías para la reducción de la captura incidental es crítico dado que la mayoría de los países (incluyendo los EE. UU.) no tiene los recursos suficientes para abordar de manera simultánea todos los problemas que acarrea la captura incidental. En los EE. UU., por ejemplo, se asigna una alta prioridad a las pesquerías donde la mortalidad de la captura incidental supera el nivel de PBR. Las pesquerías con prioridad media son aquellas en las que los niveles de captura incidental superan el 50 % del PBR (pero cuyo nivel aún es menor que el PBR). Las poblaciones de mamíferos marinos cuyo tamaño poblacional ya es bajo, así como aquellas que disminuyen más rápidamente, reciben una consideración adicional.

CUADRO 2. HERRAMIENTA DE EXPLORACIÓN DEL IMPACTO DE LA CAPTURA INCIDENTAL DE MAMÍFEROS MARINOS

El grupo de trabajo reconoce que, en muchos lugares, no se cuenta con datos de buena calidad sobre abundancia y captura incidental que permitan establecer prioridades. En tal sentido, el grupo desarrolló la [Herramienta de exploración del impacto de la captura incidental de mamíferos marinos](#) (MMBIET, por sus siglas en inglés) (Siple et al. 2022), una aplicación de la Web y un paquete de software complementario que les permite a los administradores proyectar tendencias de poblaciones de mamíferos marinos con diversos niveles de captura incidental. Dichas proyecciones se pueden utilizar para comprender mejor el riesgo de captura incidental en términos de los niveles de disminución esperados y de la recuperación de las poblaciones en el largo plazo. Los valores que proporcione esta herramienta no solo tendrán la robustez de las entradas de datos, sino que la MMBIET les permitirá a los usuarios explorar diversos escenarios de captura incidental, según sus objetivos.

Paso 2: Mitigar la captura incidental de mamíferos marinos

Una vez identificadas las prioridades, los administradores deben establecer objetivos medibles para reducir la captura incidental. Un objetivo razonable es reducir la captura incidental bajo el punto de referencia. Sin embargo, un factor importante al establecer un objetivo es tener en cuenta la incertidumbre en torno a las estimaciones de abundancia y captura incidental. En los EE. UU., por ejemplo, si bien el objetivo inmediato es reducir la captura incidental por debajo del PBR, el objetivo a largo plazo es reducirlo aún más (al menos al 10 % del PBR) para asegurar la recuperación de la población. En [Robustness of potential biological removal to monitoring, environmental, and management uncertainties](#) (Punt et al. 2020), el grupo de trabajo amplía la comprensión de las consecuencias de las incertidumbres para el manejo, como por ejemplo los cambios catastróficos en la abundancia y las variaciones espaciales en la implementación del PBR.

También es posible mitigar el impacto sin haber realizado una evaluación de la captura incidental. Aquí, el principal desafío es determinar qué grado de mitigación se requiere al no existir un punto de referencia con el cual comparar. Por último, los administradores deben implementar medidas

de monitoreo para evaluar si las acciones de mitigación cumplieron los objetivos de conservación o recuperación de manera satisfactoria. Los factores clave para diseñar programas de monitoreo son la oportunidad y el tamaño muestral necesarios para detectar cambios en la tasa de captura incidental. Luego, la efectividad de las medidas de mitigación debe ser evaluada con intervalos regulares para asegurar la reducción de la captura incidental en el tiempo.

OPCIONES DE MÉTODOS:

Al seleccionar las opciones de mitigación, los administradores deben sopesar una cantidad de factores que pueden variar según la especie, la pesquería y la ubicación, incluyendo el potencial de efectividad, el posible desplazamiento de las poblaciones de mamíferos marinos, la factibilidad y el costo de la implementación y aplicación, así como la seguridad de los pescadores:

- Cierre espacio/temporal (de "puntos calientes" de sobreposición entre pesquerías y mamíferos marinos)
- Prohibición del uso de artes de pesca de alto riesgo
- Cambio de arte de pesca de alto a bajo riesgo
- Modificación del arte de pesca para eliminar o reducir la amenaza (p. ej., incorporar alarmas acústicas para disuadir a los mamíferos marinos)



CONCLUSIÓN

La mera magnitud de administrar la captura incidental en todo el mundo puede parecer desalentadora. Pero con la mirada en el horizonte, las disposiciones para las importaciones de la Regla MMPA crean la oportunidad para lograr avances significativos de conservación de las poblaciones de mamíferos marinos en todo el mundo. Este grupo de trabajo ha proporcionado una guía práctica que les permite a los administradores evaluar la abundancia y la captura incidental, así como establecer prioridades, además de un marco de trabajo conceptual para reducir la captura incidental como el que ha sido implementado en los EE. UU. Esperamos que estos productos contribuyan al desarrollo y la divulgación de medidas efectivas de mitigación de captura incidental para reducir la principal fuente de mortalidad de mamíferos marinos causada por el hombre.

PRODUCTOS REFERIDOS DEL GRUPO DE TRABAJO DE CAPTURA INCIDENTAL DE MAMÍFEROS MARINOS

Resumen de las mejores prácticas

Wade, P.R., Long, K.J., Francis, T.B., Punt, A.E., Hammond, P.S., Heinemann, D., Moore, J.E., Reeves, R.R., Sepúlveda, M., Sullaway, G., Sigurðsson, G.M., Siple, M.C., Víkingsson, G.A., Williams, R., Zerbini, A.N. (2021). *Best practices for assessing and managing bycatch of marine mammals*. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.757330>

Estimación de la abundancia y la captura incidental

Hammond, P.S., Francis, T.B., Heinemann, D., Long, K.J., Moore, J.E., Punt, A.E., Reeves, R.R., Sepúlveda, M., Sigurðsson, G.M., Siple, M.C., Víkingsson, G., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2021). *Estimating the abundance of marine mammal populations*. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.735770>

Moore, J.E., Heinemann, D., Francis, T.B., Hammond, P.S., Long, K.J., Punt, A.E., Reeves, R.R., Sepúlveda, M., Sigurðsson, G.M., Siple, M.C., Víkingsson, G.A., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2021). *Estimating bycatch mortality for marine mammal stock assessment: Concepts and best practices*. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.752356>

Cálculo de puntos de referencia y escenarios de captura incidental

Punt, A.E., Siple, M.C., Francis, T.B., Hammond, P.S., Heinemann, D., Long, K.J., Moore, J.E., Sepúlveda, M., Reeves, R.R., Sigurðsson, G.M., Víkingsson, G.A., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2020). *Robustness of potential biological removal to monitoring, environmental, and management uncertainties*. *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa096>

Punt, A.E., Siple, M.C., Francis, T.B., Hammond, P.S., Heinemann, D., Long, K.J., Moore, J.E., Sepúlveda, M., Reeves, R.R., Sigurðsson, G.M., Víkingsson, G., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2021). *Can we manage marine mammal bycatch effectively in low-data environments?* *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13816>

Siple, M. C., Punt, A. E., Francis, T. B., Hammond, P. S., Heinemann, D., Long, K. J., Moore, J., Sepúlveda, M., Reeves, R. R., Sigurðsson, G. M., Víkingsson, G.A., Wade, P.R., Williams, R., & Zerbini, A. N. (2022). *mmrepoints: Projecting long-term marine mammal abundance with bycatch*. *Journal of Open Source Software*, 7(71), 3888. <https://doi.org/10.21105/joss.03888>

Aplicaciones de estudio de caso: Islandia y Chile

Punt, A.E., Siple, M.C., Sigurðsson, G.M., Víkingsson, G., Francis, T.B., Granquist, S.M., Hammond, P.S., Heinemann, D., Long, K.J., Moore, J.E., Sepúlveda, M., Reeves, R.R., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2020). *Evaluating management strategies for marine mammal populations: an example for multiple species and multiple fishing sectors in Iceland*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0386>

Punt, A.E., Sepúlveda, M., Siple, M.C., Moore, J.E., Francis, T.B., Hammond, P.S., Heinemann, D., Long, K.J., Oliva, D., Reeves, R.R., Sigurðsson, G.M., Víkingsson, G.A., Wade, P.R., Williams, R., Zerbini, A.N. (2021). *Assessing pinniped bycatch mortality with uncertainty in abundance and post-release mortality: A case study from Chile*. *Fisheries Research*. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105816>

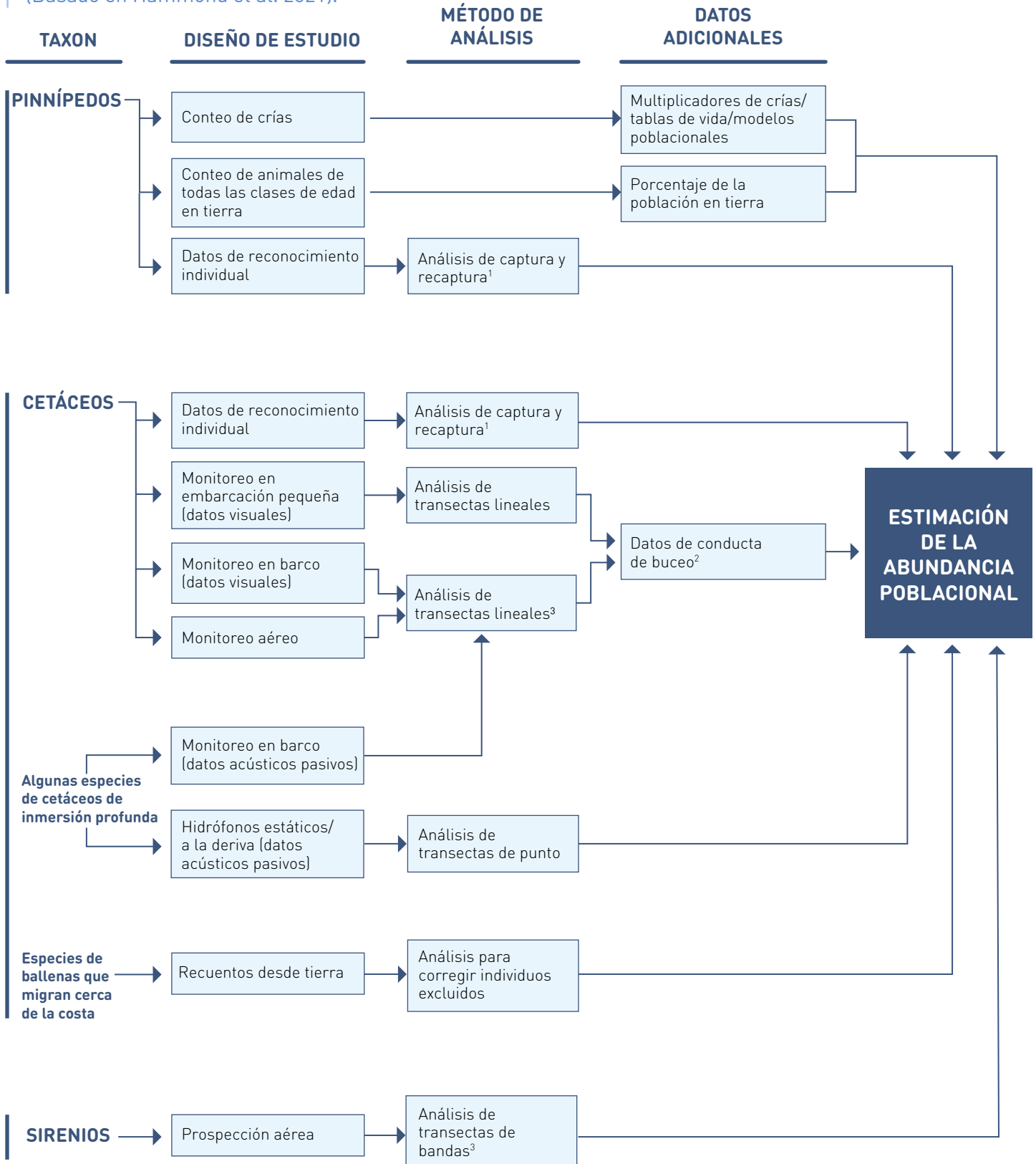
Páginas web clave

Foro de Modelación Oceánica: <https://oceanmodelingforum.org/working-groups/marine-mammal-bycatch-working-group/>

Lenfest Ocean Program: <https://www.lenfestocean.org/en/research-projects/developing-recommendations-to-estimate-bycatch-for-the-marine-mammal-protection-act>

APÉNDICE 1. ÁRBOL DE DECISIONES PARA ESTIMAR LA ABUNDANCIA

Flujo de información y actividades para estimar la abundancia de poblaciones de mamíferos marinos (Basado en Hammond et al. 2021).



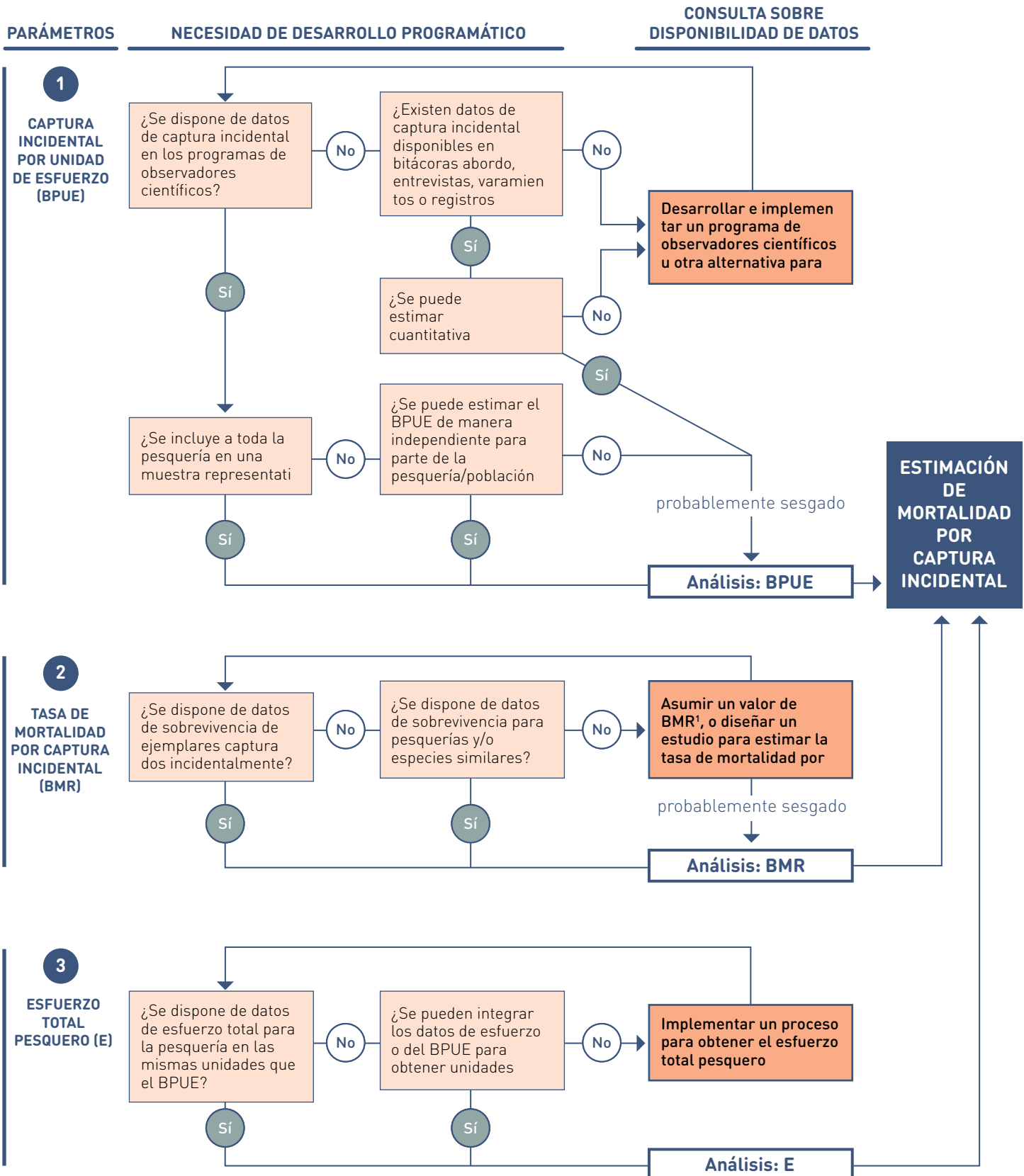
1. Corregir de acuerdo a la proporción identificable de la población, según corresponda.

2. Para corregir por sesgo de disponibilidad, según corresponda.

3. Se pueden incorporar correcciones por sesgo de percepción (con equipos dobles de observadores) y de disponibilidad (dependiente del método empleado).

APÉNDICE 2. ÁRBOL DE DECISIONES PARA ESTIMAR MORTALIDAD POR CAPTURA INCIDENTAL

Estimación de los componentes de la mortalidad por captura incidental (basado en Moore et al. 2021): Captura incidental por unidad de esfuerzo (BPUE, por sus siglas en inglés), tasa de mortalidad por captura incidental (BMR, por sus siglas en inglés) y esfuerzo pesquero total (E, por sus siglas en inglés).



1. Use un valor precautorio; por lo general, 1.