Evitemos la pesca fantasma · Protocolo de actuación (2)

Protocolo para la detección y extracción de aparejos de pesca perdidos en el Mediterráneo

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Título: **Protocolo para la detección y extracción de aparejos de pesca perdidos en el Mediterráneo**

© Generalitat de Catalunya
Direcció General de Política Marítima i Pesca Sostenible
Web: http://agricultura.gencat.cat

1a edición: Noviembre 2017
2a edición: Agosto 2020
3a edición: Noviembre 2021

Coordinación:
Joan Ylla y Sergi Rasero
Direcció General de Política Marítima i Pesca Sostenible, Generalitat de Catalunya.

Dirección y realización:
Bernat Hereu y Júlia Ortega
Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales, Universidad de Barcelona.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores del mismo, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que soportan económicamente el proyecto.

En caso de utilización total o parcial de este documento, citar como:

> Hereu, B., Ortega, J. & Ylla, J., 2021. Protocolo para la detección y extracción de aparejos de pesca perdidos en el Mediterráneo. Direcció General de Política Marítima i Pesca Sostenible, Generalitat de Catalunya y Universitat de Barcelona. 38 pp.

BY NC ND

Índice

1. Introducción 5
2. Impactos de los APP 8
   2.1. Efectos directos sobre la pesca 8
   2.2. Impactos físicos sobre el fondo 9
   2.3. Efectos indirectos sobre los ecosistemas 9
   2.4. Impactos económicos y sociales 10
3. Tipos de aparejos y su potencial impacto 11
   3.1. Redes 11
   3.2. Modalidades de marisqueo 12
   3.3. Aparejos de anzuelo 13
4. Detección y extracción de aparejos de pesca perdidos 15
   4.1 Tipos de actuaciones de extracción 16
   4.2. Reconocimiento y recogida de información 17
   4.3. Análisis de conveniencia de la intervención, y posibles contingencias 20
   4.4. Retirada de los aparejos de pesca perdidos 22
      4.4.1. Consideraciones previas 22
      4.4.2. Procedimiento de retirada del APP 23
      4.4.3. Principales peligros de la extracción del APP 25
   4.5. Desguace / Reciclaje 27
   4.6. Documentación 27
   4.7. Mantenimiento y restauración de especies y hábitats 28
5. Referancias 29

ANEXO 1. Formulario de localización e información sobre aparejos de pesca perdidos 33
ANEXO 2. Formulario de recogida de información de retirada de aparejos de pesca perdidos 35

Protocolo para la detección y extracción de aparejos de pesca perdidos en el Mediterráneo

1. Introducción

Los aparejos de pesca perdidos (APP) se han convertido en una problemática creciente para la conservación de los ecosistemas marinos y su aprovechamiento sostenible (Macfadyen et al., 2009). A nivel mundial, se estima aproximadamente el 10% de la basura marina en volumen son APP (Macfadyen et al, 2009) y que son el principal tipo de desechos marinos sumergidos (NOAA Marine Debris Program, 2015).

Aunque los aparejos de pesca se han abandonado, perdido o descartado desde que se empezó a pescar, el uso de materiales sintéticos, el aumento del esfuerzo pesquero y la posibilidad de acceder a zonas más distantes o fondas ligado al desarrollo tecnológico del sector, así como el uso de aparejos en zonas inadecuadas debido al descenso de las capturas, ha hecho que el alcance y repercusiones de los APP haya aumentado significativamente (Gilardi et al., 2010; Barbosa et al. , 2020; Gilman et al., 2020).

Los APP tienen importantes efectos sobre las especies y hábitats marinos, además de impactos sociales en los usos y gestión del territorio. Por una parte, los APP, a pesar de estar abandonados en el fondo, pueden seguir pescando durante mucho tiempo, y de forma muy eficiente, sin ningún control ni aprovechamiento de las capturas. Es lo que llamamos “pesca fantasma” (Butler et al., 2018; Link et al; 2019). Los APP pueden provocar también un importante efecto erosivo sobre las especies y hábitats bentónicos, muy sensibles a las perturbaciones físicas (Beneli et al., 2020; Donohue et al., 2001; FAO, 2010), además de la alteración de los fondos causada por la eliminación de especies estructurales, el efecto de ahogamiento debido a la reducción del hidrodinamismo, o una acumulación de sedimento que puede causar anoxia (Hall et al., 2000; Levin et al., 2009). Además, debido a su composición, los APP representan una fuente de contaminación e introducción de material sintético en la red alimentaria, una problemática que está siendo cada vez más evidente en los últimos años (Arthur et al., 2009; Hammer, Kraak and Parsons, 2012; Gilman et al., 2020).

Otro efecto importante, especialmente en la costa mediterránea donde existe un importante uso del medio marino para actividades recreativas, es el riesgo que suponen por la seguridad en la navegación o las actividades acuáticas, además de constituir un importante impacto visual por importantes actividades de recreo como desechos submarinos (Macfadyen et al., 2009; FAO, 2010).

Los motivos por los que los APP son abandonados son diversos, y generalmente tienen que ver con la forma de pesca, presiones operacionales o económicas, presiones espaciales o debido a condiciones ambientales (Barbosa et al., 2020; Macfadyen et al., 2009). Estas causas son aplicables a todas las modalidades pesqueras, tanto recreativa como profesional:

- **Abandono o no recuperación deliberada.** El abandono de los aparejos de pesca está relacionado con una mala práctica pesquera. Por una parte, la pesca ilegal, no declarada o no documentada es una causa, ya que el uso de artes no reglamentarias puede llevar a su abandono por razones no documentadas ni que suelen documentarse, pero que están relacionadas con el intento de los pescadores de no ser descubiertos. Otra causa es el abandono de aparejos cuando los pescadores no tienen tiempo suficiente, o cuando la recuperación es muy dificultosa, como cuando los aparejos se enrocan al fondo (Mac-Mullen et al., 2003; Santos et al., 2003).

- **Descarte de aparatos, o eliminación deliberada en el mar.** El descarte puede estar producido por el excesivo número de artes caladas, que puede derivar en su abandono por razones operativas o económicas de los propios pescadores, o debido a que la eliminación de artes viejas o dañadas en el suelo, que puede comportar un esfuerzo económico o logístico adicionales y puede hacer que los pescadores prefieran

eliminarlos deliberadamente en el mar (Macfadyen et al., 2009; Masonpour et al., 2018).

- **Pérdida accidental.** La pérdida accidental de aparejos de pesca puede ser causada por diversos motivos, como la interacción con otros aparejos de pesca con los que se enmarquen o se enganchen (Santos et al., 2003; Antonelis, 2013), el mal calado o señalización de los aparejos, especialmente si se hace sobre fondos irregulares o rocosos (Macfadyen et al., 2009), o a consecuencia de condiciones meteorológicas extremas o corrientes, que pueden desprender las artes o arrastrarlas hasta zonas rocosas donde se enrocan (Cho, 2009; Ayaz et al., 2010; FAO, 2010). Éste es un hecho no deseado por los pescadores, ya que comporta una pérdida económica correspondiente al valor del aparejo y el esfuerzo invertido en su confección y recuperación, además de dejar residuos que pueden dañar los fondos que, en definitiva, son su medio de vida.

En la última década, la preocupación por los efectos de los APP ha aumentado considerablemente, y diversas iniciativas a nivel internacional han abordado esta temática (Macfadyen et al., 2009; Kuemlangan et al., 2011).

Desde 2004, la Asamblea General de Naciones Unidas (UNGA en sus siglas en inglés) ha reconocido explícitamente la problemática de los APP y ha emitido una serie de resoluciones que han adoptado un gran número de organizaciones internacionales, incluyendo la Organización Marítima Internacional (IMO), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP) y organizaciones regionales de pesca (RFMOs). Estas directrices incluyen recomendaciones para que los Estados miembros identifiquen, cuantifiquen y reduzcan los impactos de la mortalidad de la pesca fantasma identificándolo como un objetivo en los planes de gestión pesquera, mejorar la información científica sobre la magnitud y las causas de ésta fuente de mortalidad, y desarrollando tecnología y programas para la evaluación y su mitigación (eg Macfadyen et al., 2009; Gilman et al., 2016).

Otras organizaciones no gubernamentales, como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN en sus siglas en inglés) identifican también a los APP como una problemática global y, en los últimos años, diversos grupos y asociaciones han llevado a cabo acciones de retirada de APP en diversas regiones del mundo (Lively & Good, 2019; Richardson et al. 2019, Richardson et al., 2019).

A nivel europeo, se han desarrollado varios proyectos de investigación financiados por la Unión Europea focalizados en el estudio del fenómeno, y en la búsqueda de herramientas para la mitigación y extracción de APP, ya sea centrado en la recuperación de redes descartadas o abandonadas por las pesquerías de aguas profundas, o focalizados en promover medidas concretas para preservar y mejorar el estado ecológico de los hábitats rocosos litorales (FANTARED II, 2001; Da Ros et al., 2016).

Así pues, debido a todos los efectos negativos que tienen los APP, existe una necesidad no sólo de tomar medidas para reducir la posibilidad de perder o abandonar los aparejos de pesca, sino también de reducir su número mediante su retirada y obtener información sobre sus impactos (Lively and Good, 2019; Richardson et al., 2019; Sulivan et al., 2019).

En la zona Mediterránea, los APP fueron reconocidos como una problemática de gran preocupación. A pesar de la falta de información, esta problemática se ha incorporado al Convenio de Barcelona con medidas específicas para hacer frente al Plan Regional para la Gestión de Basura Marina en el Mediterráneo (UNEP / MAP IG.21 / 9).

Se calcula que la pesca profesional suele generar la mayor cantidad de APP, con unas tasas de pérdida de menos del 1%, aunque debido a la falta de información no es posible evaluar de forma precisa la importancia relativa de esta amenaza (UNEP/MAP, 2015). Las pesquerías de artes menores son muy frecuentes en todas partes de la cuenca mediterránea, con más de 20.000 barcos implicados (http://firms.fao.org/firms/fishery/761/ca). Este tipo de pesca centra sus actividades en las zonas más litorales y someras, a menudo en costas rocosas, donde también se producen pérdidas de artes de pesca. A pesar de la abundancia de APP en las zonas litorales, existe muy poca documentación sobre su incidencia y sus efectos sobre las especies y los hábitats marinos.

Por otra parte, la mayoría de pescadores, patrones y marineros son bien conscientes de los daños e im-

pactos ambientales de los aparatos de pesca abandonados y perdidos y son enormemente positivos en lo que se refiere a su cooperación en el esfuerzo de minimizar estos problemas (MIO-ESCDE, 2015).

Las opciones de gestión para abordar la problemática de los APP pueden ser distintas, incluyendo la prevención, la información y las buenas prácticas (Macfayden et al., 2009). Sin embargo, una vez que los APP están presentes en los fondos marinos, la respuesta es recurrir a programas de recuperación y extracción.

A nivel teórico, se han identificado diversos aspectos clave a tener en cuenta en los programas de extracción: (i) la información sobre la ubicación precisa de los APP, (ii) la superficie reducida que puede cubrirse en las campañas, (iii) la poca eficiencia de la recuperación, (iv) el tiempo en que los APP permanecen en el mar y (v) el coste (UNEP/MAP, 2015). De la experiencia acumulada a lo largo de los años en el Proyecto Evitemos la Pesca Fantasma (2017-2021), se ha verificado que estos aspectos son clave para la viabilidad y éxito de los Programas de extracción.

En este documento, se pretende establecer un protocolo de retirada de APP en las costas de Cataluña, mediante la coordinación y participación de todas las partes implicadas (pescadores, administración y usuarios), en las diferentes fases de detección, recopilación de información, extracción y reciclaje.

Debido a la alta diversidad de actividades y usos del litoral en el Mediterráneo, los Programas de extracción deben concebirse como proyectos de colaboración donde la participación en las diferentes fases de todos los sectores implicados en el uso y conservación del litoral es clave para optimizar la consecución de los objetivos.

Los principales objetivos de este documento son:

- Adecuar el protocolo del programa de extracción de artes de pesca perdidos del litoral de Cataluña, con base en la mejor información disponible y la experiencia de más de 5 años de extracciones desde su primera edición.

- Reducir el número y la incidencia de APP sobre los fondos marinos de Cataluña.

- Garantizar una recopilación de información estructurada sobre la incidencia, el tipo y el número de APP; para elaborar una base de datos para la clasificación y análisis de la información obtenida de acciones de extracción y retirada, así como la determinación y cuantificación de sus efectos sobre las especies y fondos marinos.

- Contribuir al establecimiento de las bases para un protocolo de extracción de APP en el Mediterráneo.

- Sensibilizar sobre esta problemática a los diversos sectores implicados a través de éste y otros proyectos paralelos.

La recogida y análisis de la información servirá para poder detectar las principales causas y efectos de los APP, así como diseñar posibles herramientas de gestión que permitan minimizar este fenómeno y sus efectos sobre los fondos.

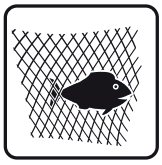
Este programa no sólo nos permitirá reducir el número de APP en los fondos marinos de Cataluña, sino que también nos permitirá evitar su incidencia en un futuro, mediante la retirada rápida de éstos a medida que aparezcan, y también mediante posibles medidas de mitigación derivadas el análisis de la información que se obtenga.

2. Impactos de los APP

Los APP no sólo tienen efectos directos en la pesca fantasma, sino que pueden provocar importantes impactos físicos en las especies que forman los hábitats bentónicos, y pueden tener también efectos negativos sobre las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el mar, ya sea por el peligro que implican para las actividades humanas, o por la pérdida de calidad y los servicios ecosistémicos que el mar nos proporciona.

2.1. Efectos directos sobre la pesca

Captura continuada de especies comerciales y no comerciales



Por una parte, la pesca fantasma puede afectar a especies tanto de interés pesquero como especies no comerciales (Adey et al., 2008; Uhlmann and Broadhurst, 2013), provocando un desperdicio de los recursos pesqueros, reduciendo así la sostenibilidad de la pesca y las oportunidades económicas del sector pesquero. La pesca fantasma afecta especialmente a las especies longevas con baja fecundidad que tienen una baja capacidad de recuperación, y que son particularmente sensibles a las perturbaciones antrópicas, como aves marinas (Good et al., 2009), tortugas (Meager and Limpus, 2012; Gilman et al., 2016), mamíferos marinos (Meager et al., 2012; Gilman et al., 2016), peces de vida larga incluyendo elasmobranquios (Filmalter et al., 2013), algunas de las cuales están consideradas en peligro, amenazadas o protegidas (Laist, 1997; Donohue et al., 2001).

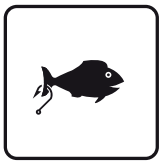
La pesca fantasma es especialmente problemática cuando está relacionada con algunos artes concretos, como las redes de trasmallo, las asas y otras artes de pesca pasiva, donde la captura se basa en el movimiento de los peces hacia el arte de pesca. Estos tipos de arte son los más usados en la zona litoral, y que tienen como uno de los objetivos principales las especies asociadas a los fondos rocosos.

Estos aparejos enrocados y abandonados pueden seguir pescando durante muchos meses, y de forma muy eficiente, ya que los peces que han quedado atrapados y muertos en las redes actúan como cebo por otros peces, que a la vez quedan atrapados, creando un mecanismo de retroalimentación que no se detiene hasta después de mucho tiempo, cuando la red colapsa en el fondo (FAO, 2010; Gilman et al., 2013; Link et al., 2019).

Además, la propia estructura de los APP actúa como atrayente de algunas especies, aumentando la concentración de los organismos y consecuentemente la eficiencia de la pesca fantasma (Mac-Mullen et al., 2003).

Aunque no hay datos concretos debido a la dificultad de cuantificarlo, a nivel global, las capturas totales de la pesca fantasma probablemente sean bajas comparadas con las de la pesca controlada (Brtowns et al., 2005), pero ha estimado que la pesca fantasma puede ser la causa de un alto porcentaje de las capturas accidentales en todo el mundo (Gilman et al., 2016). Algunos estudios estiman que cerca del 90% de las especies capturadas en los APP son de valor comercial (Al-Masroori et al., 2004), y que pueden provocar una importante pérdida económica para los pescadores. Otros ejemplos estiman la pérdida de la pesca de especies comercial en diferentes áreas entre un 1,5% o 5% (Sancho et al., 2003; Tschernij and Larsson, 2003) y hasta un 20 – 30% (Humborstad et al., 2003).

Lesiones y efectos subletales sobre los organismos



Algunos organismos, al interaccionar con APP pueden sufrir efectos subletales, como una reducción de la movilidad, que puede comprometerse su capacidad de alimentarse o escapar de depredadores, o causar heridas con las subsecuentes infecciones, que conjuntamente o de forma sinérgica pueden finalmente causar su muerte (Suuronen and Erickson, 2010; Gilman et al., 2013; Uhlmann and Broadhurst, 2013).

2.2. Impactos físicos sobre el fondo

Efecto erosivo

Normalmente las redes se enrocan en fondos rocosos, o son arrastradas hasta la costa donde chocan con fondos rocosos, y una vez enrocados, debido al movimiento del agua causado por los temporales y las corrientes, se van arrastrando sobre fondo, pegando y arrancando los organismos sésiles que viven en ella (Donohue et al., 2001; Dieter et al., 2003; FAO, 2010; Capdevila et al., 2016). Los hábitats de estos fondos (normalmente coralígeno, en el límite entre el sustrato rocoso y la plataforma sedimentaria) están formados por una gran cantidad de organismos de crecimiento lento y una estructura muy frágil, como algas calcáreas, gorgonias, briozoos, algas arborescentes etc., que son muy sensibles a cualquier perturbación física, y su recuperación muy lenta (Ballesteros et al., 2018; Beneli et al., 2020).

Este efecto es provocado tanto por las artes de pesca pasivos (redes, palangres...), pero también, y especialmente, por los artes de pesca activos, como redes de arrastre o de cerco. Los artes de pesca deportiva, como las líneas y anzuelos enrocados y cortados también pueden causar graves desperfectos en los hábitats bentónicos, ya que se pueden enredar sobre organismos sésiles como gorgonias, corales, algas u otros, causando su asfixia o rotura (Beneli et al., 2020; Ballesteros et al., 2018).

Ahogamiento

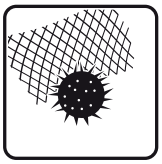
Los aparejos de pesca de gran envergadura pueden sepultar hábitats y/o especies provocando el aplastamiento de aquellas especies que se vean afectadas en el lugar donde se haya producido la pérdida o abandono del aparejo (Hall et al., 2000; Macfadyen et al., 2009).

Además, en segundo lugar, la presencia de APP sobre el fondo puede cambiar el microhábitat de los organismos bentónicos, alterando el régimen hidrodinámico y aumentando la acumulación de sedimento, que puede dar lugar a fenómenos de hipoxia, ya corto período de tiempo, pueden impedir que las especies y/o hábitats sepultados desarrollen actividades biológicas o intercambios físico-químicos para su supervivencia (por ejemplo, en praderas de fanerógamas, coralígeno, etc.) (Levin et al., 2009).

2.3. Efectos indirectos sobre los ecosistemas

Los efectos colaterales de la pesca, y especialmente los efectos indirectos de los APP, son difíciles de cuantificar debido a la dificultad e incertidumbre de inferir qué factores son los más determinantes al causar mortalidades sobre los organismos (Gilman et al., 2013).

Modificación de hábitats

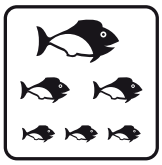


Los APP se pueden depositar y acumular en hábitats críticos o esenciales que pueden afectar a la dinámica y supervivencia de las especies y sus poblaciones, como áreas de reclutamiento o cría, zonas de alimentación, áreas de reproducción o rutas de migración (Gilman et al., 2021).

Además, la acumulación de APP puede causar cambios en la disponibilidad de alimento, ya sea reduciendo la disponibilidad de alimento o bien proporcionando recursos alimenticios no naturales debido a los organismos atrapados o asociados a los APP (Gilman et al., 2021).

En el caso de los APP que permanecen flotando en la deriva, pueden causar un efecto de agregación de especies de las áreas adyacentes, y alterar su comportamiento, su distribución espacial, alterar su dieta y finalmente su capacidad de supervivencia (Gilman, 2011; Dagorn et al., 2013).

Contaminación y Bio-acumulación



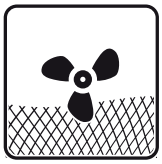
Aunque no está claro cuál es el destino de los APP a largo plazo, se estima que la durabilidad de los materiales que los componen es de hasta 600 años, dependiendo de las condiciones del agua, la penetración de la luz ultravioleta y el nivel de abrasión física (Macfadyen et al., 2009). Además, tampoco se conoce el efecto de los fragmentos derivados de la fragmentación de los APP, aunque los materiales sintéticos que los componen, incluyendo microplásticos, tóxicos derivados de las artes de pesca, o metales pesados como el plomo utilizado en las plomadas , representan una fuente de contaminación e introducción de material sintético en el ecosistema marino que se puede acumular en la red alimentaria (Arthur et al., 2009; Hammer, Kraak and Parsons, 2012; Gilman et al., 2016, Gilman et al., 2021).

Vector para especies invasoras

Los APP que no han caído al fondo y permanecen flotando durante mucho tiempo a la deriva, pueden acumular una gran cantidad de organismos vivos enganchados, y pueden ser una fuente de dispersión de especies invasoras que pueden causar importantes efectos negativos en los ecosistemas marinos (FAO, 2010; Gilman et al., 2021).

2.4. Impactos económicos y sociales

Efectos en la seguridad de las personas



Debido a que en las zonas costeras existe una gran actividad de ocio y turismo relacionada con los fondos marinos, los APP pueden suponer impacto real o potencial para la seguridad en la navegación y actividades náuticas y turísticas, tanto en zonas costeras como en mar abierto. Los APP flotantes pueden enredarse con las hélices de los barcos, causando desperfectos y suponiendo un riesgo para la navegación y un peligro para la seguridad (FAO, 2010: Gilman et al., 2021). Además, los APP al fondo representan un riesgo potencial para la seguridad de los bañistas y submarinistas, que pueden interactuar con estos restos.

Pérdida de calidad y disfrute de las zonas costeras

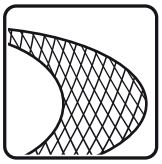
No son de descartar los efectos sociales o sobre otros sectores como el turístico que provocan los APP, ya sea debido a los efectos negativos sobre las especies y ecosistemas, o por los efectos visuales que provocan los APP como desperdicios sobre el fondo. El disfrute de la naturaleza, y especialmente de la zona costera, es una actividad de primer orden por parte de gran parte de la población, siendo una fuente de riqueza a través del turismo. La presencia de APP puede tener un efecto muy negativo sobre estas actividades, ya que la percepción de la naturaleza de los usuarios puede verse afectada negativamente por la presencia de APP (Gilman et al., 2021).

3. Tipos de aparejos y su potencial impacto

Debido a las diferentes configuraciones y materiales de construcción, los diversos aparejos de pesca utilizados en cada modalidad pesquera, pueden interferir de forma diferente con las especies y hábitats y tener diferentes impactos. Además, la técnica de extracción de cada aparejo también será distinta teniendo en cuenta sus características. Los aparejos de pesca más comunes en la costa mediterránea son los que se describen a continuación.

3.1. Redes

Aparejos de arrastre



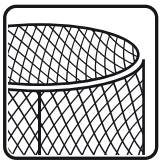
El arrastre utiliza un aparejo de pesca llamado buey. El buey es un aparejo en forma de saco cónico, que termina con una pieza llamada golpe, donde se acumula el pez. El tamaño de la malla es variable, siendo mayor en la parte de las bandas y menor en la parte del golpe. Esta red es arrastrada por una embarcación con dos cables que une cada lado del arte que, mediante dos dispositivos de plancha de acero llamados “puertas”, mantienen la boca de la red abierta mientras arrastra sobre el fondo, atrapando así a todos los especímenes que se encuentran a su paso.

El aparejo de arrastre se compone de los siguientes aparatos, que pueden aparecer en el fondo marino: red, cabos o cuerdas de fibra sintética, cables de acero, plomos, cadenas de acero, puertas de acero o grilletes de acero, flotadores. Debido al elevado valor económico de las artes, en caso de pérdida habitualmente los pescadores tratan de recuperarlos en la medida de lo posible.

El hilo multifilamento sintético usados en las redes de arrastre son de mayor diámetro de los usados en artes de pesca pasivos y en los de cerco y es visible o tiene un tamaño tal que los peces pueden detectarlo, lo que reduce la pesca fantasma. No obstante, el efecto mayor que tienen estas artes es el efecto erosivo cuando se quedan enganchadas a fondos rocosos o, en caso de que se despeguen, cuando son llevadas por corrientes a zonas costeras.

Impactos sobre el fondo: *captura, lesiones, erosión, ahogamiento, modificación hábitats, bioacumulación, dispersión, seguridad, disfrute*.

Cerco



El cerco consiste en redes de hilo grueso de dimensiones máximas de 300 metros de alargada y 80 metros de altura, con flotadores en la parte superior y plomada en la parte inferior. La pesca se hace de noche, y consiste en la detección de muelas de pescado mediante equipos electrónicos de tipo sonar y su concentración aprovechando el efecto de atracción de la luz intensa de una embarcación auxiliar, el bote de luz.

Una vez agregado el pescado, la embarcación principal envuelve la muela con la red, que seguidamente se cierra por la parte inferior, de forma que el pez queda cerrado entre la superficie y la red. Una vez cerrado el pescado, la red comienza a cobrarse hasta que la bolsa es lo suficientemente pequeña para extraer el pescado. Con este sistema se captura pez azul y otras especies comerciales pelágicas.

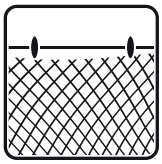
El cerco se compone de los siguientes aparatos que pueden aparecer en el fondo marino: red, cabos o cuerdas de fibra sintética, plomos (cilíndricos o cónicos) o bien una cadena de acero, anillas o grilletes de acero, boyas o flotadores.

Son redes muy pesadas, de hilo fino, pero de mallas muy densas, que cuando se pierden o abandonan quedan sobre el fondo, causando un importante impacto por erosión u ahogo en fondos rocosos. Debido al

sistema de calado y su elevado coste, no es habitual encontrarlos. Por otro lado, en caso de engancharse accidentalmente al fondo, generalmente el pescador intenta recuperarlos en la medida de lo posible y, por tanto, pueden encontrarse fragmentos del arte.

Impactos sobre el fondo: *erosión, ahogamiento, modificación hábitats, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

Aparejos menores



Estos aparejos llamados menores, a diferencia del arrastre y cerco donde se captura el pescado activamente atrapándolo con la red, son artes llamados pasivos, ya que se necesitan de forma fija sobre el fondo y es el pez que se queda atrapado.

Estos aparatos son cerraduras de red, con flotadores en la parte superior y plomada en la parte inferior, de forma que quedan dispuestos perpendicularmente sobre el fondo. El tamaño de las redes de artes menores puede variar, pero pueden tener hasta 5000 metros de alargada y suelen tener como máximo 4 metros de altura, aunque excepcionalmente pueden llegar hasta los 30 metros de altura. El tamaño de la malla también es variable según la especie que se quiera atrapar, o su tamaño, pero siempre superior a 4 cm.

Las redes de enmalle son aparejos formados por una sola cerradura de red, de forma que los peces quedan atrapados, de forma que se puede seleccionar el tamaño y la especie con el tamaño de la malla.

El trasmallo es un aparejo compuesto por tres cerraduras de red de nylon, colocados superpuestos y montados sobre el mismo aparejo. La red central tiene una malla más pequeña, mientras que las externas tienen una malla mucho mayor, de forma que cuando el pez choca con la red central queda atrapado en las bolsas que se forman con las mallas externas. Suelen ser más cortos y menos altos que las redes de enmalle.

El bolero es considerado un arte mixto de suelta y trasmallo. Se suele calar de forma que la corriente abate ligeramente la parte superior de forma que los peces que nadan contracorriente se ven dirigidos hacia el trasmallo donde se atascan o bien quedan atrapados por las ganancias (emmallados) en la suelta superior.

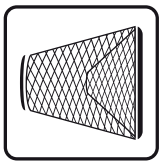
Estos aparejos se componen de los siguientes aparatos, que pueden aparecer en el fondo marino: red de monofilamento de nylon, o de multifilamento de fibra sintética de varias cerraduras, cabos o cuerdas de fibra sintética, plomos, muertos o ancla para sujetar el arte al fondo, boyas o flotadores.

Éstos suelen ser costeros y de poca profundidad, y se necesitan preferentemente cerca de zonas rocosas, hecho que hace que sea uno de los aparejos que más se pierda debido a que se enganchan en las formaciones rocosas del fondo (enrocar).

Impactos sobre el fondo: *captura, lesiones, erosión, ahogamiento, modificación hábitats, bioacumulación, dispersión, seguridad, disfrute*.

3.2. Modalidades de marisqueo

Trampas

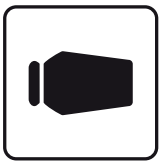


Las trampes es un aparejo de pesca pasivo y, como el caso de las redes de artes menores, se suelen enrocar o pueden perderse debido a condiciones meteorológicas adversas. Este aparejo está formado por una estructura rígida metálica, recubierta de malla plástica. Tiene forma variable, con uno o más orificios de entrada en forma de embudo que hace muy difícil la salida de la presa cuando ha entrado en su interior atraído por un cebo o un enramado. Hay multitud de tipos de asas, tamaños y variantes para cada especie objetivo (peces, sepia, camarón, nécora, langosta, bogavante, pulpo). Las asas se componen básicamente de las siguientes partes, que pueden aparecer en el fondo marino: caboss o cuerdas de fibra sintética, estructuras de hierro o madera, lastres de plomo, acero u hormigón y cerraduras de malla de plástico de distinto grosor y diámetro. Estos tipos de apa-

rejos de pesca, si son perdidos o abandonados, pueden afectar a diversas especies comerciales como peces, crustáceos o cefalópodos (Butler et al., 2018; Lively & Good, 2019).

Impactos sobre el fondo: *captura, lesiones, erosión, ahogamiento, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

Alcatruces



El alcatruz es un arte de pesca pasivo formado por vasijas de barro o plástico que se colocan en el fondo marino amarrados con un cabo para la captura de pulpos. El aparejo se cala en largas líneas de multitud de unidades que se depositan sobre el fondo marino. Los pulpos buscan refugio en su interior, resistiéndose a salir incluso cuando el aparejo es extraído y se encuentra a bordo de la embarcación.

Impactos sobre el fondo: *erosión, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

Otros artes de marisqueo

Trampas de marisqueo. Esta técnica consiste en el arrastre a muy poca velocidad (algunos metros por minuto) de las jaulas sobre fondos arenosos y de poca profundidad. Mediante una embarcación anclada se recoge el cable que va arrastrando una jaula, estructuras metálicas con pinchos y depresores en la parte inferior que hacen que se claven en el fondo arenoso, haciendo que se arrastren por el fondo marino y extraigan del sustrato los bivalvos ligeramente enterrados en la arena.

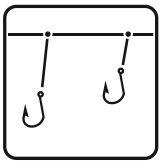
Rastrillo de cadenas. Este arte, especialmente empleado para la captura de tornillo de pinchos, está formado por un saco de red con un armazón metálico para abrir la boca. En la parte inferior del saco se añaden una serie de cadenas que golpean el fondo y levantan el tornillo haciéndolo entrar en el saco y acumulándolo en el extremo final o golpe. Éste es un tipo de pesca muy restrictivo que se practica en zonas determinadas. Actualmente sólo se practica en la zona del delta del Ebro.

Impactos sobre el fondo: *captura, lesiones, erosión, ahogamiento, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

3.3. Aparejos de anzuelo

Usados tanto en pesca deportiva como profesional, son aparejos que, mediante un señuelo natural o artificial, atrapan varias especies de peces al quedar estas enganchadas por la boca al anzuelo. Hay multitud de variantes, pudiendo ser el aparato de una sola línea y anzuelo o de varias líneas y anzuelos unidos a una línea madre principal. Se ha observado que los hilos de pesca son especialmente perjudiciales para especies ramificadas como el coral, ya que se quedan fácilmente enganchadas (Beneli et al., 2020; Ballesteros et al., 2018; Yoshikawa et al., 2004).

Palangres



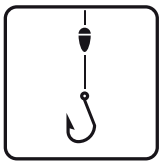
Se trata de una modalidad de pesca profesional pasiva donde se cala una línea muy larga llamada “madre”, del cual cuelgan a tramos iguales unos hilos más de 1,5 a 3 metros de largo llamados “brazoladas”, en el extremo de los cuales se ha empatado un anzuelo del tamaño adecuado a la especie de pez que se quiere capturar.

Existen diversas modalidades de palangre según el tipo de ambiente y especies objetivo. En los palangres de fondo la madre, las brazoladas y los anzuelos se distribuyen a lo largo del fondo y se utilizan para la pesquera de merluza y otras especies de peces de gran profundidad. Hay también palangres de fondo de menor tamaño que se utilizan generalmente cerca de la costa, que reciben el nombre de “palangrones”. Los palangres de piedra bola son aquellos en los que se distribuyen a lo largo de la madre y flotadores. De esta manera se consigue que la madre dibuje un zigzag en profundidad y que los anzuelos puedan capturar especies diversas de peces correspondientes a varias profundidades.

En los palangres de superficie, la madre y los anzuelos se distribuyen a nivel de la superficie del mar y capturan aquellas especies de peces pelágicos de gran talla que se desplazan durante sus migraciones.

Impactes sobre el fons: *captura, lesiones, erosión, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

Pesca recreativa

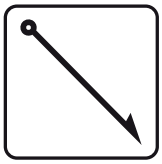


Aparejos generalmente utilizados en la pesca recreativa o deportiva. La caña recoge un filamento de nylon que en un extremo tiene uno o varios anzuelos con cebo natural o artificial, y normalmente con un plomo que sirve para mantener los anzuelos en profundidad. El anzuelo puede mantenerse sobre el fondo, en sus proximidades, en superficie mediante un pequeño flotador, oscilar vertical u horizontalmente entre aguas o ser arrastrado desde una embarcación (curricán). Hay una gran variedad de tipos de filamentos, anzuelos, cebos y plomadas. Con estas técnicas se pescan multitud de especies de peces, normalmente muy específicas dependiendo del tamaño del anzuelo y el tipo de cebo.

Las diferentes modalidades de pesca con caña se componen básicamente de los siguientes aparatos, que pueden aparecer en el fondo marino: cabos de nylon o plástico o acero, plomos o lastres, varillas y coronas de acero o plomo, tiras de diferentes grosores y longitudes (algunos de varios cientos de metros) y anzuelos, de acero inoxidable y de muy diverso espesor y longitud.

Impactos sobre el fondo: *captura, lesiones, erosión, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

Otras técnicas de pesca



Fitora. La fitora son herramientas con la asta de madera, aluminio o fibra de vidrio, con una punta metálica en su extremo. Los extremos pueden tener una sola punta metálica, ya sea recta o curvada, o forma de tridente. Éstas son utilizadas para atrapar especies o bien desde la costa a pie o en apnea, generalmente para la recolección de moluscos cefalópodos. La fitora es utilizada también como complementos de soporte a la pesca a la hora de acercar peces capturados a la embarcación para subirlos a bordo.

Arpón. El fusil submarino es un aparato de pesca recreativa/deportiva diseñado para atrapar fácilmente la especie objetivo, principalmente peces. Algunos son de aspecto similar a una escopeta o rifle, y su funcionamiento se basa en la proyección de un arpón o lanza que atraviesa en la presa, propulsado mediante gomas tensadas o aire comprimido. La punta del arpón está equipada con barbas o púas que sostienen a la presa cuando es arponeada. Los materiales de construcción más frecuentemente utilizados en el fusil son el aluminio, fibra de carbono y madera. Los arpones están fabricados en acero.

Tanto el arpón como los materiales que se utilizan para su proyección y recogida pueden desprenderse (de forma casual o voluntaria), quedando en el fondo marino.

Impactos sobre el fondo: *erosión, bioacumulación, seguridad, disfrute*.

4. Detección y extracción de aparejos de pesca perdidos

Como se ha mencionado, el objeto del documento son los Aparejos de Pesca Perdidos (APP), entendidos, de acuerdo con el apartado 3 de este documento, como todos aquellos de pesca usados en la pesca deportiva o comercial que, por el motivo que sea, se encuentran abandonados en el medio marino (ver apartado 3).

La finalidad principal de este documento científico-técnico es reducir los impactos negativos sobre los ecosistemas marinos y minimizar los efectos de la actividad pesquera en el Mar Mediterráneo. Al mismo tiempo se pretende recopilar información para contribuir a evaluar su alcance. Así, además de concretar cómo debe efectuarse la retirada de APP para no impactar sobre el ecosistema, se define un procedimiento de aviso y recogida de información sobre APP. Este conocimiento adquirido será de gran utilidad para una mejor y más rápida retirada de APP.

Por otro lado, el protocolo también tiene el objetivo de hacer partícipe a todos los actores que de una u otra forma interaccionan con los ecosistemas marinos como vía para concienciar sobre una problemática no deseada por nadie y, así, poder reducirla sus efectos negativos.

Para alcanzar estos objetivos, la detección y retirada de artes de pesca perdidos deberá contar con la participación de distintos actores:

- **Administración pública:** En el caso de Cataluña, La Direcció General de Política Marítima i Pesca Sostenible del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Cataluña (DGPMPS), como competente en materia de pesca y actividades marítimas recreativas de la administración catalana. Esta administración será la responsable de analizar la conveniencia de la extracción conjuntamente con la comunidad científica, y en su caso, programar y participar en su extracción conjuntamente con los equipos de soporte subacuático.

Por otra parte, cuando proceda, es necesario tener presente el resto de administraciones públicas de ámbito territorial local como los gestores de áreas marinas protegidas, las entidades municipales y de otras administraciones públicas, ya que también pueden contribuir en todas las fases de ese protocolo.

- **Comunidad científica:** En el caso de Cataluña, serán los investigadores del proyecto *Evitemos la Pesca Fantasma*. Éstos, conjuntamente con la DGPMPS cuando proceda, serán los responsables del diseño y actualización de este Protocolo, diseñar la metodología de recogida y archivo de información sobre los APP detectados y analizar la conveniencia, o no, de la retirada de los APP localizados.

Asimismo, en su caso, será la encargada de realizar la diagnosis de cada actuación de retirada incluyendo una descripción de los impactos sobre los hábitats y especies afectadas.

- **Sector pesquero:** La participación del sector pesquero profesional, es un requisito básico para el éxito de esta iniciativa a largo plazo. En primer término, para evitar la pérdida de aparejos de pesca y, en caso de que tuviera lugar, su rápida retirada. Así, el aviso de la pérdida y localización de los aparejos perdidos permitirá una rápida recuperación y una minimización de los daños. Por otra parte, su colaboración en las tareas de extracción también puede contribuir al éxito de las actuaciones, ya sea a través de su conocimiento o con el soporte logístico, así como la concienciación del mismo. En cualquier caso, el éxito de la colaboración del sector a largo plazo radica en que ésta no implique ningún impacto económico sobre los pescadores.

- **Escafandristas de centros de inmersión, organizaciones sin ánimo de lucro y la sociedad civil en general:** La participación de las diversas personas, entidades y empresas en este proyecto a través de la localización de APP, soporte en las tareas logísticas de extracción y la difusión y sensibilización de la problemática es también fundamental para la lucha contra esta problemática y la conservación del patrimonio natural.

- **Los equipos de extracción públicos o privados:** Bomberos, unidades subacuáticas de los cuerpos de

seguridad y agentes rurales, empresas de trabajos subacuáticos, etc., serán los encargados de realizar las tareas subacuáticas de retirada. En cualquier caso, el personal actuante debe disponer de la formación suficiente para realizar reflotamientos en medio subacuático con seguridad, y habrá que seguir los protocolos de seguridad y de equipos establecidos por la normativa vigente. Asimismo, las tareas concretas a realizar vendrán determinadas por los criterios establecidos por los científicos y la administración.

En términos generales, por su potencial impacto sobre los ecosistemas marinos, la pesca y la seguridad de las personas, es necesario priorizar las actuaciones de retirada de APP relacionadas con redes abandonadas. Sin embargo, este Protocolo ofrece una serie de recomendaciones para la extracción de cualquier arte de pesca abandonado en el ecosistema marino y propone unas fichas de recogida de información para que, cualquier actuación que se realice al margen de las realizadas desde la administración pública, pueda contribuir a mejorar el conocimiento sobre esta problemática.

A continuación, se describen los pasos a seguir en las actuaciones de extracción, desde la detección hasta la retirada de un APP. Las actuaciones de detección, recogida de información, análisis de la situación, actuación para minimizar el impacto de la APP y, en su caso, la correcta gestión del residuo se resume en el siguiente cuadro (Figura 1). Por otra parte, estas actuaciones podrían ser complementadas con actuaciones de inspección, valoración de afectación y/o restauración del hábitat después de las actuaciones.

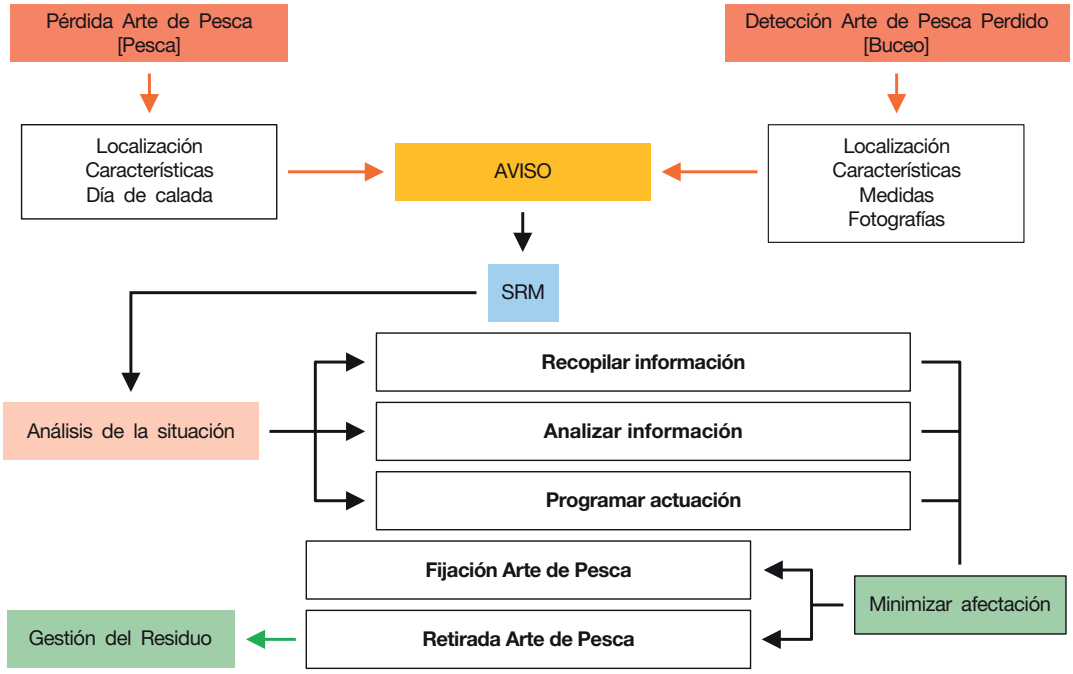


Figura 1. Cuadro resumen del protocolo de detección y extracción de aparejos de pesca abandonados.

4.1. Tipos de actuaciones de extracción

Dependiendo del tipo de APP, su estado, su potencial peligrosidad sobre las especies y hábitats o la seguridad de las personas, u otros factores, se pueden establecer diferentes prioridades en el momento de llevar a cabo las acciones de extracción de los APP. La urgencia o no de estas actuaciones determina dos estrategias que pueden aplicarse según convenga:

- **Campañas periódicas.** La forma más eficiente de utilizar los recursos en la extracción efectiva de APP es realizar campañas anuales de varios días de duración, en la que se extraen todos los APP avistados y localizados durante el año. Este procedimiento permite una mejor eficiencia en la extracción, puesto que la movilización de recursos y logística se concentra de forma que conociendo previamente su localización, en pocos días se pueden extraer un gran número de APP.

Este procedimiento permite minimizar el coste económico de la retirada, pero con riesgo de que, durante el tiempo transcurrido entre los primeros avisos y la retirada de la APP, éstos se hayan desplazado debido a corrientes o condiciones meteorológicas adversas y se dificulte su localización exacta. Además, los impactos de los APP, como la pesca fantasma, pueden acumularse a lo largo del tiempo hasta que no se retiran.

- **Actuación de tipo respuesta rápida.** Una vez recibido un aviso de avistamiento de aparejo de pesca perdido, se propone la programación de la actuación de retirada lo más inmediata posible. Aunque este procedimiento es menos eficiente en términos de costes ya que en una jornada sólo se retira el APP localizado, se aumenta la probabilidad de encontrar el APP en las coordenadas proporcionadas, minimizando sus efectos ya que el APP permanece menos tiempo sobre el fondo.

4.2. Reconocimiento y recogida de información

El primer paso para activar el Protocolo para la extracción de aparejos de pesca perdidos en el Mediterráneo es el aviso de su pérdida por parte de los pescadores y/o detección por observadores voluntarios, especialmente buceadores. En ambos casos, es necesario recoger toda la información posible sobre el APP para poder valorar debidamente cómo proseguir.

La información útil sobre la localización, las características de los APP y los tipos de fondos donde se encuentra, así como el material fotográfico, se especifica a continuación. En el Anexo 1 se presenta un formulario de recogida de información sobre la localización y características de los APP. Para activar el Protocolo, toda esta información deberá hacerse llegar al proyecto Evitemos la Pesca Fantasma o la administración pública.

- **Nombre del observador**

- **Contacto del observador**

- **Fecha de la observación o pérdida**

- **Lugar de avistamiento:**

  - Población/Zona
  - Coordenadas: longitud i latitud

- **Profundidad**

- **Tamaño del aparejo:** Longitud, anchura, tamaño de la malla (distancia máxima entre nudo y nudo con la malla estirada).

- **Tipo de APP:**

Tresmallo

Red de arrastre

Red de cerco

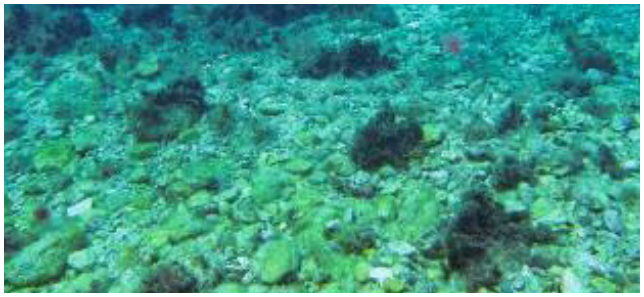
Trampas

Anzuelos y plomos

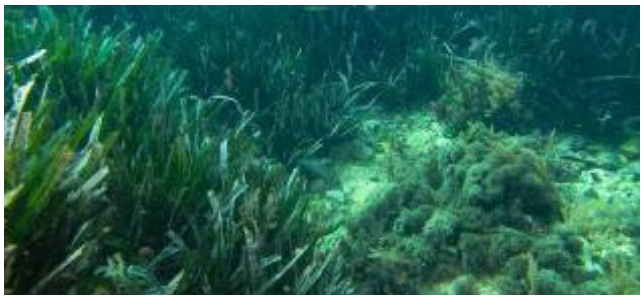
Hilos de pesca

- Tipos de fondo sobre el que se encuentra el APP (puede estar en más de uno):

Arena



Bloques de roca



Posidonia

Roca

Coralígeno

- Fijación sobre el fondo

Suelto sobre el fondo

Enredado en puntos localizados

Muy enredado al fondo

Enterrado

- Otros materiales asociados:

- Plomos
- Cuerdas
- Boyas
- Plásticos
- Hierros
- Cemento o roca

- Situaciones de riesgo: Identificar y especificar si existen posibles situaciones de riesgo, ya sea por el propio APP (en zonas de bañistas o de navegación, flotando total o parcialmente, etc.), o por su extracción (zona de poca visibilidad, corrientes, profundidad, etc.)

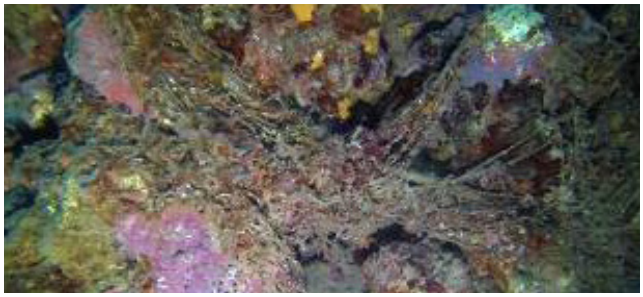
- Especies atrapadas: Si es posible, determinar si existen organismos atrapados (vivos o fallecidos) y en el caso de que se puedan identificar, especificar qué especies. En caso de que estén vivos, especificarlos.

- Peces
- Langostas u otros crustáceos
- Gorgonias
- Briozoos
- Algas calcáreas
- Otros

- Recubrimiento por organismos:

Sin o con poco recubrimiento

Recubierto por organismos



Recubierto por organismos y fusionado al fondo

- **Material fotográfico:** El material gráfico es de gran ayuda ya que permitirá poder realizar una primera diagnosis y planificar la extracción de los APP. Para poder tener una óptima visualización se recomienda que se realice una filmación o fotografías generales del arte en toda su alargada para poder tener información de su tamaño, disposición sobre el fondo y grado de fijación, así como identificar los puntos donde la APP se encuentra enganchada al fondo. Una serie de fotografías o filmación al por menor también puede dar información sobre el grado de recubrimiento del APP y de los puntos donde está fijado en el fondo que serán los más problemáticos a la hora de extraer el aparejo de pesca perdido.

- **Observaciones:** Cualquier otra información que pueda ser de interés para su identificación y extracción.

4.3. Análisis de conveniencia de la intervención, y posibles contingencias

La comunidad científica, junto con la administración pública, procederán al examen de la información recibida con el aviso respecto a un APP con el fin de determinar la viabilidad y conveniencia de su extracción. En caso de que la información recibida no sea suficiente para determinarlo, se podrá proceder a completar la información sobre la APP. En este sentido, la coordinación podrá ponerse en contacto con las personas que han dado el aviso y/o programar una inspección in situ sobre la APP. En caso de inspección directo, ésta tendrá los siguientes objetivos:

- Detectar, identificar y documentar el APP existente mediante fotografía y vídeo.

- Evaluar su estado, grado de fijación y cohesión con el fondo, diseñando un procedimiento para su extracción.

- Asegurarse de que la eliminación no comporta riesgos para las personas o el ecosistema.

En su caso, uno de los investigadores del proyecto Evitemos la Pesca Fantasma ayudará al equipo de extracción para contribuir a una evaluación de detalle de cualquier hábitat o especie protegida o particularmente interesante de la zona.

A partir de la información gráfica y documental recogida, se realiza un análisis de la conveniencia de la extracción del APP. La extracción de los APP sólo se realizará en caso de que los beneficios ambientales superen los daños que inevitablemente se producen sobre los hábitats bentónicos durante los trabajos de extracción y no suponga un peligro para la seguridad de las personas. En el proceso de toma de decisiones sobre la conveniencia de la extracción (Figura 2), es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones:

- Condiciones de seguridad para los buceadores. La eliminación del APP, especialmente si es de gran volumen y enredado en el fondo del mar, podría convertirse en una operación muy larga y complicada para los buceadores, incluso en las mejores condiciones ambientales. La protección de la salud de los buzos siempre es una prioridad, por tanto, APP sólo puede eliminarse si se cumplen los requisitos de seguridad. Por eso, en condiciones de mala mar, corriente (superficial o de fondo) o mala visibilidad no se procederá a la extracción.

- Las actividades de extracción no comprometerán la conservación de los organismos y hábitats marinos. En caso de que la extracción de la APP comporte un riesgo para los organismos y hábitats del fondo, y la extracción sea más perjudicial que los propios efectos de la APP, se recomienda dejarlo al fondo.

Para determinar si es ecológicamente conveniente extraer el APP se tendrá en cuenta el grado de recubrimiento por organismos y grado de fijación al fondo marino:

- Grado de fijación al fondo. El APP podría estar muy fijado en el fondo rocoso o en estructuras rígidas. En estos casos, y teniendo en cuenta las dificultades de su extracción, deberá considerarse no extraer la APP, o extraerlo parcialmente. En caso de que los APP, especialmente las redes, tengan diferentes tramos, algunos unos muy fusionados sobre el fondo o enrocados, y otros sueltos, se considera la posibilidad de extraer sólo los tramos más sueltos cortando en pedazos las artes.

- Grado de recubrimiento por organismos. Si el APP está muy recubierto por organismos (especialmente organismos calcáreos) la propia extracción de la red puede ocasionar una erosión que puede causar un grave impacto sobre el fondo, de forma que la extracción sería contraproducente, y en este caso es recomendable dejarla en el fondo.

En función de estos parámetros, los diferentes casos en los que podemos encontrar una red abandonada son los siguientes:

- Redes sin o con poco recubrimiento: en redes recientes perdidas, o que hace poco tiempo que se encuentran abandonadas en el fondo marino, comienzan a aparecer las primeras especies, pero no la fijan en el sustrato y ésta sigue estando suelta. Suelen aparecer sobre la red algas filamentosas o de crecimiento rápido como Dictiotales, así como hidrarios pegados.

En estos casos se recomienda la extracción total de la APP liberando a los organismos vivos atrapados in situ, en caso de que sea posible. Colonias de briozoos o gorgonias que han sido arrancados pueden ser retiradas con cuidado de la red para un posterior trasplante siguiendo protocolos de restauración (Montero-Serra et al., 2018; Pagès-Escolà et al., 2020; Montseny et al., 2020).

- Red recubierta por organismos: en el caso de que la red permanezca en el fondo marino durante suficiente tiempo, comienzan a aparecer animales del grupo de los briozoos, esponjas o moluscos, entre otros, que utilizan la red como sustrato. Paralelamente también aumenta la cobertura de algas erectas o calizas como Peyssonnelia squamarina u otras. En estos casos se recomienda extraer total o parcialmente liberando a los organismos vivos atrapados in situ, en caso de que sea posible. Colonias de briozoos o gorgonias pueden ser retiradas con cuidado de la red para un posterior trasplante siguiendo protocolos de restauración (Hereu et al., 2017).

- Red muy recubierta por organismos y fusionada al fondo: cuando el aparejo de pesca perdido lleva un tiempo considerable en el fondo marino, se encuentra colonizado por especies de animales y algas calcáreas como *Mesophyllum expansum*, *Mesophyllum lichenoides*, o *Mesophyllum alternans*, características de comunidades estructuralmente complejas, especialmente en la comunidad del coralígeno (Linares et al., 2012). Estas especies tienen un crecimiento muy lento y, a medida que pasa el tiempo, van recubriendo la red con capas sólidas calcificadas, que a la larga conllevan la fusión de la red con el sustrato, por lo que su retirada implicaría la destrucción de la comunidad. En estos casos se recomienda cortar con tijeras la red para separar las partes fusionadas y las partes sueltas.

Es recomendable no forzar la separación de las partes de la red que se encuentran cubiertas por algas calcáreas, ya que es probable estropear esta comunidad. Por tanto, sólo se retirarán las partes sueltas de la red que no estén fusionadas en el sustrato para no dañar el hábitat.

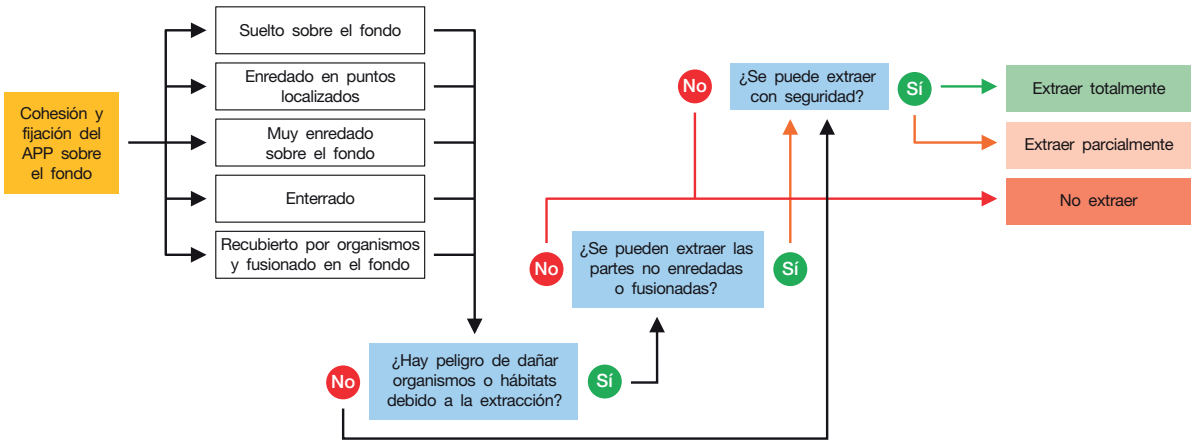


Figura 2. Diagrama de toma de decisiones sobre la extracción de los APP en función de su grado de recubrimiento y fusión con el fondo y la seguridad de la extracción. Modificado de Da Ros et al., 2016.

4.4. Retirada de los aparejos de pesca perdidos

Una vez caracterizada la APP y analizada la conveniencia de la extracción, y siempre que bajo criterio científico y técnico se considere así, se procederá a minimizar sus impactos negativos sobre el ecosistema marino retirándolo total o parcialmente.

En ningún caso deberá retirarse un APP sin un análisis previo de la situación y constatar que los beneficios de la retirada compensan los posibles efectos negativos de la actuación.

4.4.1. Consideraciones previas

En caso de que se opte por la retirada de la APP, el procedimiento variará en función de la tipología de arte de pesca. Sin embargo, hay que tener presente unas consideraciones previas respecto a las operaciones de retirada:

- **Formación necesaria:** La retirada de APP formados por redes puede acarrear riesgo para las personas que realicen las operaciones. Esta tarea debe corresponder a buceadores que cuenten con la formación necesaria y un equipo logístico completo.

- **Profundidad de las operaciones:** Cuanto mayor sea la profundidad de trabajo, menor será el tiempo efectivo de trabajo subacuático y, por tanto, mayor será el coste de la operación de retirada. Asimismo, cuanto mayor sea la profundidad de la actuación, mayor será el riesgo para las personas.

- **Composición de los equipos subacuáticos:** El número de buceadores para cada operación dependerá de las características de la APP, y se determinará en función de las informaciones previas obtenidas. Hay que considerar que un número excesivo de submarinistas es menos eficiente, y con frecuencia puede traer más situaciones de riesgo.

En el caso de extracción de APP de gran tamaño o que presenta dificultad en la extracción, se dispondrá de dos o más equipos de submarinistas que van a trabajar consecutivamente.

- **Composición de los equipos de soporte en superficie:** El equipo de soporte de superficie para las operaciones de extracción de APP se compondrá, como mínimo, de una embarcación suficientemente grande como para transportar a los submarinistas y el material extraído. Se podrá recurrir a la ayuda de embarcaciones de pesca profesional que dispongan de aparatos para la extracción de redes de gran tamaño y con un peso considerable. Por otra parte, la experiencia acumulada ha demostrado que el apoyo de ROVs (Remotely Operated Vehicle) durante las tareas de extracción y retirada optimizan mucho las actuacio-

nes, tanto en lo referente a la localización exacta de los aparejos como para la diagnosis de la situación en su sitio.

4.4.2. Procedimiento de retirada del APP

1. **Inspección previa.** Una vez recibido un aviso, se realizará una primera inspección visual in situ para la localización exacta del APP, y determinar la información necesaria para una extracción segura, como las características y tamaño del APP, profundidades mínima y máxima, su disposición sobre el fondo, y los posibles puntos críticos donde el APP está enrocado, enterrado, o requerirá de un trabajo de desenredarlo del fondo, así como la transparencia del agua, corrientes y demás información que pueda ser relevante para la operación de extracción. Es importante que esta inspección previa la realice el mismo equipo que debe realizar la extracción.

En esta fase, el uso de un ROV es de gran utilidad. Por una parte, permitirá una prospección en la zona de aviso para determinar la localización exacta del APP. Además, permitirá realizar una inspección visual desde superficie permitiendo el visionado simultáneo de todas las personas del equipo de extracción. Así, el uso de un ROV puede ahorrarle tiempo de inmersión, que es crítico para la eficiencia de las operaciones de extracción.

2. **Briefing.** En base a la información recopilada en la inspección previa, se realizará una reunión con todos los miembros del equipo de submarinistas y los científicos responsables para determinar el procedimiento de la extracción. Se realizará un plan para la operación extracción, incluyendo la profundidad, la estrategia de la extracción, y un plan de contingencias y seguridad, y se asignarán tareas a cada miembro del equipo.

3. **Extracción.** Según el tipo de APP y sus características, deberá utilizarse diferentes técnicas para su liberación del fondo y subida a superficie que se describen a continuación:

Trampas y otros elementos de poco tamaño

- El primer paso será determinar si existen peces, crustáceos u otros animales móviles atrapados en la APP, y se procederá a su liberación. También se comprobará si hay animales sésiles pegados a la APP oa los elementos asociados (cuerdas, cordeles, reja de plástico, etc.), y se procederá a desenredarlos con la ayuda de las tijeras y cuchillo.

- Todas las especies liberadas se anotarán y posteriormente se incluirán en la lista de las especies afectadas (Anexo 2).

- Seguidamente se liberará el APP del fondo y se recogerá los restos de cuerda y otros elementos que suelen estar asociados a las asas y otros APP, de forma que quede un conjunto compacto, y se despegará todo el conjunto del fondo de la forma lo más cuidadosa posible para evitar estropear el fondo, de forma que quede todo el conjunto libre sobre el fondo. Esta operación puede requerir cortar partes del asa o de los elementos asociados con cuchillo o tijeras.

- En ese momento, y si es necesario, se procederá a atar con cuerdas cortas el asa y todos los elementos asociados de forma que quede todo el conjunto compacto.

- Para la extracción se procederá en globo de aire. La utilización de un globo requiere cierta experiencia, y se hará con un equipo suplementario de aire (no enganchado físicamente al buceador). Ante todo, deberá asegurarse de que no hay ninguna persona o embarcación encima o cerca de la operación de extracción. Se tendrá que sujetar muy bien el globo al asa y conjunto de elementos asociados de forma que quede un conjunto lo más compacto posible. El globo se irá llenando de aire lentamente con el regulador auxiliar hasta que el conjunto tenga un peso neutro. Una vez el conjunto del globo y asa tenga un peso neutro se hinchará ligeramente el globo hasta que tenga un peso negativo y empiece a flotar. En ese momento los submarinistas deberán retirarse y dejar el globo y asa subir hasta superficie. Se debe tener en cuenta que debido a la disminución de la presión el aire del globo se irá expandiendo y la velocidad del globo irá aumentando a medida que vaya remontando a la superficie. Es muy im-

portante también asegurarse de que el asa o ningún elemento asociado esté fijado al fondo, ya que, si así fuera, el conjunto del globo y asa se podría desprender violentamente, hecho que podría causar desperfectos sobre el fondo, o situaciones de riesgo para los submarinistas.

Aparejos de anzuelo

- La retirada de hilos de pesca de nylon y anzuelos se hará manualmente retirando los hilos enredados sobre los organismos de forma que se minimice su erosión o rotura.

- Todas las especies liberadas se anotarán en la pizarra y posteriormente se incluirán en la lista de las especies afectadas (Anexo 2).

- La retirada de hilos se hará con la ayuda de tijeras preferentemente, ya que las tijeras permiten cortar el hilo sin presionar ni estirarlo (cortar los hilos con el cuchillo implica tensarlo en una dirección, hecho que puede estropear los organismos enredados). Se hará uso del cuchillo sólo en los casos en que deba cortarse cuerda gruesa o en alguna otra operación que no se pueda realizar con las tijeras.

- El hilo desenredado se llevará a superficie, así como el resto de anzuelos, plomos, cables u otros elementos asociados.

Redes

Las redes abandonadas suelen estar enganchadas a los organismos del fondo, de forma que retirarlas sencillamente estirándolas puede arrancar y estropear estos organismos. La retirada de estas redes se hará de forma controlada de forma que se minimice el impacto sobre el fondo, además de intentar recuperar y restaurar el mayor número posible de especies que puedan haber sido atrapadas o dañadas.

- Se retirará y liberará las especies móviles que todavía estén vivas. Por eso se procederá a cortar los filamentos de las redes con los que los organismos estén enganchados con tijeras, ya que las tijeras permiten cortar el hilo sin presionar ni estirarlo (cortar los hilos con el cuchillo implica tensarlo en una dirección, hecho que puede dañar los organismos enredados).

- Todas las especies liberadas se anotarán en la pizarra y posteriormente se incluirán en la lista de las especies afectadas (Anexo 2).

- Los organismos muertos, o los organismos sésiles que hayan sido arrancados del fondo se dejarán en la red y serán retirados a superficie.

- En caso de que algunos tramos de la red estén muy enredada en el fondo de forma que no sea posible su retirada, se procederá a cortarla. Primero, se cortarán las cuerdas más gruesas que apoyan con el uso del cuchillo, y posteriormente se procederá a cortar la malla con el uso de tijeras. Los tramos de red que hayan quedado enredados permanecerán en el fondo, por lo que se procurará que sean lo más pequeño posible, y que no tengan posibilidad ni de pescar ni de moverse y estropear el fondo.

- La extracción de redes requiere el uso de globos de aire. La utilización de globos requiere cierta experiencia, y se hará con un equipo suplementario de aire (no pegado físicamente al buceador).

Para la extracción de redes, pueden utilizarse diferentes técnicas, dependiendo de sus características y su disposición sobre el fondo.

Compactación. Se desenredará la red del fondo, liberando a los organismos sésiles que no hayan sido arrancados. Por eso se retirará manualmente la red, cortando con tijeras los trozos de red o hilo que puedan estar enganchados a los diferentes organismos como gorgonias, coral, briozoos, algas, etc. Se hará uso del cuchillo sólo en los casos en que deba cortarse cuerda gruesa o en alguna otra operación que no se pueda realizar con las tijeras.

- Una vez se hayan liberado todos los organismos vivos y se haya desenmallado la red del fondo, y si el

tamaño de la red lo requiere, se procederá a compactar la red ligándola transversalmente mediante cuerdas cortas o cintas cada cierta distancia, dependiendo del tamaño y longitud de la red.

- Seguidamente se procederá a la colocación de los globos de aire. El número y tamaño de los globos dependerá del tamaño y longitud de la red. En redes de pequeño tamaño, o poco peso, se colocará un globo en un extremo, mientras que en redes de grano tamaño y peso considerable, se tendrán que colocar varios globos a distancias regulares, de forma que todos los globos sean capaces de mantener la red en superficie.

- Los globos se irán llenando de aire lentamente hasta que el conjunto tenga un peso neutro. Una vez que el conjunto del globo y red tenga un peso neutro se procederá inflar ligeramente el globo del extremo hasta que tenga un peso ligeramente positivo y empiece a flotar y arrastrar la red hacia superficie. En este momento los submarinistas tendrán que retirarse y dejar el globo y red remontar hasta superficie.

- Es importante asegurarse de que la red o ningún elemento asociado esté enredado en el fondo, ya que, si así fuera, el conjunto del globo y red podría desprenderse violentamente, lo que podría causar desperfectos sobre el fondo, o situaciones de riesgo para los submarinistas.

- En caso de que un tramo de la red se quede pegada al fondo e impida que todo el conjunto remonte a superficie, se procederá a desenredar los tramos pegados, ya sea manualmente, o con la ayuda de tijeras y cuchillo cortando los elementos que sea necesario.

Desenredar. En caso de que una parte de la red esté libre en la columna de agua y otra pegada a la roca, se puede proceder a pegar un globo de aire cerca del primer punto de fijación en el fondo. Con un equipo suplementario de aire (no pegado físicamente al buceador), este globo se hinchará suavemente hasta un punto en que ejerza una fuerza suave en la parte de la red enrocada. Seguidamente, el buceador irá liberando la red del fondo con el uso de unas tijeras o cuchillo, con cuidado de que las especias sésiles pegadas no sean arrancadas. A medida que se vaya liberando red, se tendrá que ir añadiendo globos de aire para compensar el peso de la red liberada. Para facilitar la tarea, se pueden ir cortando los tramos de red liberados y estirados por los globos que han llegado a la superficie.

4. **Remolcado a bordo.** Una vez a superficie, desde la embarcación se procederá a la recuperación e izado a bordo de la red. Si la red es de pequeño tamaño, esta operación se podrá realizar manualmente. Alternativamente, y en caso de que la red sea de grandes dimensiones y peso, se requerirá la ayuda de una embarcación de apoyo con maquinaria para izar redes, como pueden ser las embarcaciones de pesca para cada una de las modalidades.

5. **Briefing final.** Una vez se ha realizado todo en la operación de extracción, todos los miembros del equipo deben participar en una reunión final donde se revisará y recopilará información de la extracción, como el tiempo de inmersión, profundidad, número y cantidad de APP extraídos, posibles problemas imprevistos, condiciones ambientales de corriente, visibilidad, etc., así como la información sobre las especies atrapadas y liberadas, y los hábitats en los que se encontraban los APP, u otra información que pueda ser relevante. Toda esta información puede ser utilizada para futuras extracciones.

4.4.3. Principales peligros de la extracción de APP

La seguridad de los submarinistas y personal involucrado en las acciones de extracción de APP debe ser la prioridad. Por eso se detallan a continuación algunos de los problemas que pueden ocurrir durante las operaciones de extracción. En cualquier caso, en caso de cualquier incidencia, debería detenerse los trabajos y volver a superficie.

Quedar atrapado

Tanto si se trata de asas, hilos, redes u otros materiales, el principal riesgo de una intervención es quedar atrapado por algún elemento, ya sea el propio APP, las cuerdas o hilos asociados, o los propios materiales usados para la extracción. Estos elementos pueden quedar enganchados tanto al cuerpo de los submarinistas, como en algún elemento de su equipamiento (manómetro, regulador, grifería de la botella etc.).

- Debe vigilarse y tener localizado en todo momento todos los elementos que hay en el fondo, mantener una distancia de seguridad apropiada (especialmente con mala visibilidad).

- Cada submarinista deberá llevar accesible para ambas manos un objeto cortante utilizable con una sola mano (tijeras, cuchillo, etc.).

- Deberá evitarse llevar objetos colgantes (reguladores, manómetro, etc.) y limitar al máximo los puntos de enganche posibles.

- Mantener siempre a un buceador responsable de la seguridad que no intervenga en la extracción.

- En caso de que un submarinista quede atrapado:

  - Realizar señales visuales a los demás buceadores para advertir de la situación. Comunicar al equipo de superficie de la situación.

  - Si el buceador está atrapado por uno o dos puntos y puede ser liberado de forma sencilla, el buceador de seguridad procederá a su liberación con la máxima precaución.

- Si un buzo queda muy atrapado:

  - El tercer buceador irá a superficie a pedir ayuda al buceador de seguridad en superficie y una botella de aire suplementaria.

  - No desenredar el buceador en el fondo: deberá cortarse todas los cabos y mallas que lo atrapen en el fondo y subir a superficie respetando la velocidad y paradas de descompresión.

Agotar el aire

La atención requerida por las operaciones de extracción nos puede hacer perder la noción del tiempo, y poder tener problemas con la disponibilidad de aire, especialmente en profundidades mayores, donde existe el riesgo de entrar en parada de descompresión.

- Se debe verificar constantemente el tiempo de inmersión, el tiempo de parada de descompresión y la presión de aire de la botella.

- Llevar un equipo de aire suplementario para las operaciones de hinchado de globo de aire para la extracción. Este equipo de aire suplementario deberá ser independiente y en ningún caso ligado físicamente a los submarinistas.

Ser arrastrado rápidamente hacia superficie

El uso de globos de aire implica que en un momento dado todo el APP realizará una remontada rápida no controlada hacia superficie, momento en que en caso de quedar atrapado en el APP podemos ser arrastrados.

- No hinchar nunca un globo de aire sin asegurarse de que todos los submarinistas están a una distancia prudencial del APP y que todos han entendido la operación antes de efectuarla.

- Asegurarse de que el submarinista que procede al hinchado del globo no está enganchado a la APP o al mismo globo.

- Antes de proceder al hinchado del globo, asegurarse de que el APP está completamente liberado del fondo o de cualquier elemento que pueda retenerlo.

- El hinchado del globo nunca debe ser repentino. Debido a que el volumen de aire irá aumentando a medida que el globo suba a superficie debido a la menor presión, si hinchamos mucho el globo en el fondo la remontada será muy violenta. Primero se procederá a un hinchado muy suave, hasta llegar a una flota-

bilidad mínima en la que el globo esté en posición vertical, pero sin levantar el APP. Una vez estabilizado, se procederá a inflar paulatinamente el globo hasta que empiece a mover la APP hacia arriba. Una vez comience a moverse, dejar de hinchar y apartarse rápidamente de la APP para evitar ser enganchado y arrastrado.

4.5. Desguace / Reciclaje

Los aparejos de pesca abandonados deben eliminarse correctamente, o preferiblemente reciclarse, después de retirarlos del medio marino. Las disposiciones de eliminación o reciclaje deben realizarse antes de la operación de retirada y deben describirse en la documentación de la extracción. El transporte y manipulación final del equipo abandonado se realizará de forma apropiada con los medios oportunos.

Se debe hacer todo lo posible para gestionar la eliminación o el reciclaje del arte de pesca abandonado, lo más rápidamente posible, ya que el material orgánico del arte puede causar fuerte olor o incluso un problema es de salubridad cuanto más tiempo esté expuesto fuera del agua.

En la mayoría de los casos, el aparejo de pesca abandonado tendrá un importante recubrimiento de algas y otros organismos marinos y muy probablemente será difícil de reciclar. Las redes de trasmallo y sueltas, de arrastre y cerco, cuerdas, hilos y monofilamentos limpios se pueden reciclar en contenedores dispuestos en varios puertos de pesca comercial.

Los APP extraídos pueden modificarse para facilitar su retirada. Por ejemplo, los aparejos de pesca abandonados retirados de las playas se pueden cortar en trozos manejables y disponerlos en bolsas de basura para facilitar la manipulación y contención de la materia orgánica. Las redes más grandes pueden compactarse fuertemente para reducir el volumen del material, facilitar la manipulación y evitar la captura accidental de aves y otros animales terrestres antes de ser cubiertos en el vertedero.

4.6. Documentación

Con el objetivo de valorar la presión e impacto real de los APP sobre las especies y hábitats marinos, es necesario recopilar información sobre todas las actuaciones de fijación y retirada de APP desarrolladas.

Así, una vez los APP han sido subidos a bordo, se descargarán en el puerto más cercano, donde se realizará una inspección detallada del tipo de arte, alargada, peso etc. Además, se realizará una revisión de todos los APP extraídos para identificar y contabilizar todas las especies e individuos que puedan estar atrapados, muertos o vivos. Para realizar esta tarea con las redes se tendrán que extender sobre el suelo, de forma que se pueda medir su alargada y anchura, así como liberar a las especies atrapadas. La liberación de especies atrapadas se realizará con tijeras.

En el Anexo 2 se muestra el formulario de recogida de información de los APP extraídos con toda la información de interés necesaria. La información de este formulario se complementará con la información previamente descrita en el formulario de recogida de información sobre la localización y características del propio APP.

Para completar la información escrita, es muy interesante grabar toda la operación con medios gráficos. En este sentido, se pide tomar documentación gráfica (fotografía o vídeo) de la APP antes de la extracción, durante el procedimiento de la extracción, el fondo después de la extracción y la APP una vez extraída superficie.

Con el objetivo de centralizar toda la información, toda la información recopilada se incluirá en una base de datos con todas las extracciones de los APP. Estos datos serán analizados para poder conocer el efecto de estos APP y poder actualizar los protocolos de extracción y diseñar nuevas medidas de gestión que reduzcan ese impacto.

4.7. Mantenimiento y restauración de especies y hábitats

Cuando especies sésiles como gorgonias, coral rojo o briozoos han sido arrancadas del fondo, aunque se liberen no tienen ninguna posibilidad de sobrevivir a medio plazo, ya que al perder su posición vertical sobre el fondo y caer sobre el sustrato sus pólipos no pueden realizar sus funciones vitales.

Es por ello que en el caso de que los APP hayan arrancado un gran número de colonias de especies sésiles, éstas se llevarán a superficie con la red, y se liberarán en superficie con cuidado para no romperlas y mantenerlas vivas. Procurando que estén sumergidas en todo momento, se mantendrán en recipientes lo más grandes posible con agua de mar fresca que deberá oxigenarse o ir recambiando periódicamente.

Actualmente existen diversas técnicas de restauración de hábitats marinos testadas científicamente para asegurar la recuperación de estas especies arrancadas (e.g. Montero-Serra et al., 2018; Pagès-Escolà et al., 2020; Montseny et al., 2020). Por tanto, si la comunidad científica puede tener acceso a estos organismos que han sido arrancados se puede proceder a su reimplantación en los hábitats originales y, por tanto, a la propia restauración del hábitat afectado por la APP. En este sentido, tener conocimiento previo de las actuaciones de retirada de APP, puede facilitar la programación de actuaciones de restauración.

5. Referencias

Adey J.M., Smith I.P., Atkinson R.J.A., Tuck I.D., Taylor A.C. 2008. 'Ghost fishing' of target and non-target species by Norway lobster *Nephrops norvegicus* creels. Mar. Ecol. Prog. Ser., 366: 119-127.

Al-Masroori H., Al-Oufi H., McIlwain J.L., McLean E. 2004. Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. Fisheries Research, 69: 407–414.

Antonelis K. 2013. Derelict gillnets in the Salish Sea: causes of gillnet loss, extent of accumulation and development of a predictive transboundary model. University of Washington. (Master's thesis).

Arthur C., Baker J., Bamford H. Eds. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9–11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. Silvery Spring, USA, National Oceanic and Atmospheric Administration.

Ayaz A., Unal V., Acarli D., Altinagac U. 2010. Fishing gear losses in the Gokova Special Environmental Protection Area (SEPA), eastern Mediterranean, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 26: 416–419.

Ballesteros, E., Valderrama, L., Matthews,J.L., Hoeksema, B.W. 2018. Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. Marine pollution bulletin 135: 1107-1116.

Barbosa-Filho, M., Seminaria, C., Castro, D., Siciliano, S., Hauser-Davis, R. & Mourao, J. 2020. Artisanal fisher perceptions on ghost nets in a tropical South Atlantic marine biodiversity hotspot: Challenges to traditional fishing culture and implications for conservation strategies. Ocean and Coastal Management 192 (2020).

Beneli, TM., Pereira, PHC., Nunes, J, Barros, F. 2020. Ghost fishing impacts on hydrocorals and associated reef fish assemblages. Marine Environmental Research, 161, 105129.

Butler, C. B., Gutzler, B. C., Matthews, T. R. 2018. Sublethal and lethal effects of confinement of Caribbean spiny lobsters, *Panulirus argus*, in ghost traps. Bull Mar Sci. 94(0):1153-1169. https://doi.org/10.5343/bms.2017.1137

Boland R.C., Donohue M.J. 2003. Marine debris accumulation in the nearshore marine habitat of the endangered Hawaiian monk seal, *Monachus schauinslandi* 1999–2001. Marine Pollution Bulletin, 46: 1385–1394.

Breen P. 1990. A review of ghost fishing by traps and gillnets. In R. Shomura & M. Godfrey, M., eds. Proceedings of the 2nd International Conference on Marine Debris, 2–7 April 1989, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 571–599. NOAA Technical Memorandum 154. La Jolla, USA, Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service.

Capdevila P., Hereu B., Riera J.L., Linares C. 2016. Unravelling the natural dynamics and resilience patterns of underwater Mediterranean forests: insigts from the demography of the brown alga *Cystoseira zosteroides*. Journal of Ecology, 104(6): 1799-1808.

Carr A. 1987. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. Marine Pollution Bulletin, 18: 352–356.

Chiappone M., White A., Swanson D.W., Miller S.L. 2002. Occurrence and biological impacts of fishing gear and other marine debris in the Florida Keys. Marine Pollution Bulletin, 44: 597-604.

Cho D. 2009. The incentive program for fishermen to collect marine debris in Korea. Marine Pollution Bulletin, 58: 415–416.

Da Ros L., Delaney E., Fiorin R., Lucaroni G., Moschino V., Nesto N., Picone M., Riccato F., Tonin S., Zam- betti V. 2016. Techniques to reduce the impacts of ghost fishing gears and to improve biodiversity in north adriatic coastal area. LIFE12 BIO/IT/000556 GHOST.

Derraik J. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin, 44: 842–852.

Dagorn L., Holland K., Restrepo V., Moreno G. 2013. Is it good or bad to fish with FADs? What are the real impacts of the use of drifting FADs on pelagic marine ecosystems? Fish and Fisheries, 14: 391–415.

Dieter B. E., Wion D. A., McConnaughey R. A. 2003. Mobile fishing gear effects on benthic habitats: A bibliography (second edition). U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-135, 206 p.

Donohue M., Boland R., Sramek C., Antonelis G. 2001. Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands: diving surveys and debris removal confirm threat to coral reef ecosystems. Marine Pollution Bulletin, 42: 1301–1312.

Erzini K., Monteiro C., Ribeiro J., Santos M., Gaspar M., Monteiro P., Borges, T. 1997. An experimental study of gill net and trammel net 'ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). Marine Ecology Progress Series, 158: 257–265.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1995. Code of conduct for responsable fisheries. FAO, Rome.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome. 197 pp.

Filmalter J.D., Capello M., Deneubourg J.L., Cowley P.D., Dagorn L. 2013. Looking behind the curtain: quantifying massive shark mortality in fish aggregating devices. Frontiers in Ecology and the Environment, 11(6): 291-296.

Galil, B. S., 2007. Seeing Red: Alien species along the Mediterranean coast of Israel. Aquatic Invasions. Vol. 2, Issue 4: 281-312. https://doi.org/10.3391/ai.2007.2.4.2

Garrabou J., Ballesteros E., Zabala M. 2002. Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55(3): 493-508.

Gilardi K., Carlson-Bremer D., June J., Antonelis K., Broadhurst G., Cowan T. 2010. Marine species mortality in derelict fishing nets in Puget Sound, WA and the cost/benefits of derelict net removal. Marine Pollution Bulletin, 60: 376–382.

Gilman E., Chopin F., Suuronen P., Kuemlangan B. 2016. Abandoned, lost or otherwise discarded gillnets and trammel nets. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Fisheries and aquaculture technical paper.

Gilman E., Owens T., Kraft T. 2013. Ecological risk assessment of the Marshall Islands longline tuna fishery. Marine Policy, 44: 239–255.

Gilman E. 2011. Bycatch governance and best practice mitigation technology in global tuna fisheries. Marine Policy, 35: 590–609.

Gilman, E., Musyl, M., Suuronen, P., Chaloupka, M., Gorgin, S., Wilson, J. & Kuczenski. B. 2021. Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gear. Scientific Reports (2020) 11:7195. https://doi.org/10.1038/s41598-021-86123-3

Good T., June J., Etnier M., Broadhurst G. 2009. Ghosts of the Salish Sea: threats to marine birds in Puget Sound and the Northwest Straits from derelict fishing gear. Marine Ornithology, 37: 67–76.

Hall M., Alverson D., Metuzal K. 2000. By-catch: problems and solutions. Marine Pollution Bulletin, 41: 204–219.

Hammer J., Kraak M., Parsons, J., 2012. Plastics in the Marine Environment: The Dark Side of a Modern Gift. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, pp. 1-44.

Hereu B., Linares C., Zabala M., 2001. Avaluació de les comunitats algals de les Alles Medes i la costa del Montgrí. Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.

Hereu, B., Ylla, J., 2016. Protocol per a l'extracció d'arts de pesca perduts a la costa catalana. Generalitat de Catalunya, Departament de Ramaderia, Agricultura, Pesca i Alimentació.

Hereu, B., Linares, C., Medrano, A., Pages, M., 2017. Actuació de restauració de poblacions de briozous (*Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Any 2017. Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter i Universitat de Barcelona, 15 pp.

Humborstad O., Lookeborg S., Hareide N., Furevik D.M., 2003. Catches of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in deepwater ghost-fishing gillnets on the Norwegian continental slope. Fisheries Research. Vol. 64, issues 2-3, pp. 163-170.

Jennings, S. and Kaiser M., 1998. The Effects of Fishing on Marine Ecosystems.Advances in Marine Biology. Volume 34, 1998, pp. 201-212.

Kuemlangan, B., Chopin, F., d'Offay, B., 2011. Strengthening the global governance and regulatory framework to combat abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG). Technical Proceedings of the Fifth International Marine Debris Conference, pp. 517-521.

Laist, D:, 2007. Impacts of Marine Debris: Entanglement of Marine Life in Marine Debris Including a Comprehensive List of Species with Entanglement and Ingestion Records. Marine Debris, pp. 99-139.

Levin L., Ekau W., Gooday A., Jorissen F. 2009. Effects of natural and human-induced hypoxia on coastal benthos. Biogeoscience Discussions, 6: 3563–3654.

Linares, C., Coma R., Garrabou, J. 2012. El coral·ligen de les illes Medes: una comunitat fràgil amb un gran valor patrimonial. Recerca i territori, vol. 4, pp. 121-138.

Link, J., Segal, B., Casarini, L.M., 2019. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear in Brazil: a review. Perspect. Ecol. Conser. 17 (1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.12.003.

Lively J. A., & Good, T. P. 2019. Ghost Fishing. In Word Seas: An Environmental Evaluation (pp. 183-196). Academic Press.

Macfadyen G., Huntington T., Cappell R. 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. No. 523. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Fisheries and aquaculture technical paper 523.

Mac-Mullen P., Hareide N., Furevik D., Larsson P., Tschernij V. et al. 2003. A study to identify, quantify and ameliorate the impacts of static gear lost at sea [online]. FANTARED 2. Sea Fish Industry Authority, Hull, UK.

Matsuoka T., Nakashima T., Nagasawa N. 2005. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. Fisheries Science, 71: 691–702, 35.

Meager J. and Limpus C. 2012. Marine wildlife stranding and mortality database annual report 2011. III. Marine Turtle. Conservation Technical and Data report 3, 1–46.

Meager, J., Winter, K., Biddle, T., and Limpus, C. 2012. Marine wildlife stranding and mortality database annual report 2008–2010. II. Cetacean and Pinniped. Conservation Technical and Data report 2: 1–76.

Richardson, K., Asmutis-Silvia, R., Drinkwin, J., Gilardi, K., Giskes, I., Jones, G., O'Brien, K., Pragnell-Raasch, S., Ludwig, L., Antonelis, K., Barco, S., Henry, A., Knowlton, A., Landry, S., Mattila, D., MacDonald, K., Moore, M., Morgan, J., Roobins, J., Van der Hoop, J., Hogan , E., 2019. Building evidence around ghost gear: Global trends and analysis for sustainable solutions at scale. Marine Pollution Bulletin 138: 222-229.

Sulivan, M., Evert, S., Straub, P., Reding, M., Robinson, N., Zimmermann, E. & Ambrose, D., 2019. Identification, recovery, and impact of ghost fishing gear in the Mullica River-Great Bay Estuary (New Jersey, USA): Stakeholder-driven restoration for smaller-scale systems. Marine Pollution Bulletin 138 (2019): 37-48.

Moore C. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, longterm threat. Environmental Research, 108: 131–139.

Page B.D., McKenzie J., McIntosh R., Baylis A., Morrisey A., Calvert N., Haase T., Berris M., Dowie D., Shaughnessy P.D., Goldsworthy S.D. 2004. Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris before and after Government and industry attempts to reduce the problem. Marine Pollution Bulletin, 49: 33–42.

Parker P. 1990. Cleaning the oceans of the plastics threat. Sea Frontiers, 36: 18–27.

Pawson M. 2003. The catching capacity of lost static fishing gears: introduction. Fisheries Research, 64: 101–105.

Piatt J.F., Nettleship D.N. 1987. Incidental catch of marine birds and mammals in fishing nets off New- foundland, Canada. Marine Pollution Bulletin, 18: 344–349.

Rose C., Carr A., Ferro D., Fonteyne R., MacMullen P. 2000. Using gear Technology to understand and reduce unintended effects of fishing on the seabed and associated communities: background and potential directions. In ICES. Working Group on Fishing Technology and Fish Behavior, 10–14 April 2000, Ijmuiden, The Netherlands [online]. Fisheries Technology Committee ICES CM 2000/B:03. International Council for the Exploration of the Seas, Copenhagen.

Sancho G., Puente E., Bilbao A., Gomez E., Arregi L. 2003. Catch rates of monkfish (Lophius spp.) by lost tangle nets in the Cantabrian Sea (northern Spain). Fisheries Research, 64: 129–139.

Santos M., Saldanha H., Gaspar M., Monteiro, C. 2003. Causes and rates of net loss off the Algarve (southern Portugal). Fisheries Research, 64: 115–118.

Stewart B.S., Yochem P.K. 1987. Entanglement of pinnipeds in synthetic debris and fishing net and line fragments at San Nicolas and San Miguel Islands, California, 1978–1986. Marine Pollution Bulletin, 18: 336–339.

Suroneen P., Erickson D.L., 2010. Mortality of animals that escape fishing gears or are discarded after capture: approaches to reduce mortality. Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges. Pp. 265-293.

Tschernij V., Larsson P.O. 2003. Ghost fishing by lost cod gill nets in the Baltic Sea. Fisheries Research 64, 151–162.

Uhlmann S., Broadhurst M. 2013. Mitigating unaccounted fishing mortality from gillnets and traps. Fish and Fisheries. https://doi.org/10.1111/faf.12049.

Valderrama Ballesteros, L., Matthews, J.L., Hoeksema, B.W., 2018. Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. Mar. Pollut. Bull. 135, 1107–1116. https://doi.org/10.1016/j. marpolbul.2018.08.033.

Yoshikawa, T., Asoh, K., 2004. Entanglement of monofilament fishing lines and coral death. Biol. Conserv. 117, 557–560. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.09.025.

Volgenau L., Kraus S.D., Lien J. 1995. The impact of entanglements on two substocks of the western North Atlantic humpback whale, *Megaptera novaeangliae*. Canadian Journal of Zoology, 73: 1689–1698.

Anexo 1

Evitemos la pesca fantasma

Formulario de localización e información sobre aparejos de pesca perdidos

Nombre .....

Teléfono ..... Correo electrónico .....

Fecha ..... Población .....

Zona .....

Latitud ..... Longitud ..... Profundidad .....

Tipos de aparejo
- ◯ Tresmallo
- ◯ Red de cerco
- ◯ Red de arrastre
- ◯ Trampas
- ◯ Hilos de pesca, anzuelos y plomos
- ◯ Otros .....

Tipos de fondo
- ◯ Arena
- ◯ Posidonia
- ◯ Roca
- ◯ Bloques de roca
- ◯ Coralígeno
- ◯ Otros .....

Otros materiales asociados
- ◯ Plomos
- ◯ Hierros
- ◯ Boyas
- ◯ Plásticos
- ◯ Hierros
- ◯ Cemento o roca

Tamaño aproximado Longitud ..... Anchura .....

Fijación al fondo
- ◯ Suelto sobre el fondo
- ◯ Enredado en puntos localizados
- ◯ Muy enredado en toda su extensión
- ◯ Parcialmente enterrado
- ◯ Muy o o totalmente enterrado

Recubrimiento por organismos
- ◯ Sin o con poco recubrimiento
- ◯ Recubierto pero no fusionado al fondo
- ◯ Muy recubierto y parcialmente fusionado al fondo
- ◯ Fusionado al fondo

Especies atrapadas
- ◯ Peces
- ◯ Langostas u otros crustáceos
- ◯ Gorgonias y otros invertebrados
- ◯ Otros .....

Situaciones de riesgo
- ◯ Navegación
- ◯ Baño
- ◯ Otros .....

Material fotográfico o vídeo ◯ Sí ◯ No

Comentarios .....

Anexo 2 (1 de 2)

Evitemos la pesca fantasma

Formulario de recogida de información de retirada de aparejos de pesca perdidos

Día ..... Hora ..... Lugar de extracción .....

Latitud ..... Longitud ..... Profundidad .....

Tamaño, Longitud ..... Anchura .....

Tipos de aparejo .....

Otros elementos de la red a destacar .....

Personas encargadas de la extracción .....

Lista de especies atrapadas	Número	Abundancia* 1	2	3	Número liberados vivos	Comentarios
Algas						
Cystoseira mediterranea						
Cystoseira zosteroides						
Cystoseira spp.						
Sphaerococcus coronopifolius						
Peyssonnelia spp.						
Mesophyllum alternans						
Poríferos						
Axinella verrucosa						
Axinella damicornis						
Spongia officinalis						
Ircinia fasciculata						
Petrosia ficiformis						
Cnidarios						
Eunicella singularis						
Paramuricea clavata						
Leptogorgia sarmentosa						
Corallium rubrum						
Cladocora caespitosa						
Alcyonium acaule						
Briozoos						
Pentapora fascialis						
Myriapora truncata						
Reteporella grimaldii						
Adeonella calveti						
Turbicellepora avicularis						

* 1=presente, 2=abundante, 3=muy abundante

Enviar este formulario a: **protecciomarina@gencat.cat**

Anexo 2 (2 de 2)

Lista de especies atrapadas	Número	Abundancia* 1	2	3	Número liberados vivos	Comentarios
Equinodermos						
Paracentrotus lividus						
Arbacia lixula						
Sphaerechinus granularis						
Holothuria tubulosa						
Holothuria forskalii						
Astrospartus mediterraneus						
Echinaster sepositus						
Tunicados						
Phallusia mammillata						
Halocynthia papillosa						
Moluscos						
Bolinus brandaris						
Hexaplex trunculus						
Ceratostoma erinaceum						
Poliquetos						
Poliquets tubicoles						
Crustáceos						
Scyllarides latus						
Palinurus elephas						
Pagurus sp.						
Pisa sp.						
Percnon gibbesi						
Dromia personata						
Maja squinado						
Peces						
Restos no identificados						
Dentex dentex						
Epinephelus marginatus						
Symphodus mediterraneus						
Scorpaena porcus						

* 1=presente, 2=abundante, 3=muy abundante

Enviar este formulario a: **protecciomarina@gencat.cat**

Para saber más:

www.pescafantasma.cat