

Guía de buenas prácticas para la gestión de escapes en la acuicultura marina



Por una acuicultura
Sostenible

I PREVENCIÓN





Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE LA PESCA
Invertimos en la acuicultura sostenible



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



CENTRO TECNOLÓGICO DE LA ACUICULTURA

Créditos

Coordinador del trabajo: Pablo Sánchez Jerez

Autores: David Izquierdo Gómez, Damián Fernández Jover, Pablo Sánchez Jerez, Kilian Toledo Guedes, Pablo Arechavala López, Aitor Forcada Almarcha y Carlos Valle Pérez

Colaboradores: Oscar Mansilla Reyes, María del Mar Agraso Martínez y Rocío Robles Arozarena de CTAQUA

Diseño e ilustración: oceanografica.com

Fotos: Arturo Boyra/oceanografica.com, Estanis Alemán/oceanografica.com

Colaboradores fotográficos: Fernando Ros (página 7, 14d), Raúl Campillo (página 14a), Feliciano González (página 14b y c), Pablo Arechavala López (página 34a, 35b y c) Pablo Sánchez-Jerez (página 36a) y Daniele Bracciaferri (página 37)

Agradecimientos: Mariló López Belluga (CULMAREX Águilas), Grupo CULMAREX y Cultivos Marinos de Guardamar (CULMAR)

Cómo citar: Izquierdo-Gómez, D., Sánchez-Jerez, P., Fernández-Jover, D. Toledo-Guedes, K., Arechavala-López, P., Forcada-Almarcha, A., Valle-Pérez, C. 2014. Guía de buenas prácticas para la gestión de escapes en la acuicultura marina: Vol I. Prevención. Proyecto ESCA-FEP, Fondo Europeo de Pesca. Ed. Oceanográfica. 44 pp.

Depósito legal: GC 1192-2014

ISBN-13: 978-84-697-2054-7

Índice

1- Los escapes: un problema económico, ambiental y social	4
2- Conocer el cómo y el cuánto de los escapes	8
3- Objetivo de este cuadernillo	10
4. Puntos críticos en el proceso de engorde de peces en jaulas flotantes	11
4.1. Selección de sitios para desarrollo de la acuicultura	12
4.2. Siembra de peces	16
4.3. Alimentación desde embarcación	18
4.4. Desdoble y trasvase	20
4.5. Maniobra de despesque	22
4.6. Retirada de mortalidad	24
4.7. Protocolos de mantenimiento y cambio de la red	26
4.8. Mantenimiento y revisión de entramado, anclajes, boyas y sistema de señalización	30
4.9. Revisión previa y posterior a temporales	32
4.10. Presencia de predadores	34
4.11. Robos y sabotajes	38
5. Enlaces y bibliografía	40



1- Los escapes: un problema económico, ambiental y social

Los escapes de peces producidos en la acuicultura suponen un gran problema para las empresas ya que se traducen en pérdidas económicas directas que incluso pueden llegar a comprometer su viabilidad. Las pérdidas derivadas de los escapes ascendieron a casi 43 millones de euros en el Mediterráneo entre 2009 y 2012. En la actualidad, las principales causas de los escapes son fallos mecánicos en la instalación que vienen normalmente precedidos de condiciones ambientales severas durante fuertes temporales. Estos fallos pueden tener origen en una fatiga de los materiales o en simples errores humanos y algunos de ellos se pueden llegar a prevenir mediante un correcto plan de revisión o un buen entrenamiento del personal de planta. Según su naturaleza, existen varios tipos de escapes. El **escape por goteo**, consiste en la fuga recurrente de decenas de individuos con una frecuencia de días o semanas. El goteo es debido, principalmente, a pequeños desperfectos en las redes, provocados bien por el mero desgaste o por las malas prácticas en las maniobras cotidianas realizadas en la instalación, como por ejemplo durante el despesque. Por otro lado, existe el **escape masivo** que abarca desde centenares hasta más de un millón de peces que escapan de manera puntual. Los escapes masivos tienen origen generalmente en fallos estructurales causados por una mala conservación de los anclajes, entramado y/o las redes, roturas accidentales por malas maniobras de barcos, sabotajes, fuertes temporales o la acción de depredadores.

FUGA DE GAMETOS

Existe una tercera forma de escape menos aparente que no es a través de los peces sino de sus gametos o células reproductoras (huevos y espermatozoides), conocida como **fuga de gametos** y que son arrastrados por las corrientes de la misma manera que el viento transporta el polen de las flores. La fuga de gametos se da cuando los peces llegan a madurar dentro de la instalación, bien por estrategia comercial de la empresa, que busca ofrecer tallas más grandes, o de forma forzada al no existir demanda del mercado en ese momento. De cara a la empresa, esto es negativo ya que la inversión en pienso para seguir alimentando a esos peces podría no tener el retorno deseado a la hora de su venta por falta de demanda del mercado. A nivel ecológico, la fuga de gametos se hace patente a través de un aumento de peces juveniles en la zona y aunque a priori pueda parecer positivo, su menor diversidad genética debida al limitado número de progenitores que dan origen a los peces de cultivo, podría tener consecuencias adaptativas a largo plazo para la población salvaje. Una buena estrategia de ventas, bien coordinada con la producción y una regulación que limite las tallas máximas producidas en caso de poder generar un impacto, son fundamentales. En cuanto al impacto ecológico, países como Noruega, Canadá o Escocia han comenzado a regular el uso de líneas de peces triploides (estériles), que no modificados genéticamente.

Por otro lado, los escapes pueden tener implicaciones a nivel social ya que pueden ser percibidos como una amenaza por diferentes sectores, como el pesquero o el turístico. Además, en relación al medio ambiente, los peces escapados pueden reproducirse y, las poblaciones salvajes pueden tener una menor riqueza genética, ya que los individuos de cultivo provienen de un limitado número de reproductores (ver apartado de siembra de juveniles). Cabe destacar que los peces escapados pueden llegar a alimentarse de especies de alto valor comercial pudiendo influir en las capturas de los pescadores locales. De igual modo, estos peces compiten por el espacio y el alimento con las poblaciones salvajes. Las áreas marinas protegidas presentes cerca de una piscifactoría podrían convertirse en lugares de acumulación de peces escapados donde los procesos ecológicos y/o especies a conservar se pueden ver alteradas.

Los escapes supusieron unas pérdidas económicas de casi 43 millones de euros en el Mediterráneo entre 2009 y 2012

Depredadores como delfines, atunes o peces espada, podrían verse favorecidos por el aumento de presas en el medio al producirse un escape, sin embargo y a largo plazo, los escapes recurrentes podrían tener consecuencias sobre la distribución natural y migraciones de estas especies, al existir una fuente de alimento de forma continuada.

En definitiva, la prevención de los escapes de peces, junto con su mitigación y seguimiento, deben ser un objetivo prioritario en el desarrollo de la acuicultura española por los problemas económicos, sociales y ambientales que pueden generar.



Efectos socioeconómicos y ecológicos de los escapes de peces



2- Conocer el cómo y el cuánto de los escapes

El conocimiento de los desencadenantes de los escapes es muy importante de cara a su prevención. Para ello, es conveniente alertar a la administración competente informando de las causas y la magnitud de cada escape (número de peces escapados, talla, etc.). Este tipo de seguimiento ofrece la posibilidad de mejorar la planificación de las tareas diarias/mensuales/anuales a realizar bajo un marco constante de prevención de los escapes tanto a nivel de empresa como de la administración. En la mayoría de los países del Mediterráneo no existe un registro oficial del número de escapes, subyaciendo una carencia de conocimiento de la magnitud y causas de los mismos. Sin embargo, la legislación de algunos países como Noruega, Escocia, Canadá o Chile contempla la obligatoriedad de la comunicación de estos incidentes. Es por ello que, gracias a estos países, se conoce que en el cultivo del salmón el 52 % de los escapes se produce por fallos estructurales, el 31% se debe a fallos operacionales o de maniobra y el resto, el 17%, se deben a otras causas, como los depredadores. Además, cuando ocurren escapes en estos países, se llevan a cabo investigaciones estandarizadas para determinar cuáles fueron los fallos estructurales u operacionales que los originaron. Sin embargo, este tipo de estudios aún no son obligatorios en España, a pesar de las cuantiosas pérdidas económicas derivadas de los escapes y de la valiosa información aplicable en materia de prevención que se obtiene de ellos.

Como principal medida de prevención, es fundamental la realización sistemática de un análisis detallado que relacione las posibles causas de escapes con sus potenciales efectos negativos en el área, conocido como **análisis de prevención de riesgo**. Este tipo de estudio hace posible la detección de las maniobras o protocolos que precisan de una mayor atención en base al riesgo de escape que supondría su mala ejecución, con el objetivo de prevenir sus efectos negativos a través de un mayor control. Además, la formación profesional continuada de los diferentes trabajadores de una piscifactoría juega un papel muy importante a la hora de prevenir escapes.

Los escapes de salmón, se producen:

- 52% fallos estructurales
- 31% fallos operacionales o de maniobra
- 17% otras causas





3- Objetivo de este cuadernillo

Este documento recopila las conclusiones obtenidas en el proyecto ESCA-FEP (Prevención y mitigación de escapes en acuicultura), cofinanciado por el Fondo Europeo de Pesca y la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. La finalidad de este cuadernillo es fomentar e incrementar la formación, muchas veces básica, del personal laboral de las instalaciones de jaulas flotantes en prevención de escapes, con el objetivo final de disminuir la cantidad de peces escapados y por lo tanto, su impacto económico y ambiental.

Hoy en día, la mejora de materiales y técnicas de cultivo generan nuevo conocimiento que, muchas veces, no llega a ser implementado en el día a día de una instalación hasta mucho tiempo después. Esto puede acarrear una merma en la rentabilidad de la empresa al quedar obsoleta en relación a la competencia. Por ello, es recomendable el establecimiento de un plan de formación continua dirigido a la prevención de escapes, de la misma manera que ya existe en materia de seguridad laboral o de extinción de incendios. Dentro de dicho plan de prevención, se recomienda prestar especial atención a los puntos tratados a lo largo de este documento. El objetivo es aumentar la sensibilización de los trabajadores de las instalaciones acuícolas sobre las posibles consecuencias económicas y ambientales de los escapes y promover su formación para prevenirlos.

4. Puntos críticos en el proceso de engorde de peces en jaulas flotantes

- 4.1. Selección de sitios para desarrollo de la acuicultura**
- 4.2. Siembra de peces**
- 4.3. Alimentación desde embarcación**
- 4.4. Desdoble y trasvase**
- 4.5. Maniobra de despesque**
- 4.6. Retirada de mortalidad**
- 4.7. Protocolos de mantenimiento y cambio de la red**
- 4.8. Mantenimiento y revisión de entramado, anclajes, boyas y sistema de señalización**
- 4.9. Revisión previa y posterior a temporales**
- 4.10. Presencia de predadores**
- 4.11. Robos y sabotajes**



4.1. Selección de sitios para desarrollo de la acuicultura

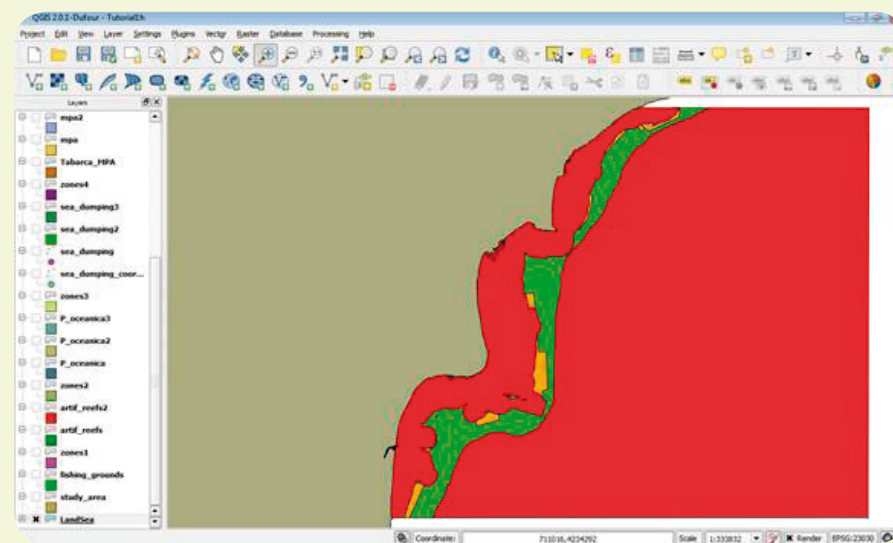
Es importante encontrar emplazamientos óptimos para instalar una piscifactoría donde se minimice el riesgo de escapes. Para ello, existe un proceso previo a la puesta en marcha de la instalación, basado en criterios socioeconómicos y ecológicos, a través del cual se decide dónde debe ir ubicada la misma. Por ejemplo, para garantizar la viabilidad económica de la instalación, es importante establecer una distancia óptima al puerto donde ubicar la piscifactoría, que minimice el gasto de combustible sin llegar a comprometer la seguridad del tráfico marítimo o generar un impacto visual en el paisaje. La profundidad juega también un papel fundamental y debe ser suficiente para que la materia orgánica generada por la actividad se diluya por acción del hidrodinamismo, disipando la influencia sobre el fondo marino. Por otro lado, existen restricciones en cuanto a la distancia a hábitats de especial interés o especies protegidas como praderas de *Posidonia oceanica*.



En los últimos años se han detectado nuevos factores que podrían ayudar a prevenir y mitigar los efectos de los escapes. Es importante evitar la ubicación de piscifactorías en zonas muy expuestas, donde se verían más afectadas por los temporales extremos y/o fuertes corrientes, lo cual aumentaría el riesgo de roturas y escapes masivos a la par que dificultaría la rápida actuación ante cualquier contratiempo que lo pudiera provocar. Lo mismo ocurriría con la ubicación de piscifactorías en sitios remotos donde una reducción de la vigilancia a causa del coste del combustible, podría llevar a pérdidas de peces por robos y/o sabotajes más frecuentes. Además la falta de actividad pesquera supondría una menor capacidad de mitigación de los efectos de un escape en el caso de producirse.

En definitiva, se recomienda incluir el mayor número de factores que puedan suponer un aumento del riesgo de escapes en el proceso técnico de planificación espacial para la selección de sitios donde ubicar piscifactorías. Además, este proceso debe ser capaz de implementar lo más ágilmente posible los nuevos avances surgidos en la materia. Dadas las características tan particulares de cada zona a nivel local, es imprescindible que dicho proceso sea individual y pormenorizado para cada instalación con el fin de avanzar hacia la sostenibilidad ambiental y económica de la actividad.

La planificación espacial maximiza la sostenibilidad ambiental y económica de la actividad



Herramientas como los sistemas de información geográfica (GIS) son muy útiles en la gestión y ordenación espacial de la acuicultura marina. En verde se muestran las zonas aptas para la ubicación de las instalaciones

¿Estaba este emplazamiento bien seleccionado

en relación a la prevención de escapes?



Estado en el que quedaron las jaulas de cultivo en la isla de La Palma en 2010 tras el temporal que provocó el mayor escape masivo estudiado hasta la fecha (1,5 millones de peces), donde el 22% de la biomasa escapada fue recapturada por los pescadores locales

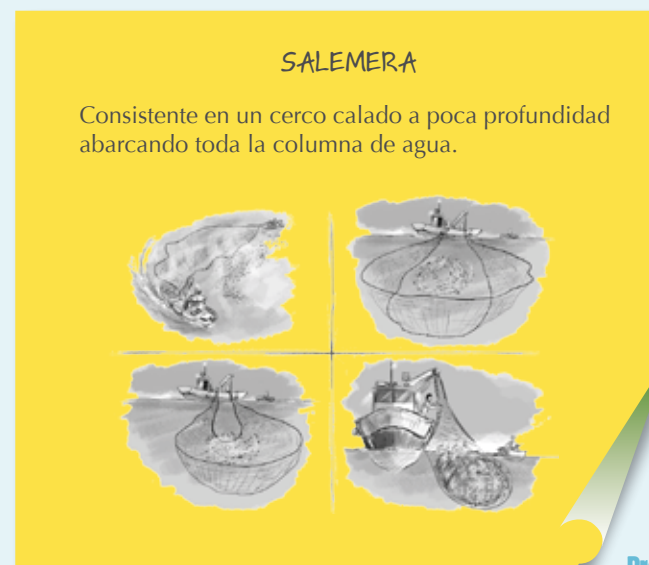
Lugar: Tazacorte, costa oeste de la isla de La Palma (Canarias)

Fecha: Diciembre de 2009 a Febrero de 2010, eventos de escape recurrentes

Causas: Repetidos temporales del noroeste con olas de hasta 6 metros que provocaron importantes daños estructurales y en las redes.

Consecuencias: Escape de 1,5 millones de peces (90% lubinas; tallas entre 15 y 60 cm) que se dispersaron por toda la costa de la isla, incluida una reserva marina a 15 km del punto de escape.

Acciones de recaptura: No se tomaron medidas concretas hasta junio-julio de 2010. Se utilizó, bajo solicitud de un permiso especial a la Consejería de Pesca del Gobierno de Canarias, un arte ya prohibido denominado “salemera”. La operación se realiza cerca de la costa donde los pescadores se ayudan de personal con equipo ligero en el agua que guía los bancos de peces hacia el cerco. Se calcula que los pescadores profesionales retiraron del medio un 22% de la biomasa escapada, aunque a esto hay que añadirle lo retirado por los pescadores recreativos que no se conoce.





4.2. Siembra de peces

Los juveniles que se engordan en las piscifactorías provienen, generalmente, de empresas externas a las mismas (criaderos o *hatcheries*). También es común que estos juveniles provengan de instalaciones de pre-engorde o *nurseries*, ya que, dependiendo de las características existentes allá donde esté ubicada la piscifactoría de destino (oleaje, temperatura del agua o corrientes), los peces pueden ser demasiado pequeños para ser sembrados directamente. Los criaderos albergan uno o varios grupos de peces llamados reproductores que dan origen a todas las larvas de peces, que en fase juvenil, serán trasladadas por tierra o mar al lugar donde se encuentre la piscifactoría de destino, pudiendo estar a cientos e incluso miles de kilómetros de distancia. Una vez allí, previo paso o no por instalaciones de pre-engorde, los juveniles se trasvasan a las jaulas flotantes donde permanecerán en cultivo hasta su comercialización.



Es imprescindible una buena coordinación entre el transportista y el responsable de planta para asegurarse de que los juveniles no lleguen a puerto cuando existen condiciones ambientales adversas que impidan o dificulten la maniobra de siembra. Sin embargo, no siempre se consigue y por ello es imprescindible que el responsable de planta tenga experiencia en el lugar de trabajo para así determinar tanto la estrategia de siembra como el momento en el que las condiciones meteorológicas lo permitan con el objetivo de minimizar el riesgo de escapes.

En caso de no poder sembrar, los juveniles podrían retenerse en las cisternas varios días sin que sufran altas mortalidades. En este sentido, el transporte por mar tiene ventajas frente al terrestre tales como una mayor capacidad de carga y el acceso a agua de calidad fuera de la zona de influencia de puertos. Además, es posible fondear la embarcación cerca de la instalación a la espera de mejores condiciones que permitan la siembra inmediata sin que se produzcan escapes. En cualquier caso, tentativas de siembra bajo malas condiciones meteorológicas aumentan el riesgo escapes tanto si los juveniles se transportan por tierra como por mar.

Es imprescindible una buena coordinación entre el transportista y el responsable de planta para asegurarse de que los juveniles no lleguen a puerto cuando existen condiciones ambientales adversas que impidan o dificulten la maniobra de la siembra

Si el transporte ha sido por tierra y la espera se prevé de varios días, se deberá estudiar la posibilidad de estabular los juveniles en jaulas pequeñas en un lugar protegido dentro del puerto. Dicha jaula deberá ser revisada antes de trasvasar los juveniles desde los camiones a la jaula ya que ésta puede haberse dañado durante el transporte o su montaje. Una vez las condiciones meteorológicas mejoren y si se opta por el remolcado de la jaula desde puerto, es recomendable realizar una revisión previa de última hora. Además, hay que evaluar la derrota a realizar ya que podrían producirse desperfectos en la jaula contra el fondo, debido al poco calado o a objetos sumergidos (arrecifes artificiales, anclas, rocas...), que podrían dañar la red de la jaula remolcada. Al llegar a la instalación es recomendable realizar una revisión exhaustiva de la jaula remolcada, previa al comienzo del trasvase de los juveniles a las jaulas fijas, para garantizar que no surja ningún imprevisto durante la maniobra, ya que sería más complicado de atajar.



4.3. Alimentación desde embarcación

Esta maniobra consiste en amarrar el barco al anillo de flotación de la jaula para administrar el pienso a los peces de forma estable. Una vez que el patrón se acerca a la jaula, da la orden para que los marineros amarren el barco a la misma y comenzar así con las labores de alimentación.



En primer lugar, el patrón del barco ha de tener pleno conocimiento y estar formado en el protocolo de atraque a las jaulas bajo condiciones de fuertes corrientes, oleajes o vientos. En estos casos, el responsable principal deberá informar sobre dichas condiciones y actuar con el fin de minimizar riesgos en la aproximación a las jaulas. Además, es muy importante una comunicación clara y precisa entre el patrón y los marineros que pueden avisar de riesgos de enganche o colisión imprevistos.

En la maniobra de aproximación, si hay corriente, la red podría encontrarse levantada cerca de la superficie habiendo riesgo de enganche/rotura si entra en contacto con el barco. Para evitarlo, el patrón situará el barco en el lado de la jaula de donde viene la corriente para evitar dañar la red, la cual, es muy probable que se encuentre levantada cerca de la superficie en el lado opuesto. En caso de fuertes vientos, el barco podría colisionar con el anillo de flotación con el consiguiente riesgo para los tripulantes, el anillo de flotación o el propio barco. En este caso, el patrón situará el barco a barlovento para evitar que la embarcación no golpee repetidamente el anillo de flotación una vez amarrada. En caso de que corriente y viento ocurran en sentidos contrarios, el patrón deberá evaluar cuál es la mejor forma de aproximarse a la jaula sin causar desperfectos en ningún elemento de la instalación ni del barco.

Los cascos de las embarcaciones deben ser periódicamente revisados por los buzos para evitar cualquier elemento susceptible de enganche, es decir, sus superficies deben de estar libres de irregularidades que puedan deteriorar cualquier elemento de la instalación con el que entren en contacto. Por ejemplo, los ánodos de sacrificio (protección catódica), podrían dañar los diferentes elementos de una piscifactoría. Además, en caso de tener que adaptar el barco, en el mercado existen protecciones para las hélices que disminuyen el riesgo de rotura.

En relación a los peces del cultivo, y la dorada en particular, se ha observado que peces entre 200 y 300 gramos que no quedan saciados, comienzan a morder la red acelerando su desgaste, llegando a producir agujeros por donde escapar. En general, se ha visto que peces no saciados presentan mayor interacción con la red pudiendo fomentar la aparición de nuevos agujeros o el escape de peces a través de los no reparados.

En resumen, para prevenir los escapes relacionados con la maniobra de alimentación se recomienda un correcto entrenamiento de los operarios que garantice una buena ejecución, comunicación y vigilancia en el momento del amarre a la par que una correcta alimentación, evitando periodos de inanición en especies propensas a morder la red.



4.4. Desdoble y trasvase

El desdoble se realiza para disminuir la carga de peces en la jaula, mientras que con el trasvase se busca trasladar los peces desde una jaula grande a otra más pequeña con el fin de facilitar su pesca y no causar estrés innecesario a los peces que van a permanecer en la jaula. El cambio de jaula es el denominador común en las dos maniobras y es muy frecuente durante el año. Por tanto, en caso de ocurrir escapes por goteo, las pérdidas pueden ser considerables a largo plazo.

La maniobra comienza pasando un cabo por debajo del copo de la jaula principal para llevar la red hasta la superficie, dividiendo su volumen en dos mitades. A continuación, se hace pasar la red de un lado a otro, bien a mano mediante el uso de un gancho que tira ayudado por el cabrestante, o con ayuda de otro cabo cuya misión es barrer la red. *A posteriori*, el uso de un tubo tipo puente (en forma de U), dotado de boyas y plomos para permitir el tránsito de peces de una jaula a otra, se está imponiendo al uso del túnel sumergido, ya que resulta más sencillo y entraña menor riesgo de escapes.

Cabe destacar una modalidad de trasvase que consiste en hacer pasar la jaula que contiene los peces por debajo del anillo de flotación (sin red) de la jaula destino de mayor tamaño, que previamente se ha levantado con la ayuda de grúas. Una vez dentro, se monta la red de la jaula destino y se desmonta la red de la jaula transportadora quedando los peces libres en su interior. Finalmente y con ayuda de las grúas, se extrae el anillo de la jaula transportadora. De esta forma, los peces sufren menos a la hora de ser trasvasados.



Para prevenir escapes durante estas maniobras, además de un buen entrenamiento del personal, es conveniente la presencia de buzos vigilando bajo el agua y/o en superficie para una rápida actuación ante cualquier imprevisto. Estas operaciones son delicadas, ya que un mal manejo del cabrestante unido al uso del gancho, pueden romper alguna malla de la red o rasgarla significativamente, y ser origen de escapes de peces. En cualquier caso, es obligatorio que, una vez acabada la maniobra, se revise la correcta puesta a punto de todos los elementos de la jaula que fueron manipulados durante la maniobra y que los buzos realicen una revisión de la red para comprobar su estado.





4.5. Maniobra de despesque

En esta maniobra intervienen varios marineros ayudados de poleas para cobrar la red de la jaula quedando los peces accesibles al salabrista. Si por el contrario se usa una red estilo cerco, esta red se introduce en el agua con ayuda de la grúa y poco a poco los marineros la van extendiendo lo más pegada posible a la red de la propia jaula mientras caminan sobre el anillo de flotación. En esta maniobra los buzos se pueden utilizar para que no queden peces atrapados entre las dos redes o para asegurarse de que es la cantidad correcta de peces la que va a ser extraída durante la maniobra. En cualquier caso, en ambas variantes de la maniobra, los peces quedan en superficie a merced del salabrista que es el encargado de pescar y depositar los peces en las tinas llenas de hielo situadas en cubierta.



El despesque es una de las maniobras en las que se contempla un mayor riesgo de pérdidas por goteo. Para minimizarlo, se recomienda el uso de una red de protección entre el barco y la jaula a modo faldón, ya que en caso de un llenado excesivo del salabre o de fuerte oleaje, los peces pueden salir del mismo y caer directamente al mar. Es por esto que se debe evitar el llenado excesivo del salabre durante la pesca. Aquellos peces que caigan en cubierta deben ser recogidos, ya que pueden saltar por la borda o caer finalmente al mar por el movimiento del barco. A bordo, en caso de que el barco no esté dotado del equipamiento necesario, se debe controlar cualquier abertura por donde los peces puedan escapar como los desagües o los imbornales. Las redes tejidas con Dyneema® son más ligeras y consecuentemente pueden ser más fáciles de manejar durante una maniobra de pesca. La pesca durante la noche puede conllevar un riesgo añadido, al no poder incluir buzos en la maniobra, por lo que no se recomienda que el despesque se realice en horas de oscuridad. Por esto, es recomendable realizar el despesque durante el día para facilitar la supervisión de los buzos y la detección inmediata de cualquier foco de escape.





4.6. Retirada de mortalidad

La retirada de mortalidad consiste en extraer los peces muertos o bajas de dentro de cada jaula. Para ello, en el fondo o copo de cada red, existe un sistema de abertura operado por una cremallera o un simple cabo, a través del cual, una pareja de buzos extraen las bajas para introducirlas en bolsas de malla especiales. Estas bolsas, pueden llevarse directamente a superficie o ser colgadas del anillo de flotación, de modo que, son recogidas al final de la jornada para contabilizar las bajas de cada jaula, como parte del plan de gestión de la producción.



La retirada periódica de las bajas es necesaria, ya que, los cadáveres de los peces son un potencial foco de transmisión de enfermedades. La presencia de bajas también puede atraer a predadores, que en su intento por devorarlas, pueden generar agujeros en las redes y provocar escapes. Dada su sencillez, el sistema de abertura más recomendable para minimizar el riesgo de escapes es el de cremallera, en detrimento del cierre con cabos. Se recomienda retirar las bajas dos veces por semana, y es muy importante que los buzos presten mucha atención, ya que, una cremallera mal cerrada sería fuente de escapes por goteo hasta una futura revisión. Algunas empresas están implementando el sistema que se usa en jaulas de salmones, consistente en sacar las bajas mediante un salabre tirado de dos cabos desde superficie. De esta forma, se minimizan los riesgos laborales para los buzos y el peligro de escapes por la apertura continua del copo de la jaula.

Un copo mal cerrado sería fuente de goteo hasta la siguiente revisión





4.7. Protocolos de mantenimiento y cambio de la red

La jaula es la unidad mínima de cultivo y generalmente, encontramos decenas de ellas en una instalación de tamaño medio. Cada jaula se compone, básicamente, de una red suspendida de un anillo de flotación el cual está unido a cuatro boyas que delimitan su posición dentro de la instalación y que están ancladas al entramado. El deterioro de las redes se debe principalmente al rozamiento y abrasión de la red con otros elementos de la jaula y a la tensión, ambos potenciados por la acción de olas, vientos y corrientes. Además, los peces en cultivo pueden acelerar el proceso de desgaste mediante mordiscos (ver apartado 4.3).

La excesiva presencia de *fouling* en la red o su rotura masiva debido a cualquier contratiempo, conllevará su sustitución. El cambio se inicia liberando la red a sustituir del sistema anticorriente y consiste en sumergir la nueva red por debajo de la jaula para llevarla hasta superficie, de forma que la red nueva quede envolviendo a la red antigua. Una vez la nueva red está en superficie, se amarra al anillo de flotación pasando a retirar la red antigua desde el interior mediante un cabo atado al copo e izado con ayuda de la grúa y/o cabrestantes. Una vez en tierra, se evalúa tras el lavado o reparación de la red, si es seguro volver a utilizarla. En caso de que las condiciones mínimas de resistencia a tensiones no puedan alcanzarse, se debe prescindir de su uso definitivamente.



Durante el cambio de red es necesario que los buzos supervisen que ésta no quede enganchada con ningún elemento, tanto a la hora de sumergirla hasta el copo de la red a sustituir como en la maniobra de izado hasta superficie. Una vez concluya el amarre de la nueva red al anillo de flotación, se revisará su estado antes de proceder a retirar el amarre de red a sustituir para sacarla finalmente del agua. En este proceso se pondrá especial atención en que son sólo los puntos de unión de la red antigua los que son retirados. Para finalizar, se revisará el estado de la nueva red tanto bajo el agua como en superficie, asegurándose de que todo está amarrado correctamente (anillo de flotación y sistema anticorriente), que la nueva red no es defectuosa y que no hay peces atrapados por un despliegue incorrecto de la nueva red a causa de enganches.

De cara a prevenir roturas que provoquen escapes es necesario que cada instalación cuente con un protocolo de revisión de jaulas con el objetivo de determinar en qué momento es necesaria una reparación, limpieza o sustitución de la red o de algún elemento de la jaula que afecte a su normal funcionamiento.

Dada la sensibilidad de la red a la abrasión, es muy importante evitar la fricción excesiva de la misma con elementos que aumenten su desgaste, como es el caso de los sistemas de pesos o anillos anticorriente. El movimiento generado por el oleaje es el principal origen de esta continua fricción. Para minimizar el desgaste producido, se puede instalar un collarín de boyas entre el anillo de flotación y la red, ya que al disipar la fuerza del oleaje disminuye la abrasión y el riesgo de roturas debido a tensiones, en especial durante temporales. Del mismo modo, la instalación de paños de red adicionales en estos puntos actuaría impidiendo el escape de peces en caso de rotura por exceso de trabajo durante un temporal o fuertes corrientes. Existen empresas que venden redes con estos sistemas de seguridad ya montados. Este tipo de protección debería ser siempre considerada en las jaulas de gravedad.

Respecto a materiales, las redes tejidas con Dyneema®, un material menos poroso, más resistente a tensiones y a la aparición de *fouling*, se han mostrado eficaces a la hora de reducir, por ejemplo, roturas de redes debido al azote de las olas durante un temporal.





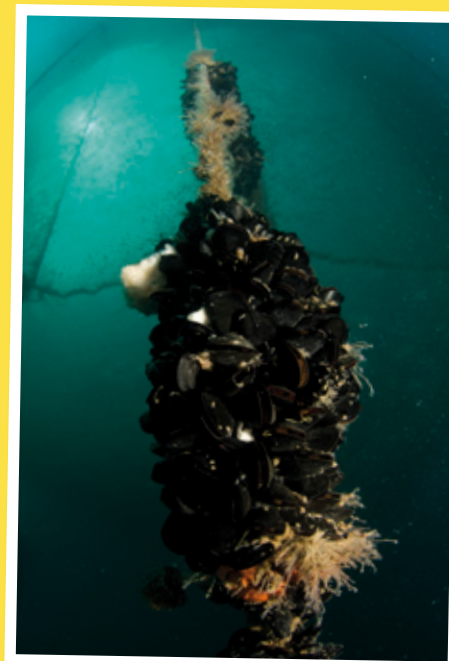
Por el contrario, hay que tomar otro tipo de precauciones ya que este material es menos resistente a la fricción con otros elementos como estachas o cabos. Además, su mayor flotabilidad, hace que la red se eleve en mayor medida hacia la superficie cuando existen fuertes corrientes, ya que, es más ligero respecto a otros materiales por lo que el patrón debe prestar atención en las maniobras (ver apartado de alimentación).

Los ríos y ramblas son vías de entrada de objetos (ramas, maderas, bidones, tableros, etc.) que pueden llegar hasta una instalación en el caso que sean flotantes. Estos objetos pueden presentar elementos punzantes o abrasivos que dañen a las redes al quedar enmallados, en especial si no son detectados rápidamente. Es por esto que, en instalaciones situadas cerca de ramblas o ríos, se recomienda incluir la revisión de la instalación en superficie tras períodos de fuertes lluvias dentro de sus protocolos de revisión de jaulas.

La limpieza de la red con agua a alta presión no supone una merma de la resistencia de la malla a la tensión, sin embargo, tras cuatro ciclos de lavado en lavadoras industriales, ésta sí se ve reducida en un 20%. Hoy en día, ya existen avances tecnológicos como robots de limpieza que permiten la limpieza de redes *in situ*, evitando tener que sacarlas del agua y/o manipularlas en exceso, lo cual disminuye el riesgo de escapes.

A la hora de reparar agujeros, se recomienda el uso de bridas o filamentos del mismo color de las redes, ya que colores llamativos y/o malas suturas atraen los mordiscos de peces en cultivo aumentando el riesgo de escape (ver apartado 4.3). Cualquier reparación rápida de emergencia debe ser sustituida en el menor tiempo posible por una resistente y estable. De cara a la gestión del uso de redes, es necesario desarrollar un plan de seguimiento basado en indicadores como pueden ser: el número de revisiones, número de reparaciones con bridas y su amplitud o el número de lavados de cada red. Debe ser posible determinar el momento preciso en el cual una red debe ser retirada, maximizando su rentabilidad y minimizando el riesgo de roturas.

FOULING

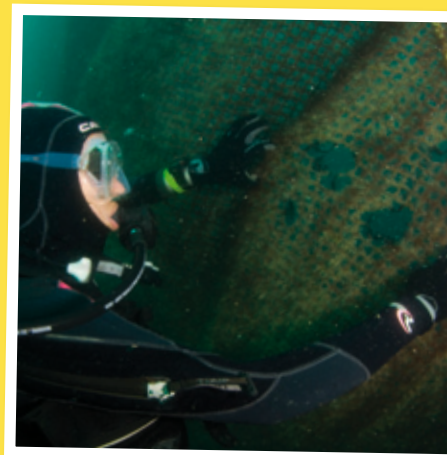


El *fouling* u organismos que se adhieren a los materiales de la instalación (p.e. mejillones o balanos) es un elemento muy a tener en cuenta en relación al mantenimiento y al plan de revisión general de la instalación.

Una red con exceso de *fouling* presenta una mayor resistencia al paso del agua y las tensiones soportadas por los materiales son mayores, especialmente en situaciones de fuertes corrientes.

La ubicación de instalaciones en zonas donde existe una alta concentración de nutrientes que favorece la proliferación de *fouling* puede ocasionar problemas, ya que, una gestión deficiente de la retirada del *fouling* conllevaría un mayor desgaste de estructuras sumergidas de anclaje, sostén y retención, aumentando el riesgo de escape.

Para minimizarlo, es fundamental su limpieza y control mediante revisiones periódicas realizadas por buzos y acompañadas de filmaciones para su posterior comprobación.





4.8. Mantenimiento y revisión de entramado, anclajes, boyas y sistema de señalización

En una instalación, el entramado es el encargado de mantener la distancia entre jaulas dentro de la misma. Dicho entramado se encuentra suspendido de un sistema de boyas a una profundidad de cinco metros y mantiene su tensión gracias a un sistema de anclajes de profundidad a fondeos. Un gran número de estachas, cabos y cadenas, conectan y articulan el entramado a jaulas, boyas y anclas. Toda la estructura de la instalación, debe limitarse a un perímetro legal que está delimitado por un sistema de señalización a base de boyas perimetrales, que manteniéndose fijas a través de un anclaje individual, garantizan la visibilidad de la instalación para evitar accidentes de navegación nocturna.

Dada la diversa naturaleza y durabilidad de los elementos que forman parte de la estructura de la instalación, su revisión se realiza a diferentes escalas temporales dentro del plan de revisión general.



Un plan de seguimiento riguroso de los fondeos, entramado, boyas y los anclajes, tanto de profundidad como de superficie, es fundamental para evitar accidentes en la instalación, y se aplicará con una frecuencia tal que sea capaz de detectar la necesidad de reparar o sustituir cualquier elemento de la instalación antes de que falle. En este caso, la revisión de grilletes, cadenas, fondeos y anillos de tensión debería ser, al menos, anual. De manera más frecuente se recomienda la revisión de los anclajes de superficie y de cabos o estachas a los diferentes elementos de la instalación como anillos de flotación y tensión o boyas, con el fin de disminuir el riesgo de rotura y posible escape de peces. Es muy importante que en todo protocolo de revisión se tenga siempre en cuenta las recomendaciones del fabricante.

Es necesario un seguimiento de los puntos de riesgo como las uniones de anclas o boyas para disminuir el riesgo de rotura y posibles escapes de peces

De forma complementaria, se debe estudiar el daño que pueden sufrir elementos de la instalación fabricados con diferentes materiales en caso de existir una fricción continuada entre ellos, e implementar los resultados en los procesos de revisión de la instalación. Además, aunque las labores de limpieza de *fouling* de cabos y estachas se realicen de la forma menos agresiva posible, se debe determinar un número máximo de limpiezas a las que pueden ser sometidos para prevenir su rotura imprevista.

De cara a la señalización, se debe revisar el anclaje de las boyas perimetrales a sus cadenas y fondeos con una frecuencia suficiente para detectar niveles de desgaste que entrañen riesgo de ruptura, hecho que supondría una señalización insuficiente con el consecuente riesgo para el tráfico marítimo, incluyendo el de la propia instalación. La

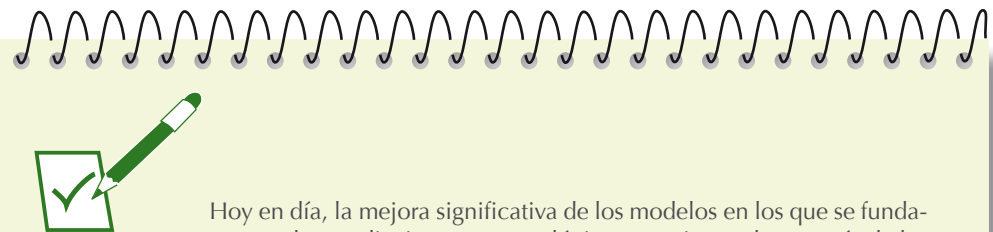
potencia y durabilidad de la iluminación y la propia instalación también deben ser objeto de seguimiento en base a las recomendaciones del fabricante, y en ningún caso se debe esperar a un fallo para su sustitución.



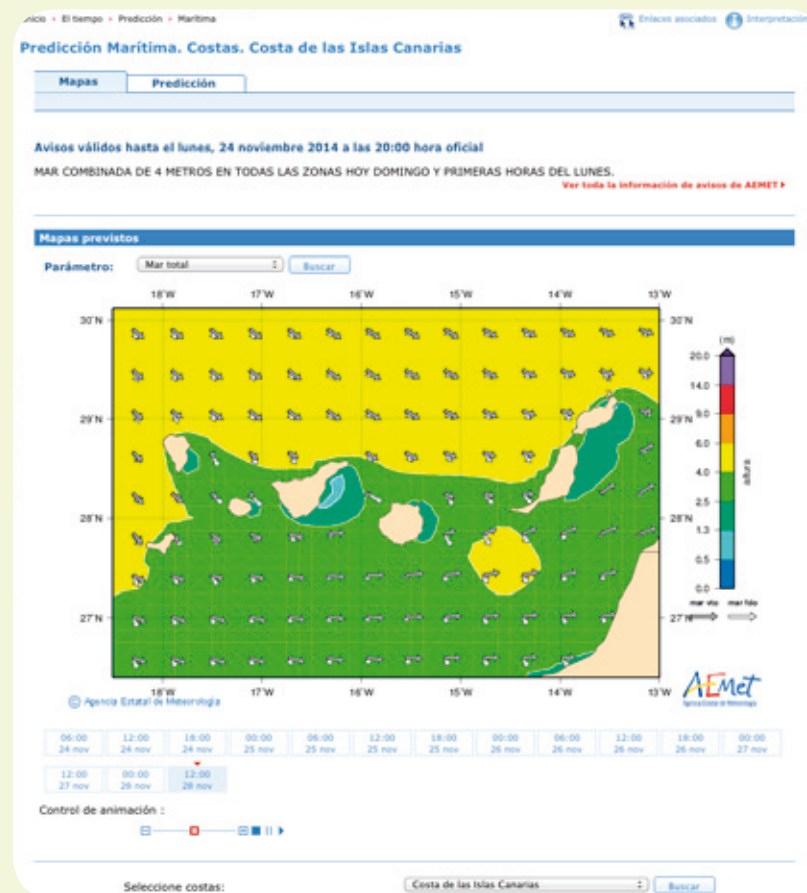


4.9. Revisión previa y posterior a temporales

Pese al resistente sistema de fondeos de una instalación, la fuerza ejercida por las corrientes y el oleaje durante un temporal puede hacer que garree. Como consecuencia, las fuerzas que mantienen estable el entramado pueden descompensarse para acabar cediendo durante el azote de un temporal y ser origen de un escape.



Hoy en día, la mejora significativa de los modelos en los que se fundamentan las predicciones meteorológicas permite, en la mayoría de las ocasiones, anticiparse a los temporales para evitar desperfectos que puedan dar origen a escapes. Preparar las jaulas en previsión de fuertes temporales es fundamental para evitar roturas y escapes masivos. Si se recibe el aviso de un temporal, se debe revisar la instalación a fondo y reforzar los puntos críticos de la instalación como los anclajes, tanto de profundidad como de superficie, y las uniones de redes a jaulas. Además, se debe tener en cuenta la dirección del temporal, pues habrá jaulas y estructuras que sufrirán más a su paso. Una vez cese el temporal es obligatoria la revisión de toda la instalación, en especial de aquellas zonas susceptibles de haber sufrido mayores daños.



<http://www.aemet.es>



4.10. Presencia de depredadores

Existen especies asociadas a las jaulas flotantes que son depredadoras, como el pez espada (*Xiphias gladius*), delfines, rayas o el atún rojo (*Thunnus thynnus*). Entre ellas cabe destacar la especie *Pomatomus saltatrix*, conocida comúnmente como anjova, golfar, tallahams, pasador, alzabogas o lliri, que se encuentra ampliamente distribuida alrededor de las jaulas de todo el Mediterráneo.



La mera presencia de estos depredadores alrededor de las jaulas, aumenta los niveles de estrés de los peces en cultivo, afectando a su normal crecimiento. Además, se han encontrado también estos depredadores dentro de las jaulas, causando grandes mortalidades que pueden incluso comprometer la viabilidad de la empresa. El estrés provocado por su presencia alrededor de las jaulas, junto con las incursiones dentro de las mismas, influyen en el crecimiento normal de los peces y aumentan su mortalidad, disminuyendo la rentabilidad del cultivo. Por tanto, al detectar la presencia de depredadores, se debe aumentar la revisión de las redes. De forma complementaria, se sugiere realizar un seguimiento anual de estas especies (presencia, abundancia, temporalidad y profundidad) para generar un plan de prevención basado en la estacionalidad y comportamiento de estas especies en la instalación. Las especies mencionadas anteriormente son principalmente migratorias y su aparición está muy ligada a la temperatura, que sería un buen indicador a utilizar en el plan de prevención de depredadores de la instalación. Este plan, activaría el refuerzo de la vigilancia de las redes antes de la llegada de estas especies, en previsión de posibles desperfectos que perjudiquen la producción y que favorezcan los escapes.

Peces pequeños, como las alachas (*Sardinella aurita*), en su intento de escapar de los ataques de depredadores, quedan frecuentemente enmarrados en las redes. Posteriormente, los depredadores cobran la presa de un mordisco y la red puede quedar dañada, dando origen a agujeros por los que pueden introducirse dentro de las jaulas y seguir depredando los peces del cultivo o por donde éstos puedan escapar.





Ejemplares de *Pomatomus saltatrix* de gran tamaño provocan roturas de redes, consiguiendo atravesarlas y siendo encontrados dentro de las jaulas. Lógicamente, el estrés de los peces de acuicultura al encontrarse dentro de una jaula con un golfar, unido al agujero provocado por éste, favorece la mortalidad y el escape de los peces fuera de las jaulas.

Las incursiones de predadores dentro de las jaulas causan grandes mortalidades de peces, y si no se previenen mediante un plan especial de vigilancia, pueden llegar a comprometer la viabilidad de la empresa

De la misma manera que ocurre con las condiciones ambientales adversas, se recomienda estudiar la posibilidad de usar redes de mayor calidad y resistencia cuando la presencia de depredadores sea continua y abundante (ver redes Dyneema® en apartado 4.5; despesques). En Chile, son los lobos marinos lo que causan la mayoría de daños a la instalación y al cultivo. Como medida mitigadora, la ley obliga a la utilización de redes especiales (“redes loberas”) resistentes a los ataques y mordeduras que a su vez, presentan un tamaño de malla determinado para evitar ser atrapados y que mueran asfixiados.



FEEDING

Se desaconseja la práctica del *feeding* o el suministro de comida a los depredadores, ya que conlleva un condicionamiento de estos animales y una mayor presencia de los mismos alrededor de las jaulas, aumentando las probabilidades de daño a la instalación o a los peces en cultivo. Hay que tener en cuenta que algunos depredadores como delfines, focas o atunes, están catalogados bajo ciertos niveles de conservación y que, cualquier acción que se tome relativa a la mitigación de su influencia sobre el cultivo, debe cumplir con la legislación existente y llevarse a cabo bajo la supervisión de la administración competente.



Atún rojo en los alrededores del copo, devorando bajas en una piscifactoría del Mediterráneo Central



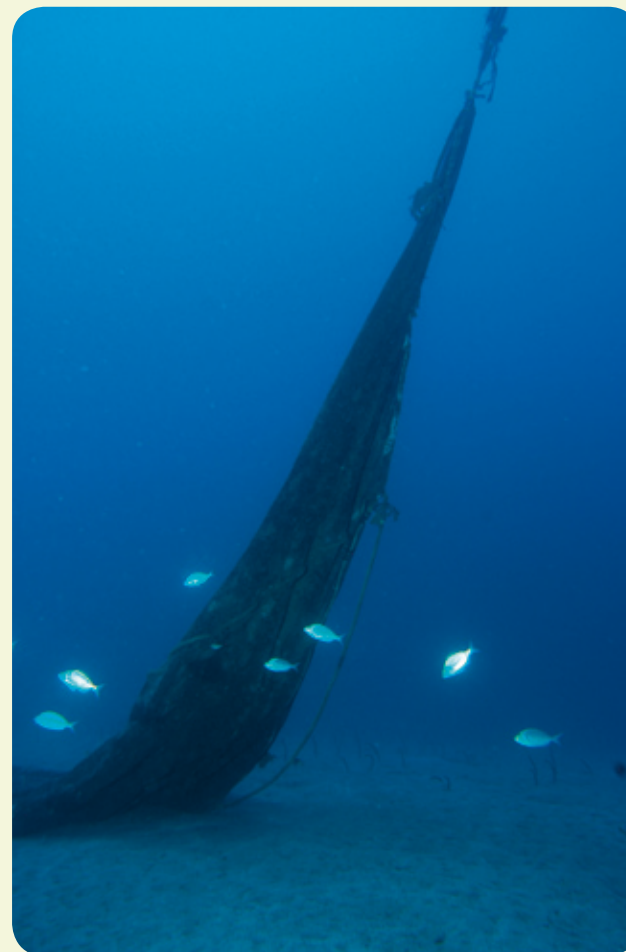
4.11. Robos y sabotajes

En ocasiones, se producen robos directos en las jaulas de peces en cultivo, o se llevan a cabo sabotajes con el objetivo de que se escape una gran cantidad de peces para lucrarse a través de la recaptura. Estos sabotajes también tienen origen en conflictos con otros usuarios. Por otro lado, es muy frecuente observar pescadores deportivos pescando alrededor de la instalación, conocedores de la existencia de la gran cantidad de peces salvajes asociados a las jaulas de engorde. Es común que estos pescadores acudan a las instalaciones en horas donde no hay actividad como, al anochecer o en días festivos.



Ya sea o no con intención de robo o sabotaje, son comunes las incursiones ilegales de embarcaciones ajenas a la instalación, con el peligro que ello conlleva debido al desconocimiento de la disposición de sus elementos. Estachas o redes pueden resultar dañadas por las hélices de las embarcaciones, pudiendo provocar tanto escapes masivos como por goteo, dependiendo de la naturaleza de los daños producidos (ver apartado de alimentación desde embarcación).

Estas acciones deberían considerarse delito ambiental y contra la salud pública, ya que los peces podrían estar medicados



Como medida de prevención, se recomienda la constante vigilancia de la instalación en especial, durante el horario nocturno. Además, como medida disuasoria, se sugiere la instalación de paneles informativos sobre la condición privada de las instalaciones o avisar de que la misma está siendo constantemente vigilada a través de sistemas de videocámaras. La denuncia o amonestación de robos y/o sabotajes por parte de la autoridad responsable, podría disminuir la frecuencia de estas incursiones.

Por otra parte, es necesario el desarrollo de un marco legal que regule la actividad de la acuicultura en el que se contemplen estas acciones de robo y sabotaje como delito ecológico y contra la salud pública, ya que los peces escapados pueden estar medicados.



5. Enlaces y bibliografía

PREVENT ESCAPE PROJECT - EU 7TH FRAMEWORK PROGRAM

<http://www.preventescape.eu>

INFORME WWF “Installing & maintaining nets in aquaculture”

http://www.wfrsapartners.com/static/uploads/page_files/47302-wwf-rsa-aquaculture-brochure_aw_web.pdf

FUNDACIÓN OESA (OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA)

http://www.fundacionoesa.es/images/stories/miscelanea/hoja_divulgativa24.pdf

ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DE PRODUCTORES DE CULTIVOS MARINOS DE ESPAÑA (APROMAR)

<http://www.apromar.es/>

INFORME DEL ESTADO DE LA ACUICULTURA ESPAÑOLA (APROMAR)

https://drive.google.com/file/d/0B4_4E-v9oqL_Ylo3bWpqdU1OM00/view

PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE ACUICULTURA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/1.Plan_estrategico_v.octubre_2014_tcm7-347270.pdf

<http://www.planacuicultura.es/>

PLANES ESTRATÉGICOS AUTONÓMICOS DE ACUICULTURA

http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/3.Planes_autonomicos_plan_v.octubre_2014_tcm7-347275.pdf

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACUICULTURA (SEA)

<http://www.sea.org.es/>

SOCIEDAD EUROPEA DE ACUICULTURA (EAS)

<http://www.easonline.org/>

PROYECTO MEDITERRANEON

http://www.mediterraneon.es/doc/Guia_indicadores_2012-WEB.pdf

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (IUCN)

https://iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/med/programa_uicn_med/programa_marino/acuicultura/

GUÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACUICULTURA DE LA IUCN: 1. INTERACCIONES ENTRE LA ACUICULTURA Y EL MEDIO AMBIENTE

http://cmsdata.iucn.org/downloads/acua_es_final_1.pdf

GUÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACUICULTURA DE LA IUCN: 2. SELECCIÓN Y GESTIÓN DE EMPLAZAMIENTOS

<https://testportals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-032-Es.pdf>

FUNDACIÓN OESA: INFORME DE VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA ACUICULTURA EN ESPAÑA

<http://www.fundacionoesa.es/publicaciones/valoracion-de-la-sostenibilidad-de-la-acuicultura-en-espana>



ESCA-FEP

Por una acuicultura sostenible



Con la colaboración de:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO DE LA PESCA

Invertimos en la acuicultura sostenible



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ctaqua

CENTRO TECNOLÓGICO
DE LA ACUICULTURA